



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТюменьСвязь»

Свидетельство №СРОСП-П-04726.4-21012016 от 26 января 2016 г.

**ВОЛС НА УЧАСТКЕ ПП 110 КВ ВОСТОЧНЫЙ – ПС 110/35/6 КВ
ТАЙГА – ПП 110 КВ УГУТСКИЙ**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 3 «Технологические и конструктивные решения линейного
объекта. Искусственные сооружения»**

**Часть 2 «Расчет суммарных нагрузок на опоры ВЛ от проводов,
троса и ВОК»**

6/17-7.17-ТКР-02

2017



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТюменьСвязь»

Свидетельство №СРОСП-П-04726.4-21012016 от 26 января 2016 г.

**ВОЛС НА УЧАСТКЕ ПП 110 КВ ВОСТОЧНЫЙ – ПС 110/35/6 КВ
ТАЙГА – ПП 110 КВ УГУТСКИЙ**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 3 «Технологические и конструктивные решения линейного
объекта. Искусственные сооружения»**

**Часть 2 «Расчет суммарных нагрузок на опоры ВЛ от проводов,
троса и ВОК»**

6/17-7.17-ТКР-02

Главный инженер проекта








В.М. Главан

2017

Инд. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	
Вып.	
№ док.	

Содержание

1	Введение	2
2	ВЛ-110 кВ	3
2.1	Конструктивная характеристика объекта.....	3
2.2	Результаты поверочных расчетов опор ВЛ 110 кВ	8
2.2.1	Расчет промежуточной опоры – марка П110-4В	13
2.2.2	Расчет анкерной-угловой опоры – марка У110-4	40
2.2.3	Расчет анкерно-угловой опоры – марка У110-2+5	69
2.2.4	Расчет промежуточной металлической опоры – марка УС110-8.....	98
2.2.5	Расчет анкерно-угловой опоры – марка У110-3	128
2.2.6	Расчет промежуточной опоры – марка П110-4В+4.....	150
2.2.7	Расчет промежуточной опоры – марка П110-6.....	177
2.2.8	Расчет промежуточной опоры – марка У110-4+5.....	204
3	РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТЫ ОПОР ВЛ 110 КВ	233
4	Заключение	241
5	Список литературы	242

Взам. инв. №		Подп. и дата														
№ подл.	Изм.	Коп.	Лист	№ док	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				Стадия	Лист	Листов			
	Разработал		Бестемьянов			04.12	Текстовая часть				П	1	242			
	Проверил		Юртов			04.12										
	Нач. отд.		Юртов			04.12					ООО "ТюменьСвязь"					
	Н.контроль		Ивакина			04.12										
	ГИП		Главан			04.12										

1 Введение

Проектная документация выполнена на основании технического задания на выполнение работ по системам связи по объекту: «ВОЛС на участке ПП 110 кВ Восточный – ПС 110/35/6 кВ Тайга – ПП 110 кВ Угутский».

Заказчик – АО «Тюменьэнерго» Нефтеюганские электрические сети.

Исполнитель – ООО «ТюменьСвязь».

География расположения объекта – Тюменская область, ХМАО-Югра, Нефтеюганский и Сургутский район.

Климат данного района резко континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная. Лето короткое, теплое. Короткие переходные сезоны – осень и весна. Поздние весенние и ранние осенние заморозки, короткий безморозный период. Резкие колебания температуры в течение года и даже суток.

В соответствии с картами районирования территории РФ по ветровому давлению и толщине стенки гололеда, а также в соответствии с СП 131.13330.2012 актуализированная редакция СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» район строительства имеет характеристики согласно таблице 1.1

Таблица 1.1 – Характеристики района строительства

Характеристика	Значение
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98	-45 °С
Температура воздуха обеспеченностью 0,98 в теплый период	+25 °С
Район по ветровому давлению	III (380 Па)
Район по толщине стенки гололеда	II (15 мм)
Район по весу снегового покрова	IV (2,4 кПа)

В данном разделе документации приведены комплексные решения для строительства ВОЛС по опорам ВЛ 110 кВ на участке ПП 110 кВ Восточный – ПС 110/35/6 кВ Тайга – ПП 110 кВ Угутский.

Сети связи объекта проектируются на основании единого принципиального подхода, стандартизированных технологических решений, типового набора сооружений, узлов и моделей оборудования.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				2

2 ВЛ-110 кВ

2.1 Конструктивная характеристика объекта

Расчету подлежат металлические свободностоящие решетчатые опоры башенного типа ВЛ 110 кВ на участке ПП 110 кВ Восточный – ПС 110/35/6 кВ Тайга – ПП 110 кВ Угутский в количестве 261 шт.

Проектируемый участок ВЛ 110 кВ на участке ПП 110 кВ Восточный – ПС 110/35/6 кВ Тайга – ПП 110 кВ Угутский выполнен из промежуточных и анкерно-угловых опор, принятых по типовым сериям 11520тм-1 и 3078тм “Унифицированные стальные нормальные опоры ВЛ 35,110 и 150 кВ”.

Номера, типовые серии и обозначение опор представлены в таблице 2.1.

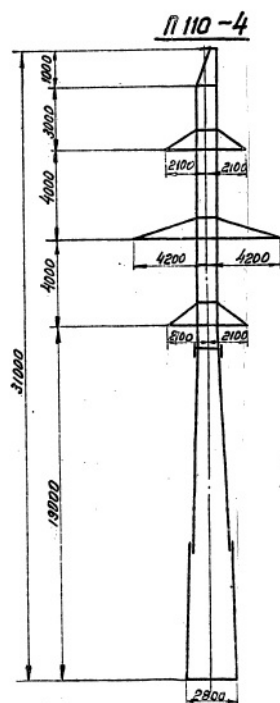
Таблица 2.1

№ опоры п/п	№ типовых серий и альбомов	Обозначение опоры	Количество опор
1	серия №3078тм	УС110-8	2
2		У110-2+5	2
3	серия №11520тм-1	П110-4В	221
4		П110-4В+4	1
5		П110-6В	1
5	серия №3078тм	У110-3	2
6		У110-4	30
7		У110-4+5	2

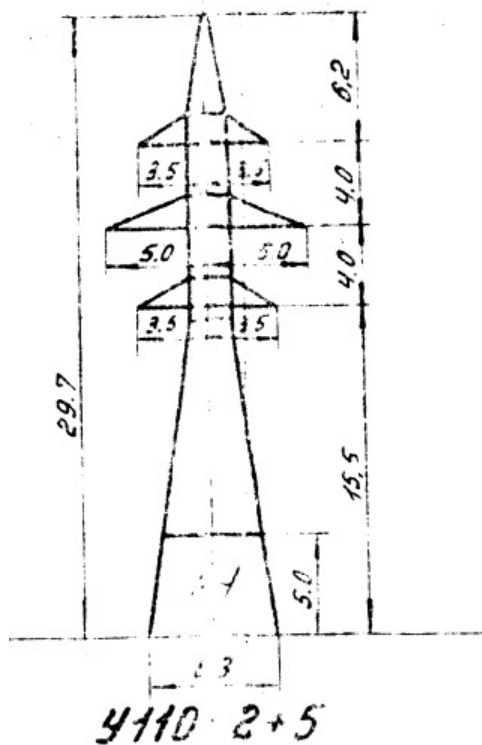
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									3	
			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	

Из приведенной выше таблицы видно, что участок ВЛ 110 кВ на участке ПП 110 кВ Восточный – ПС 110/35/6 кВ Тайга – ПП 110 кВ Угутский состоит из следующих типов опор:

- двухцепных промежуточных опор 110 кВ:
- опора П110-4В (количество – 221 шт.);



- двухцепных анкерно-угловых опор 110 кВ:
- опора У110-2+5 (количество – 2 шт.);



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

3.5

29.7

15.5

5.0

4.3

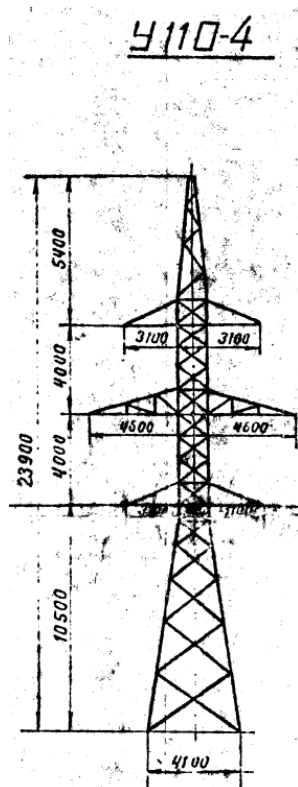
4110-2+5

Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата

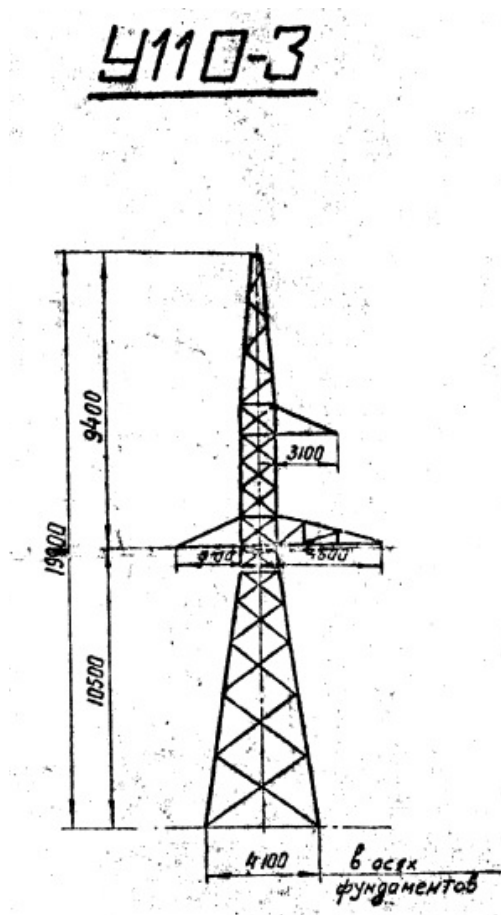
6/17-7.17-ТКР-02

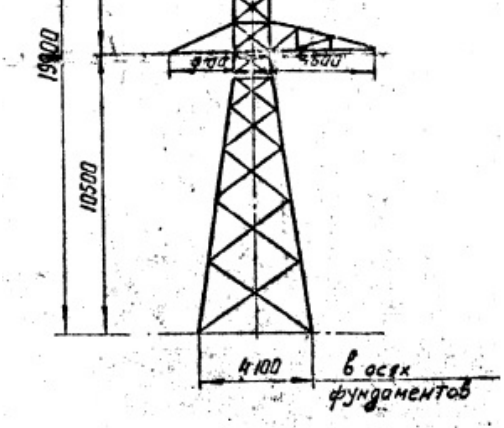
Лист
4

- опора У110-4 (количество – 30 шт.);

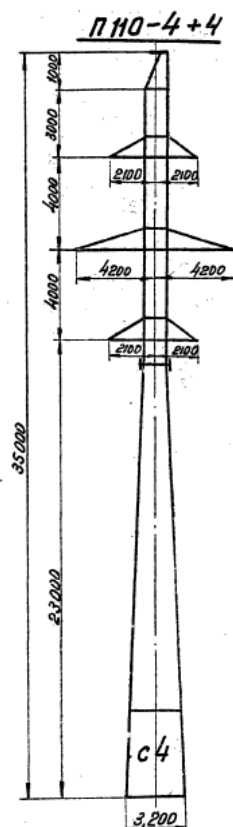


- опора У110-3 (количество – 2 шт.);

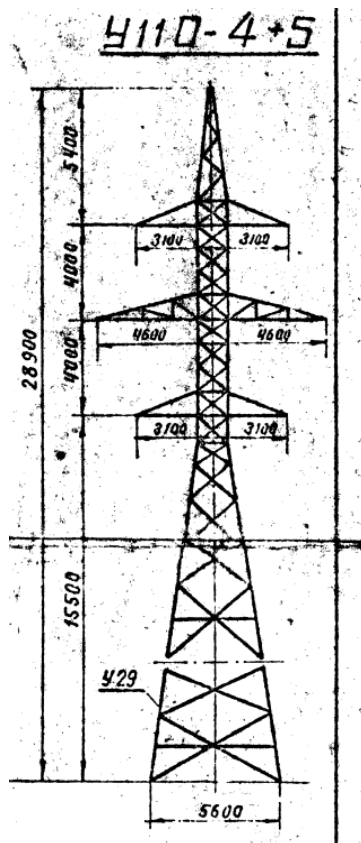


Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					
							
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							5

- опора П110-4В+4 (количество – 1 шт.);



- опора У110-4+5 (количество – 2 шт.);



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

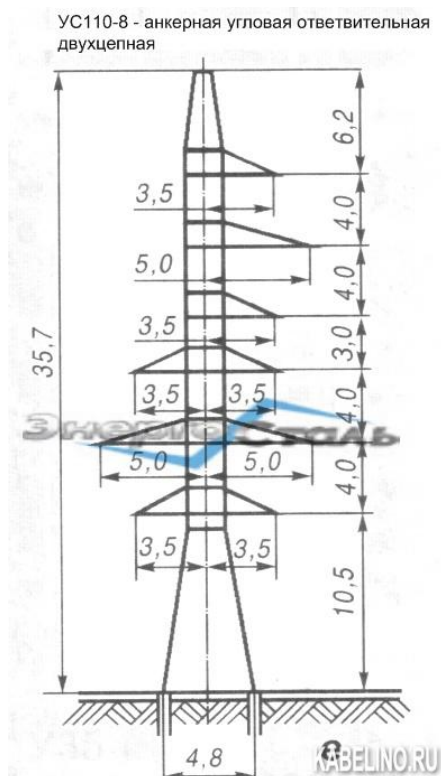
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

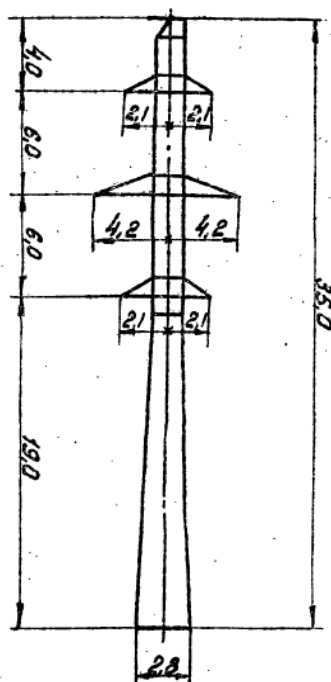
6

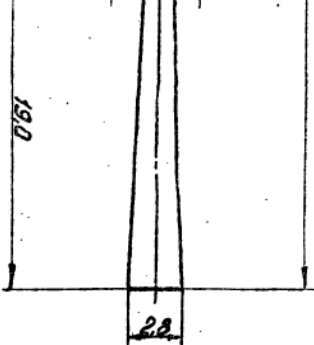
- опора УС110-8 (количество – 2 шт.);



- опора П110-6В (количество – 2 шт.);

П 110-6



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02		Лист
								7

2.2 Результаты поверочных расчетов опор ВЛ 110 кВ

Цель выполнения расчетов:

Проверить сечения металлоконструкций опор на возможность подвески кабеля ВОЛС совместно с высоковольтными проводами.

Данная работа выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Для выполнения поверочных расчетов опор заказчиком предоставлена следующая документация и исходные данные:

1. Марка проводов (АС-120/19) и марка троса (Трос С-50);

Таблица 3.2 – Основные технические характеристики АС-120/19

Вид климатического исполнения:	УХЛ (кроме ТВ и ТС)
Категория размещения:	1 и 2 по <u>ГОСТ 15150-69</u>
Номинальная рабочая частота, Гц	50
Максимальная допустимая температура жилы	длительно до 90 °С
Гарантийный срок эксплуатации, лет (срок службы кабеля, лет)	4 (45)

Табл. 3.2.1 - Основные физические характеристики провода А 120/19

Номин. сечение мм ²	Число проволок шт.	Диаметр проволок мм	Диаметр провода мм	Разрывное усилие не менее, кН	Масса провода, кг/км
70 *	7	3,55	10,70	11,3	189

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			6/17-7.17-ТКР-02						
			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	

Номин. сечение мм ²	Число проволок шт.	Диаметр проволок мм	Диаметр провода мм	Разрывное усилие не менее, кН	Масса провода, кг/км
95	7	4,10	12,30	14,8	252
120 *	19	2,80	14,00	19,9	321

* Ближайший типоразмер

Номинальное сечение и масса провода, могут отличаться от номинала.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				9

Табл.3.2.2 - Основные электрические характеристики провода А 120/19

Номинальное сечение жил, мм ²	Допустимые токовые нагрузки провода, А		Сопротивление постоянному току, R Ом/км
	вне помещений	внутри помещений	
70 *	265	210	0,4131
95	320	255	0,3114
120 *	375	300	0,2459

* Ближайший типоразмер

Токовые нагрузки рассчитаны для следующих условий:

- коэффициент нагрузки K=1
- температура воздуха 20 °С

Грозозащитный трос С-50 выполнен в форме стального оцинкованного каната для защиты линий электропередач от атмосферных перенапряжений и прямых ударов молнии. В различных источниках встречаются разные обозначения грозозащитного троса С-50, такие как грозозащитный трос С-50, грозозащитный трос ТК 9.1 либо грозозащитный трос ТК 9.2. Рекомендовано в качестве грозозащитного троса С-50 применять канат стальной оцинкованный по гост 3063-80 диаметром 9,1 мм с расчетной площадью сечения всех проволок 48,64 мм².

Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02		Лист
								10

2.Марка проводов (АС-120/19) и марка троса (Трос С-50).

Таблица 3.2.3 – Характеристика провода и грозотроса

Напряжение ВЛ 35 кВ	провод (АС-120/19)	ТРОС С-50
Максимальное напряжение:		
в режиме максимал. нагрузок, кгс/мм ²	13,05	40,00
в среднезкатулатиц. режиме, кгс/мм ²	8,70	29,53
Температура:		
Максимальная		36° С
Минимальная		-55° С
Среднезкатулатиц.онная		-22° С
При гололеде		-5° С
При ветре		-5° С
Нормативный ветровой напор при максимальной скорости ветра		40,00 кгс/мм ²
Нормативный ветровой напор при гололеде 1		12,00 кгс/мм ²
Нормативная эквивалентная толщина стенки гололеда 1		5 мм
Нормативная условная толщина стенки гололеда 1		5 мм
Нормативный ветровой напор при гололеде 2		12,00 кгс/мм ²
Нормативная эквивалентная толщина стенки гололеда 2		5 мм
Нормативная условная толщина стенки гололеда 2		5 мм
Высота подвеса провода:		
Нижней траверсы		18,1 м
Верхней траверсы		26,1 м
Расстояние между проводами и тросом на опоре		4,6 м
Допускаемое напряжение в тросе по прочности тросостойки		40,00 кгс/мм ²

Таблица 3.3 – Технические параметры ОКСН

Характеристика	ДПТ-П-48У 6х8 40кН
Растягивающее усилие, кН	40
Диаметр кабеля, мм	16,5
Вес кабеля, кг/км	215,1
Максимальная монтажная нагрузка не более, кН	15
Модуль упругости, кН/мм ²	23,64
Модуль пред F, кН/мм ²	15,32
Модуль начальный F, кН/мм ²	24,89
Площадь поперечного сечения кабеля, мм ²	212,6
Температурный коэффициент линейного расширения, 10(-6), 1/°С	0

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			11

Климатические условия приведены в гл. 1 данного отчета.

Нагрузки, воздействия и коэффициенты надежности к нормативным нагрузкам приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Коэффициенты надежности к нормативным нагрузкам

Коэффициенты надежности к нормативным нагрузкам	
К ветровым нагрузкам	
ответственности	1,10
региональный	1,15
надежности	1,10
К гололедным нагрузкам	
ответственности	1.30
региональный	1.25
надежности	1.30
условий работы	0.50

2.2.1 Расчет промежуточной опоры – марка П110-4В

Описание расчетной схемы

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 110 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) XOZ.

Конструктивная схема опоры П110-4В показана на рис. 3.1.

Конструктивная схема опоры П110-4В выполненная в программе Autocad 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира» показана на рис. 3.2.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры П110-4В подлежащих расчету показаны на рис. 3.3.

Расчетная схема опоры П110-4В (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.4.

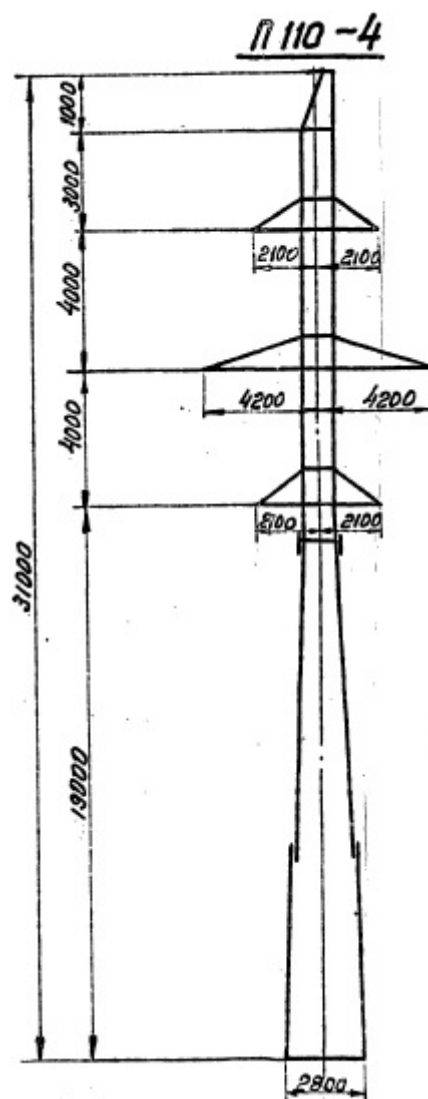


Рис. 3.1. Конструктивная схема опоры П110-4В (серия №11520тм-1)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

The drawing shows a side elevation of a support structure. It consists of a horizontal base and two vertical sections. The left section is a single vertical line. The right section is a wider vertical structure with internal vertical lines. Dimension lines indicate a height of 1900 and a width of 2800.

Рис. 3.1. Конструктивная схема опоры П110-4В (серия №11520тм-1)

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							13
Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата		

Опора П110-4В

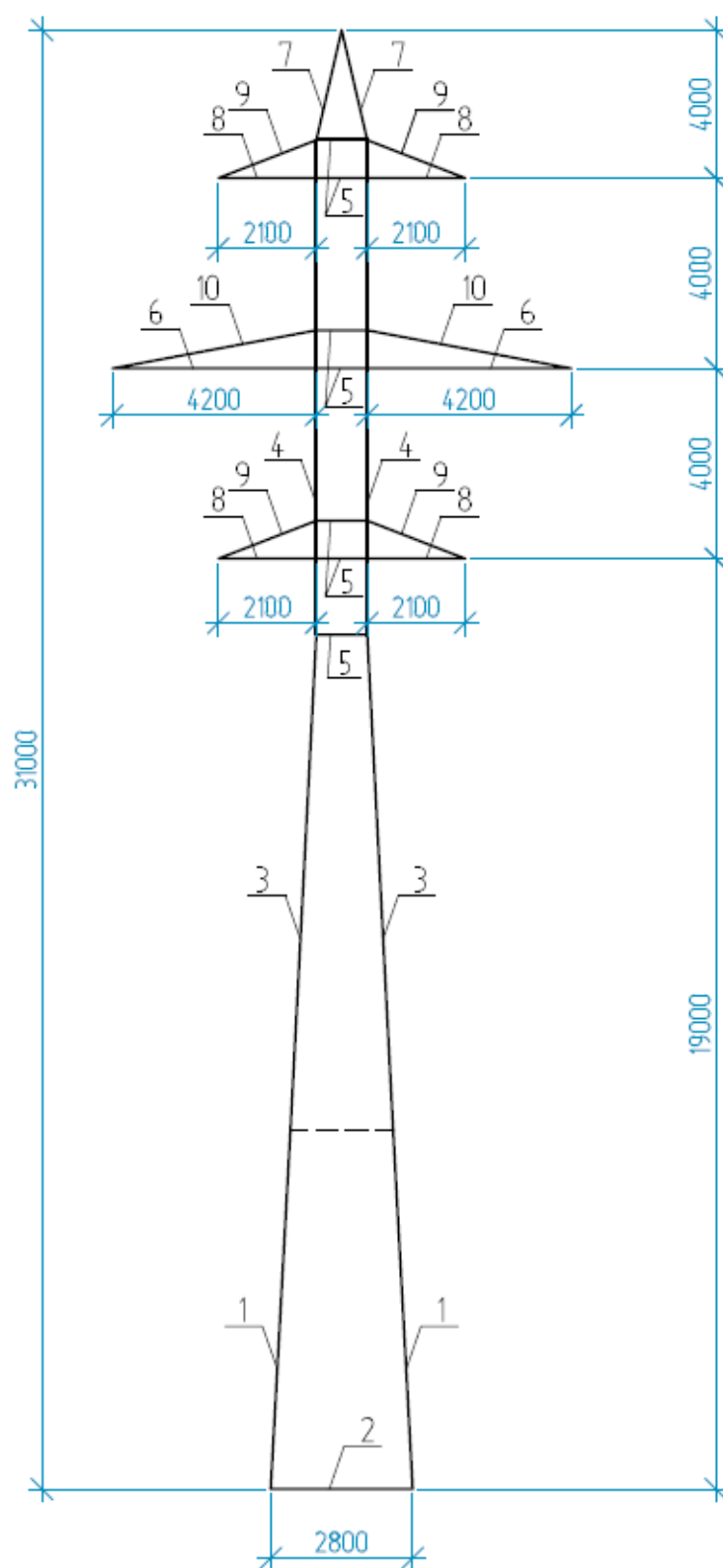


Рис. 3.2. Конструктивная схема опоры П110-4В выполненная в программе AutoCad 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Рис. 3.2. Конструктивная схема опоры П110-4В выполненная в программе AutoCad 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира»

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							14
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата		

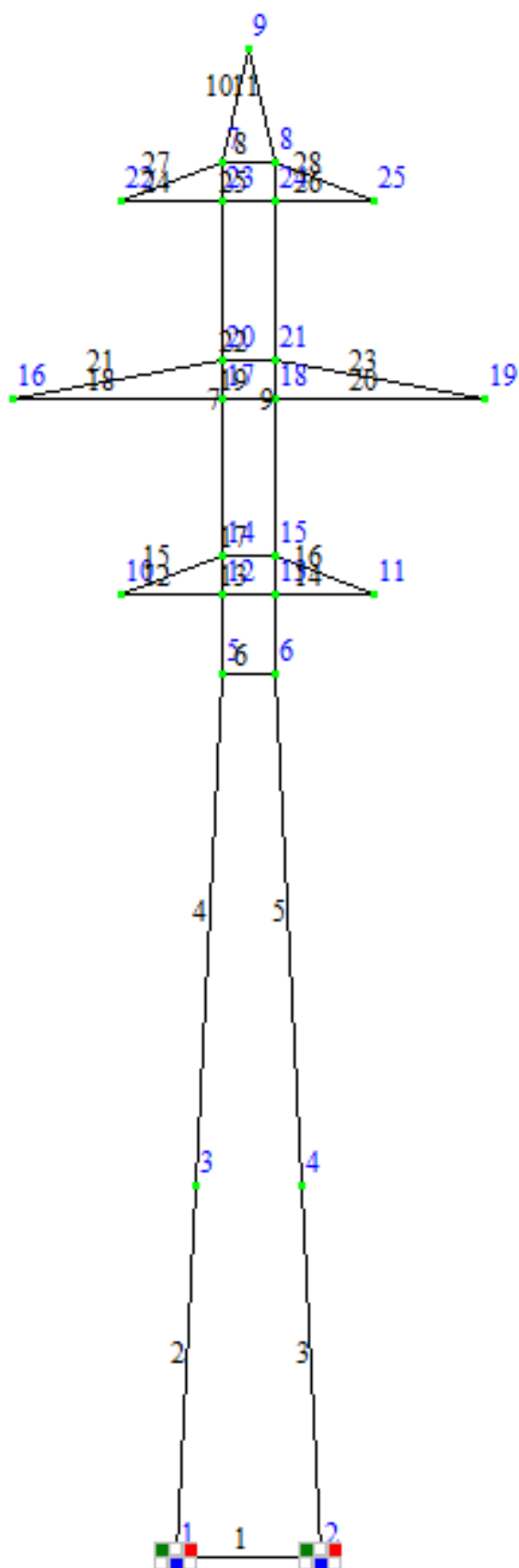


Рис. 3.4. Расчетная схема опоры П110-4В (в ПК «ЛИРА»)

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №				
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				
						Лист				
						15				

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры П110-4В по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору П110-4В представлена на рис. 3.5.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				16

Схема нагрузок на опору марки П110-4В

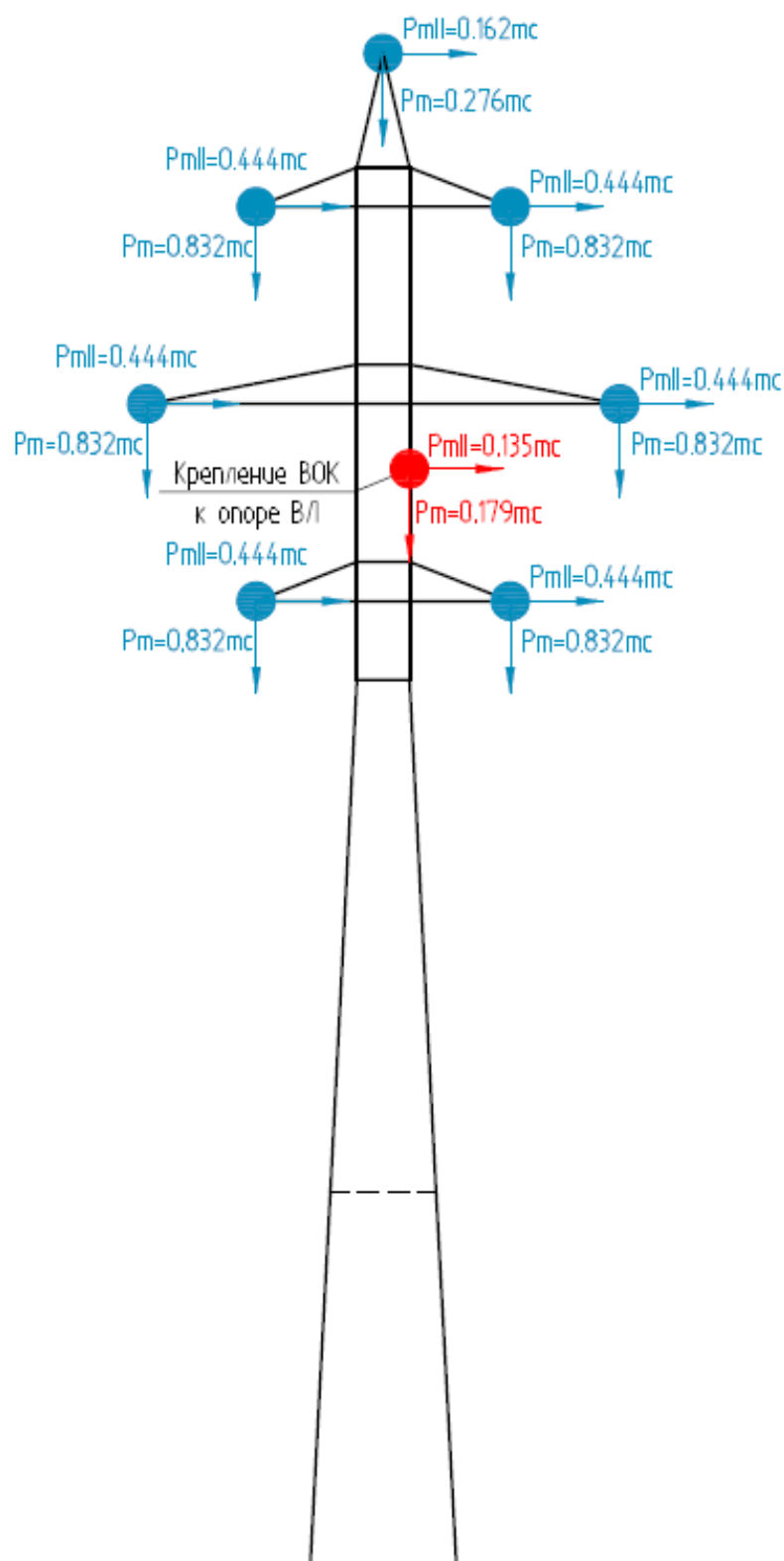


Рис. 3.5. Схема нагрузок на опору П110-4В

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

17

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

загрузка 1 - статическое нагружение;

загрузка 2 - статическое нагружение;

загрузка 3 - статическое нагружение;

загрузка 4 - статическое нагружение;

загрузка 5 - статическое нагружение;

загрузка 6 - статическое нагружение;

загрузка 7 - статическое нагружение;

загрузка 8 - статическое нагружение;

загрузка 9 - статическое нагружение.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузок:

загрузка 1 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 4 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 5 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 6 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 7 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				18

загружение 4 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 5 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 6 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 7 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
--

загружение 8 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 9 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X;

Z линейное по оси Z;

UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий. В последующих графах указываются:

в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

Взам. инв. №		<p>указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются:</p> <p>в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;</p> <p>во второй строке - номера первых двух узлов.</p> <p>В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:</p> <p>ЭЛМ - номер элемента.</p>							
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
								6/17-7.17-ТКР-02	Лист
									19
		Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата		

НС - номер сечения.

К РТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетание.

Индексами А или В помечаются группы РСУ:

А - группа РСУ, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа РСУ, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузений, вошедших в расчетные сочетания.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

Н - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

МК - крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

МУ изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

МZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

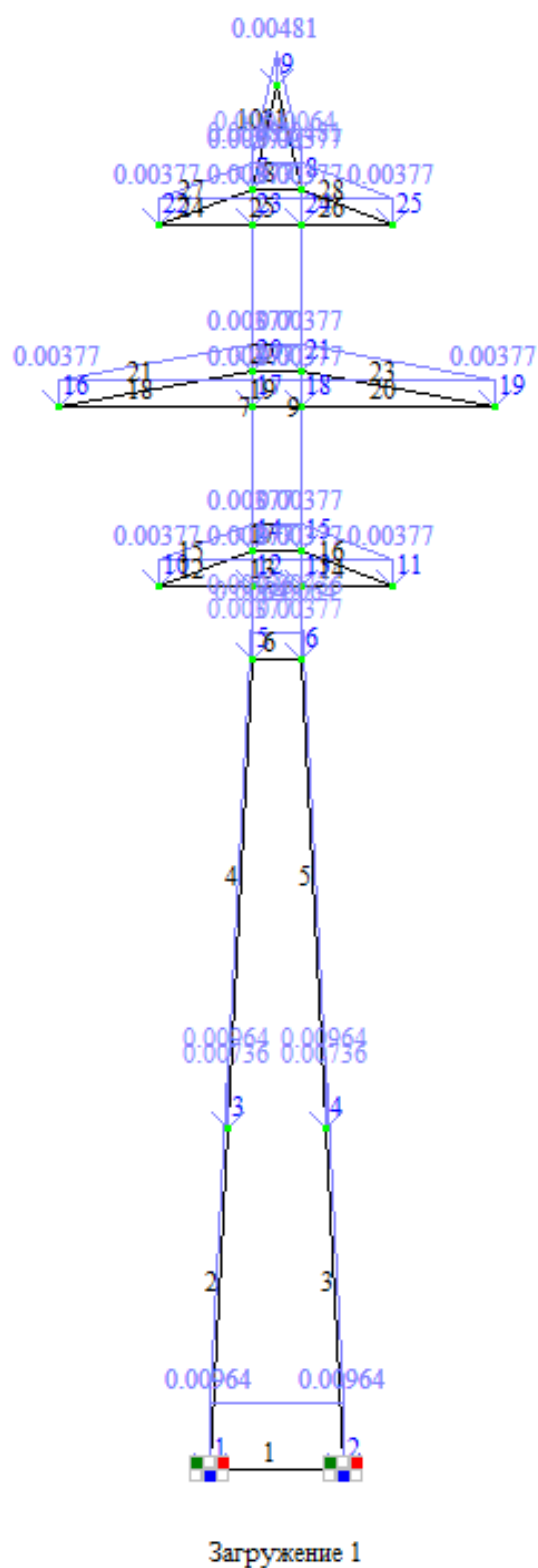
QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				20

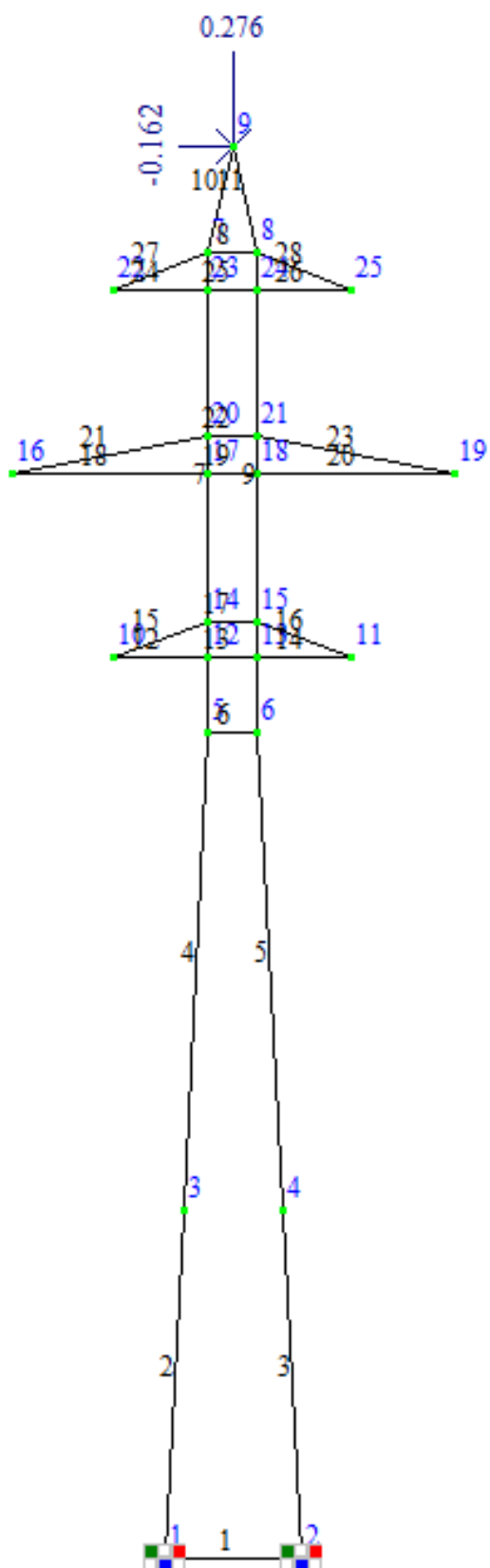
Отобразим загрузки опоры П110-4В по порядку:

Загрузка 1 (собственный вес)

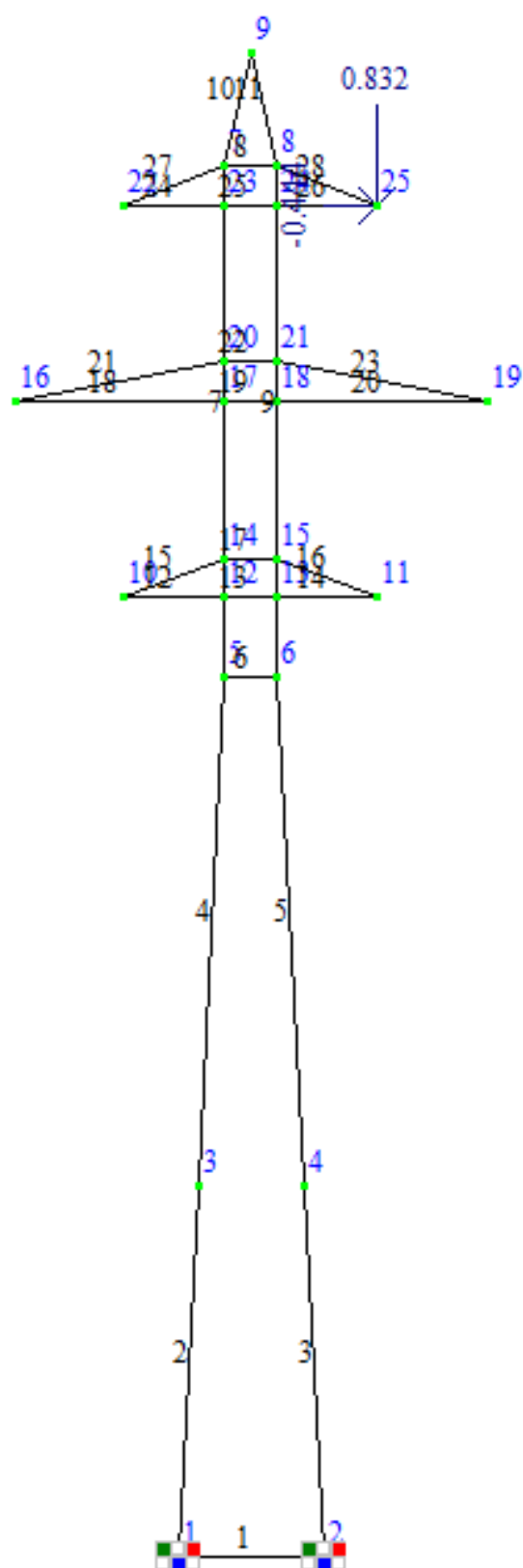


Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №				
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				
						Лист				
						21				

Загружение 2 (нагрузка от троса)



Загрузка 3 (нагрузка от провода)



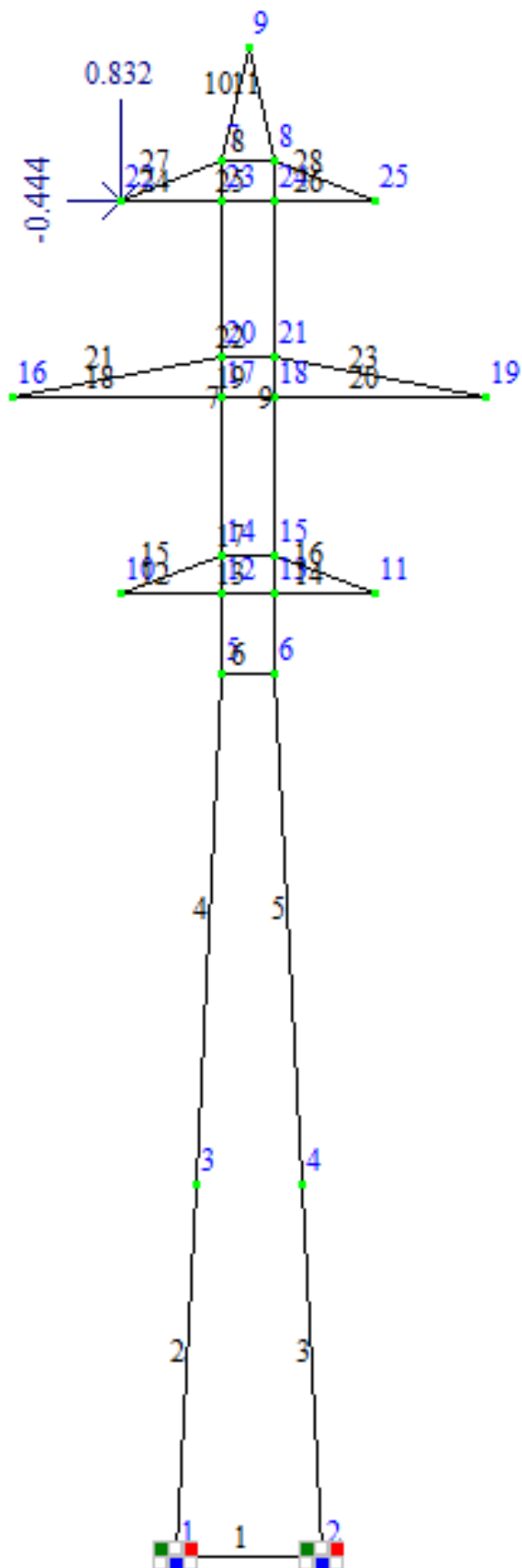
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Копуч.	Лист
№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

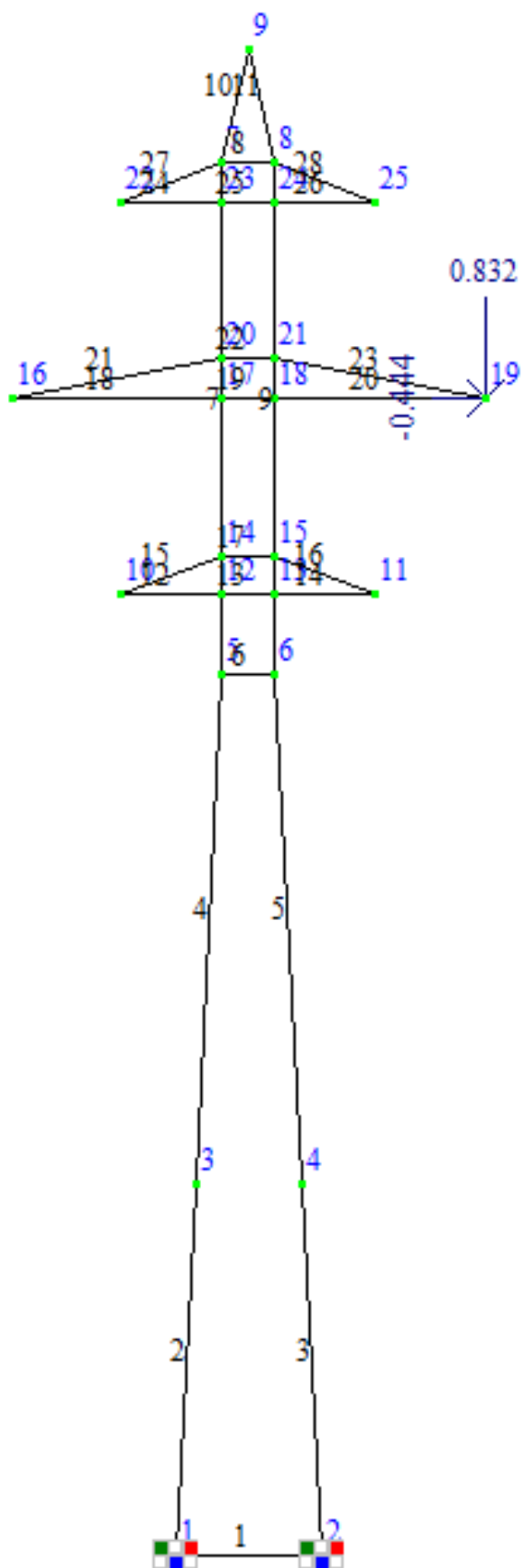
23

Загружение 4 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			Лист
									24

Загружение 5 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

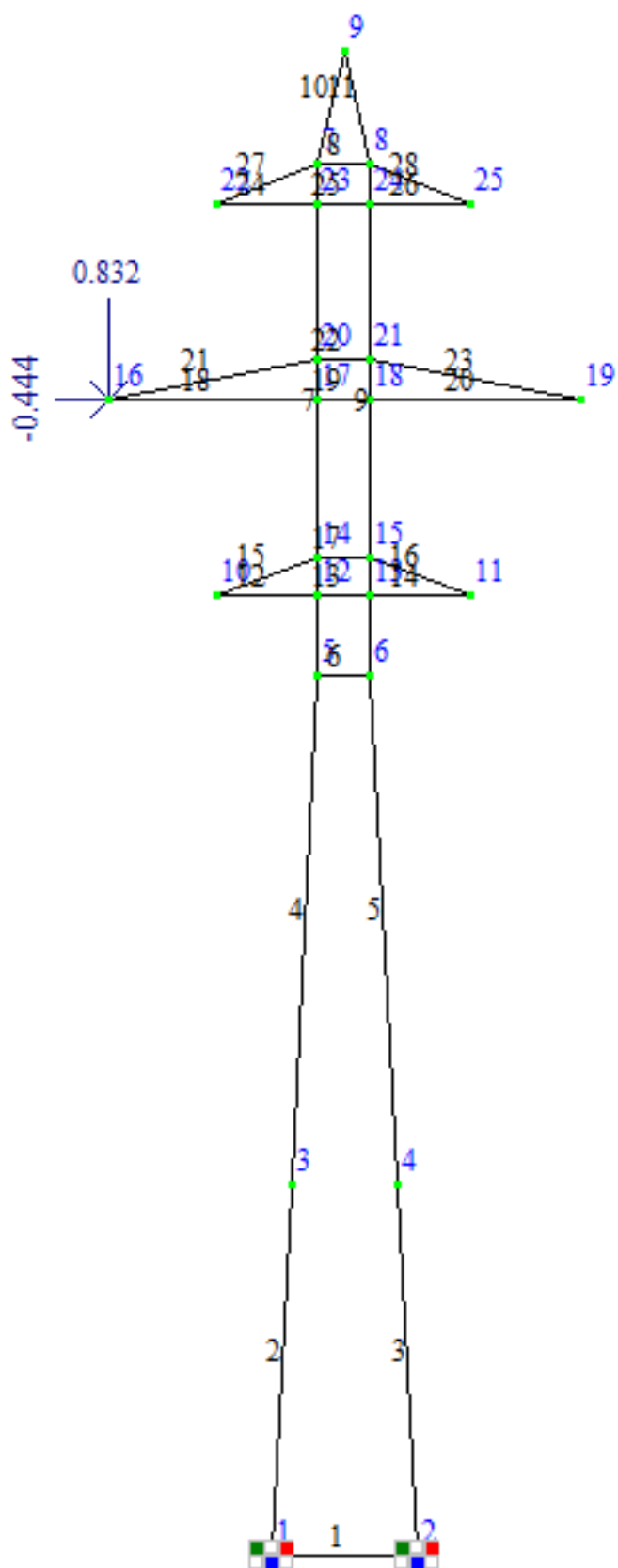
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

25

Загружение 6 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

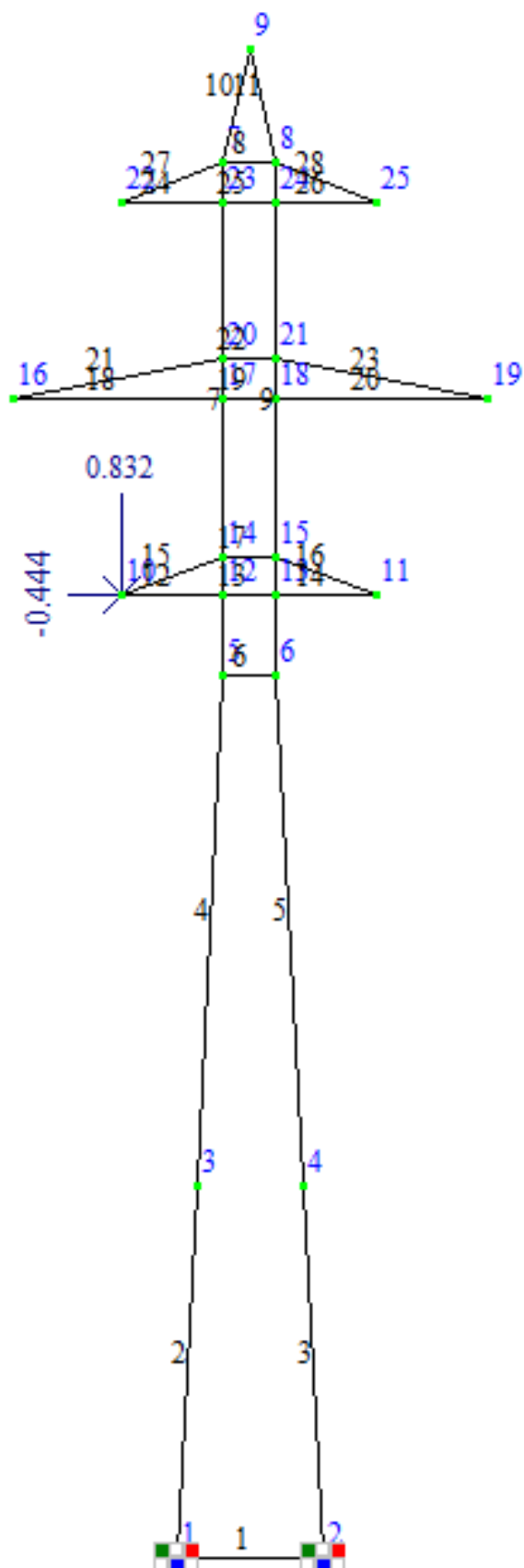
6/17-7.17-TKP-02

Лист

26

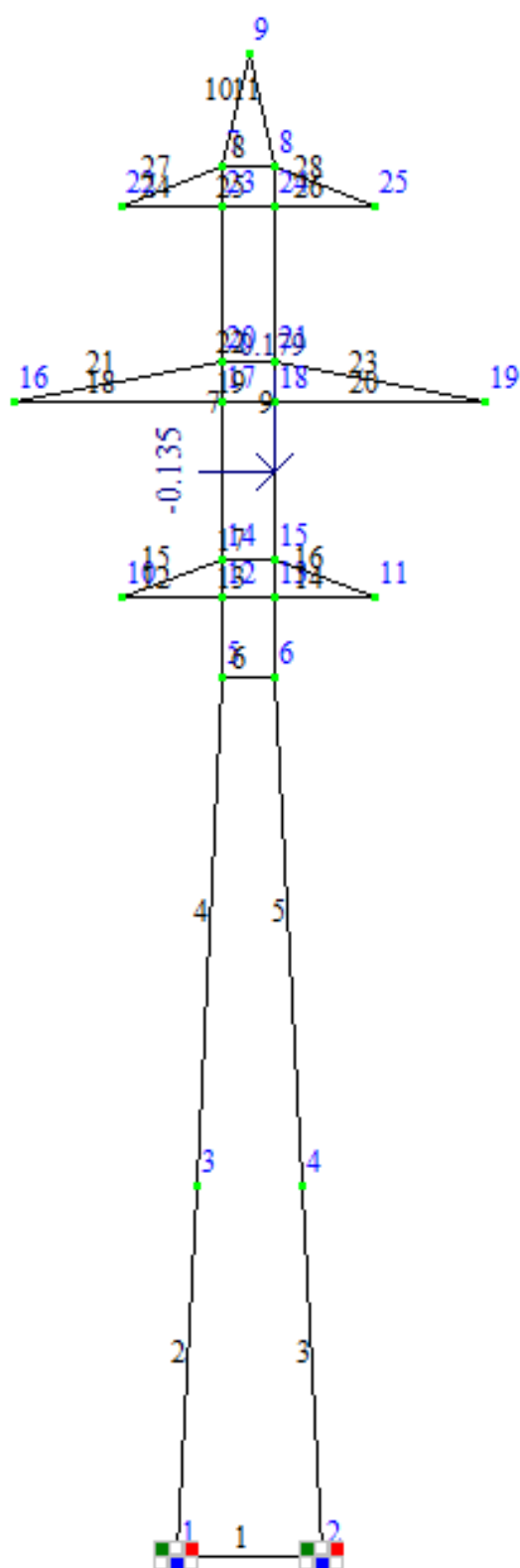
6/17-7.17-TKP-02

Загружение 8 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Взам. инв. №					Подп. и дата					Лист				
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02					28				

Загружение 9 (нагрузка от ВОЛС)



Загружение 9

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

29

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
1	1	2	1		A	0	-.00895	.01609	1,2,3,4,5,6,7,8
1	2	2	1		A	0	-.00895	-.01609	1,2,3,4,5,6,7,8
2	1	1	1		A	-.18569	.02822	.01485	1,2,3,4,5,6,7,8
2	2	1	1		A	-.26759	.13574	.01040	1,2,3,4,5,6,7,8
3	1	2	1		A	-.81170	-.00994	-.01791	1,2,3,4,5,6,7,8
3	2	2	1		A	-.89361	-.18137	-.02236	1,2,3,4,5,6,7,8
4	1	2	1		A	-.09954	-.17723	.01977	1,2,3,4,5,6,7,8
4	2	1	1		A	-.18565	.02822	.01529	1,2,3,4,5,6,7,8
5	1	1	1		A	-.72563	.15106	-.01150	1,2,3,4,5,6,7,8
5	2	2	1		A	-.81174	-.00994	-.01598	1,2,3,4,5,6,7,8
6	1	1	1		A	-.02585	.14881	-.26222	1,2,3,4,5,6,7,8
6	2	1	1		A	-.02585	.06985	-.26414	1,2,3,4,5,6,7,8
6	3	2	1		A	-.02585	-.00967	-.26606	1,2,3,4,5,6,7,8
6	4	2	1		A	-.02585	-.08978	-.26798	1,2,3,4,5,6,7,8
6	5	2	1		A	-.02585	-.17046	-.26990	1,2,3,4,5,6,7,8
7	1	1	1		A	.17152	.00677	-.00094	1,2,3,4,5,6,7,8
7	2	1	1		A	.24634	-.00423	-.00094	1,2,3,4,5,6,7,8
8	1	2	1		A	-.77750	-.13881	.23087	1,2,3,4,5,6,7,8
8	2	2	1		A	-.77750	-.06983	.22895	1,2,3,4,5,6,7,8
8	3	2	1		A	-.77750	-.00144	.22703	1,2,3,4,5,6,7,8
8	4	1	1		A	-.77750	.06638	.22511	1,2,3,4,5,6,7,8
8	5	1	1		A	-.77750	.13362	.22319	1,2,3,4,5,6,7,8
9	1	2	1		A	-.91265	.00140	-.00031	1,2,3,4,5,6,7,8
9	2	2	1		A	-.98747	-.00225	-.00031	1,2,3,4,5,6,7,8
10	1	2	1		A	.32568	-.02238	.00978	1,2,3,4,5,6,7,8
10	2	2	1		A	.32881	-.01609	.00906	1,2,3,4,5,6,7,8
10	3	2	1		A	.33194	-.01028	.00834	1,2,3,4,5,6,7,8
10	4	1	1		A	.33506	-.00496	.00763	1,2,3,4,5,6,7,8
10	5	1	1		A	.33819	0	.00690	1,2,3,4,5,6,7,8
11	1	2	1		A	-1.7158	0	.00862	1,2,3,4,5,6,7,8
11	2	2	1		A	-1.7189	.00539	.00789	1,2,3,4,5,6,7,8
11	3	2	1		A	-1.7221	.01042	.00717	1,2,3,4,5,6,7,8
11	4	2	1		A	-1.7252	.01497	.00645	1,2,3,4,5,6,7,8
11	5	2	1		A	-1.7283	.01903	.00573	1,2,3,4,5,6,7,8
12	1	2	1		A	0	-.00877	.01490	1,2,3,4,5,6,7,8

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

30

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
12	2	2	1		A	0	-.00100	.01213	1,2,3,4,5,6,7,8,
12	3	1	1		A	0	.00518	.00936	1,2,3,4,5,6,7,8,
12	4	1	1		A	0	.00977	.00660	1,2,3,4,5,6,7,8,
12	5	1	1		A	0	.01277	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	1	1	1		A	0	.01277	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	2	1	1		A	0	.01363	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	3	1	1		A	0	.01392	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	4	1	1		A	0	.01363	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	5	1	1		A	0	.01277	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	1	1	1		A	0	.01277	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	2	1	1		A	0	.00977	-.00660	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	3	1	1		A	0	.00518	-.00936	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	4	2	1		A	0	-.00100	-.01213	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	5	2	1		A	0	-.00877	-.01490	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	1	1	1		A	-.04018	.00877	-.00161	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	2	1	1		A	-.03933	.00710	-.00378	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	3	1	1		A	-.03848	.00410	-.00594	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	4	2	1		A	-.03764	-.00023	-.00811	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	5	2	1		A	-.03679	-.00591	-.01027	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	1	2	1		A	-.03679	-.00591	.01027	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	2	2	1		A	-.03764	-.00023	.00811	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	3	1	1		A	-.03848	.00410	.00594	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	4	1	1		A	-.03933	.00710	.00378	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	5	1	1		A	-.04018	.00877	.00161	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	1	2	1		A	-.03801	-.00591	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	2	2	1		A	-.03801	-.00504	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	3	2	1		A	-.03801	-.00476	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	4	2	1		A	-.03801	-.00504	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	5	2	1		A	-.03801	-.00591	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	1	2	1		A	0	-.03134	.03453	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	2	1	1		A	0	.00549	.02686	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	3	1	1		A	0	.03311	.01918	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	4	1	1		A	0	.05153	.01151	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	5	1	1		A	0	.06074	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	1	1	1		A	0	.06074	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	2	1	1		A	0	.06160	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	3	1	1		A	0	.06189	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	4	1	1		A	0	.06160	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	5	1	1		A	0	.06074	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	1	1	1		A	0	.06074	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	2	1	1		A	0	.05153	-.01151	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	3	1	1		A	0	.03311	-.01918	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	4	1	1		A	0	.00549	-.02686	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	5	2	1		A	0	-.03134	-.03453	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	1	1	1		A	-.13291	.03134	-.00230	1,2,3,4,5,6,7,8,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

31

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	Н	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
21	2	1	1		A	-.13206	.02577	-.00682	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	3	1	1		A	-.13121	.01468	-.01134	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	4	2	1		A	-.13037	-.00192	-.01586	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	5	2	1		A	-.12952	-.02404	-.02038	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	1	2	1		A	-.13106	-.02404	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	2	2	1		A	-.13106	-.02318	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	3	2	1		A	-.13106	-.02289	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	4	2	1		A	-.13106	-.02318	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	5	2	1		A	-.13106	-.02404	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	1	2	1		A	-.12952	-.02404	.02038	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	2	2	1		A	-.13037	-.00192	.01586	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	3	1	1		A	-.13121	.01468	.01134	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	4	1	1		A	-.13206	.02577	.00682	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	5	1	1		A	-.13291	.03134	.00230	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	1	2	1		A	0	-.07721	.03862	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	2	2	1		A	0	-.05580	.03585	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	3	2	1		A	0	-.03598	.03309	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	4	2	1		A	0	-.01775	.03032	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	5	2	1		A	0	-.00111	.02755	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	1	2	1		A	0	-.00111	.02755	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	2	1	1		A	0	.00686	.02563	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	3	1	1		A	0	.01427	.02372	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	4	1	1		A	0	.02110	.02180	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	5	1	1		A	0	.02735	.01988	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	1	1	1		A	0	.02735	.01988	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	2	1	1		A	0	.03799	.01711	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	3	1	1		A	0	.04704	.01435	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	4	1	1		A	0	.05449	.01158	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	5	1	1		A	0	.06036	.00882	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	1	1	1		A	-.71029	.07721	-.09391	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	2	1	1		A	-.70944	.01856	-.09608	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	3	2	1		A	-.70859	-.04143	-.09824	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	4	2	1		A	-.70774	-.10276	-.10041	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	5	2	1		A	-.70690	-.16543	-.10257	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	1	1	1		A	-1.2901	.15407	-.08249	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	2	1	1		A	-1.2910	.10247	-.08465	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	3	1	1		A	-1.2918	.04952	-.08682	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	4	2	1		A	-1.2927	-.00474	-.08898	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	5	2	1		A	-1.2935	-.06036	-.09115	1,2,3,4,5,6,7,8,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

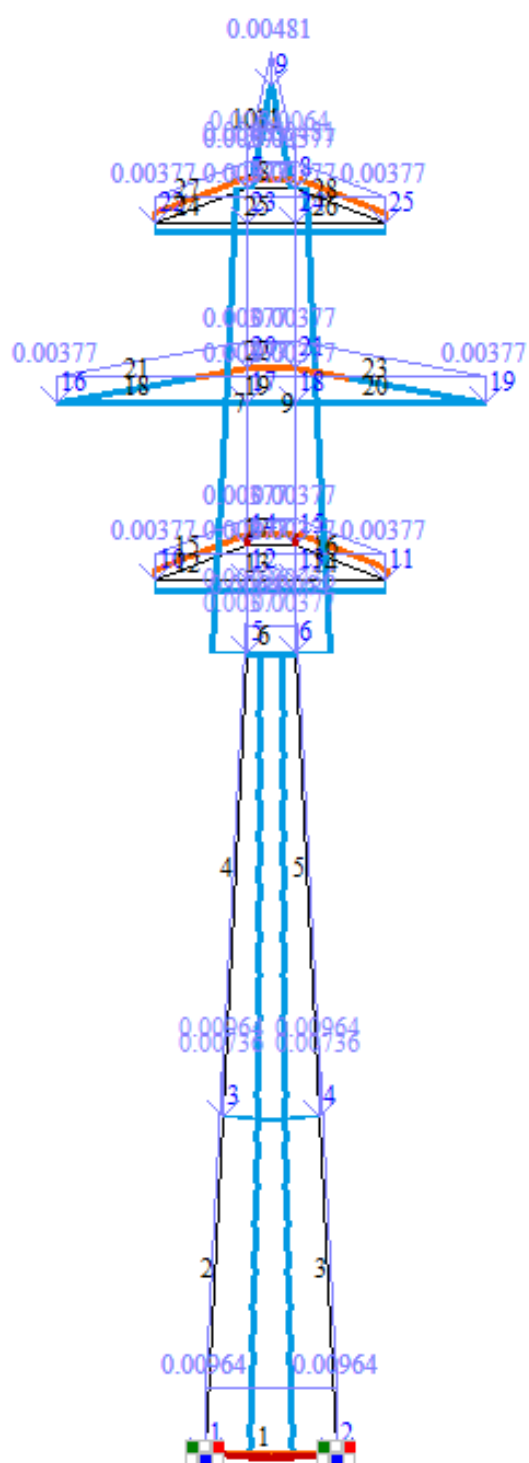
32

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Отообразим эпюры согласно назначенных нагрузок по порядку:

Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My.

Эпюра N

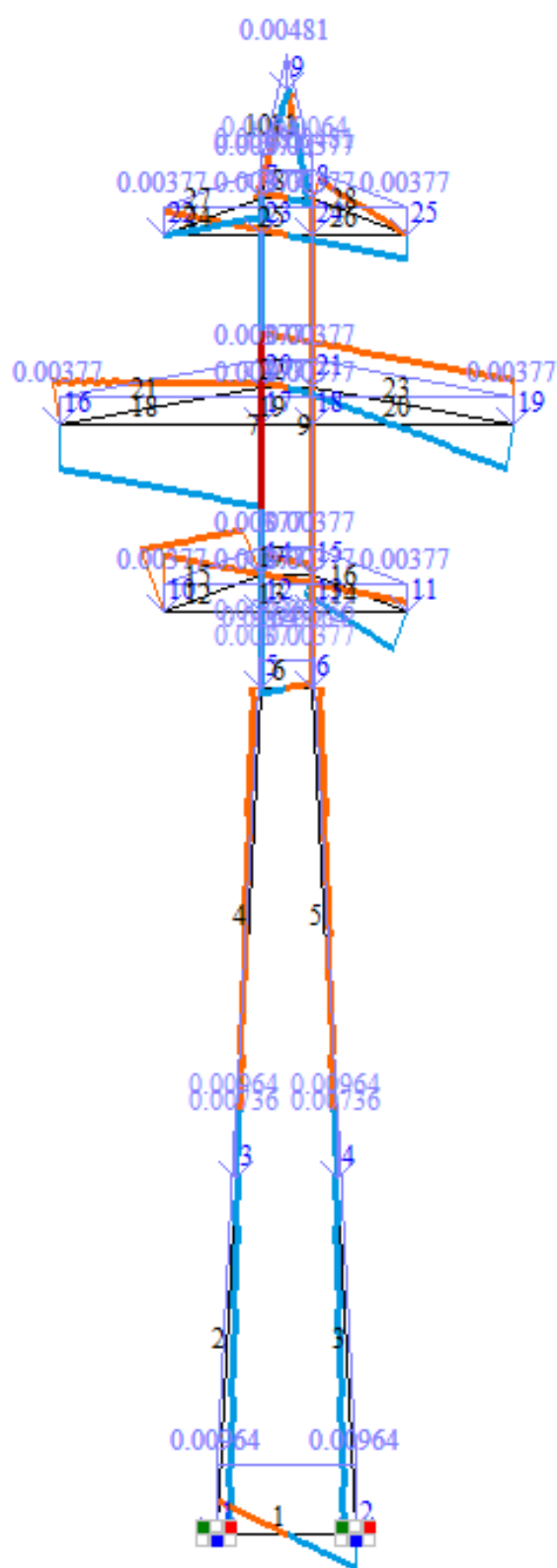


Эпюра N

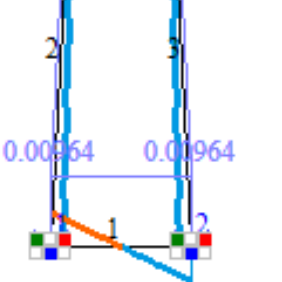
Единицы измерения - т

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

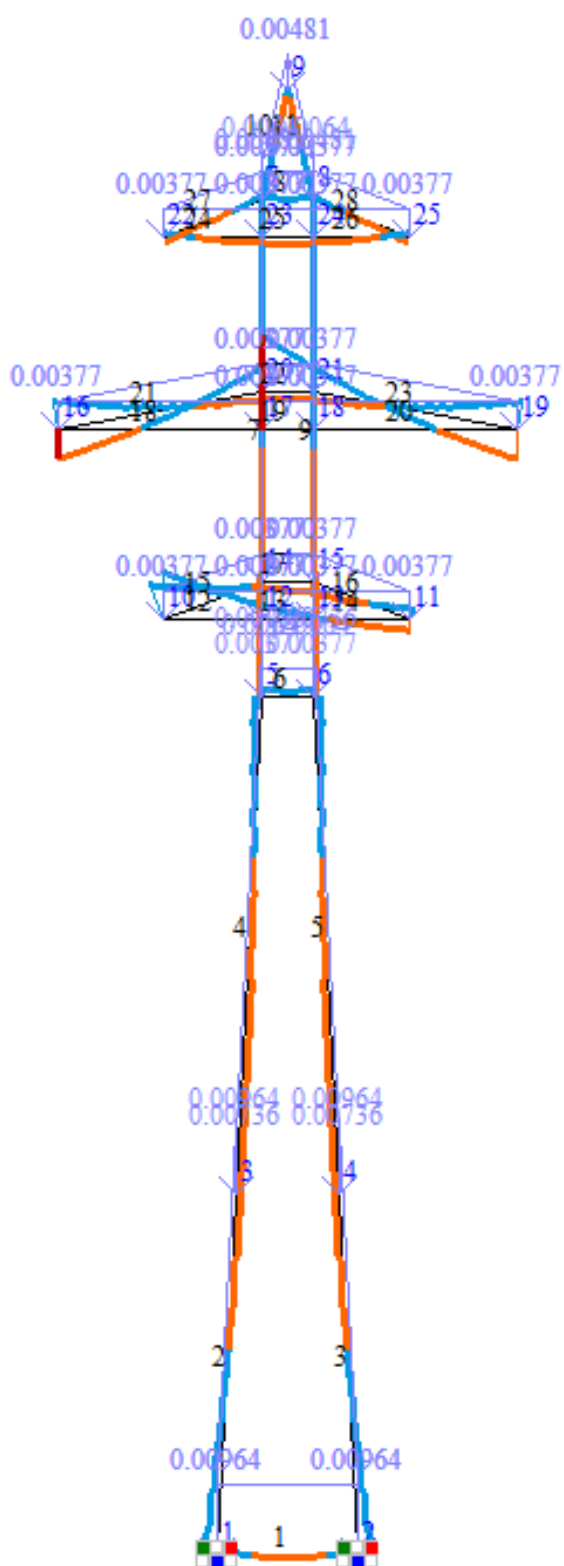
Эпюра Qz



Эпюра Q_z
Единицы измерения - т

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<div><p>Эпюра Q_z Единицы измерения - т</p></div>						Лист		
			6/17-7.17-ТКР-02						34		
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата						

Эпюра Му
Единицы измерения - т*м



Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

В расчете учтен физический износ металлических решетчатых опор, коррозия стенок и полок профилей принята 1,5 мм – процент износа равен порядка 20%.

Промежуточная двухцепная опора П110-4В

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 1. Уголок параллельно полкам 90 х 90 х 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 90 х 90 х 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
1	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.80
1	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.80
2	1		0.00		0	0	0	24	24	0	78	0	24	78	8.51
2	2		0.00		1	1	1	24	24	0	78	1	24	78	8.51
3	1		0.00		2	2	2	24	24	0	78	2	24	78	8.51
3	2		0.00		2	2	2	24	24	0	78	2	24	78	8.51
Сечение: 2. Уголок параллельно полкам 80 х 80 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 80 х 80 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
4	1		0.00		0	0	0	27	27	0	78	0	27	78	11.72
4	2		0.00		1	1	1	27	27	0	78	1	27	78	11.72
5	1		0.00		2	3	3	27	27	0	78	3	27	78	11.72
5	2		0.00		3	3	3	27	27	0	78	3	27	78	11.72
Сечение: 3. Уголок параллельно полкам 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
6	1		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
6	2		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
6	3		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
6	4		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
6	5		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
7	1		0.00		1	0	0	16	16	0	63	1	16	63	11.70
7	2		0.00		1	0	0	16	16	0	63	1	16	63	11.70
8	1		0.00		3	3	3	31	31	0	63	3	31	63	1.20

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

36

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
8	2		0.00		3	3	3	31	31	0	63	3	31	63	1.20
8	3		0.00		3	3	3	31	31	0	63	3	31	63	1.20
8	4		0.00		3	3	3	31	31	0	63	3	31	63	1.20
8	5		0.00		3	3	3	31	31	0	63	3	31	63	1.20
9	1		0.00		3	4	4	31	31	0	63	4	31	63	11.70
9	2		0.00		4	4	4	31	31	0	63	4	31	63	11.70
13	1		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
13	2		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
13	3		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
13	4		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
13	5		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
17	1		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
17	2		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
17	3		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
17	4		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
17	5		0.00		0	0	0	31	31	0	63	0	31	63	1.20
18	1		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
18	2		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
18	3		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
18	4		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
18	5		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
19	1		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
19	2		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
19	3		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
19	4		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
19	5		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
20	1		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
20	2		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
20	3		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
20	4		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
20	5		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	4.20
22	1		0.00		0	1	1	31	31	0	63	1	31	63	1.20
22	2		0.00		0	1	1	31	31	0	63	1	31	63	1.20
22	3		0.00		0	1	1	31	31	0	63	1	31	63	1.20
22	4		0.00		0	1	1	31	31	0	63	1	31	63	1.20
22	5		0.00		0	1	1	31	31	0	63	1	31	63	1.20
25	1		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
25	2		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
25	3		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
25	4		0.00		0	0	0	0	0	0	63	0	0	63	1.20
25	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

37

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 4. Уголок параллельно полкам 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
10	1		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	2		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	3		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	4		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	5		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
11	1		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	2		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	3		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	4		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	5		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
12	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
12	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
12	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
12	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
12	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
14	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
14	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
14	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
14	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
14	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
24	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
24	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
24	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
24	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
24	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
26	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
26	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
26	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
26	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
26	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.10
Сечение: 5. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 50 х 50 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
15	1		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
15	2		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
15	3		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

38

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры П110-4В полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

2.2.2 Расчет анкерной-угловой опоры – марка У110-4

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 110 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) XOZ.

Конструктивная схема опоры У110-4 показана на рис. 3.6.

Конструктивная схема опоры У110-4 выполненная в программе AutoCAD 2012 для интегрирования в программу ПК «Ли́ра» показана на рис. 3.7.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры У110-4 подлежащих расчету показаны на рис. 3.8.

Расчетная схема опоры У110-4 (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.9.

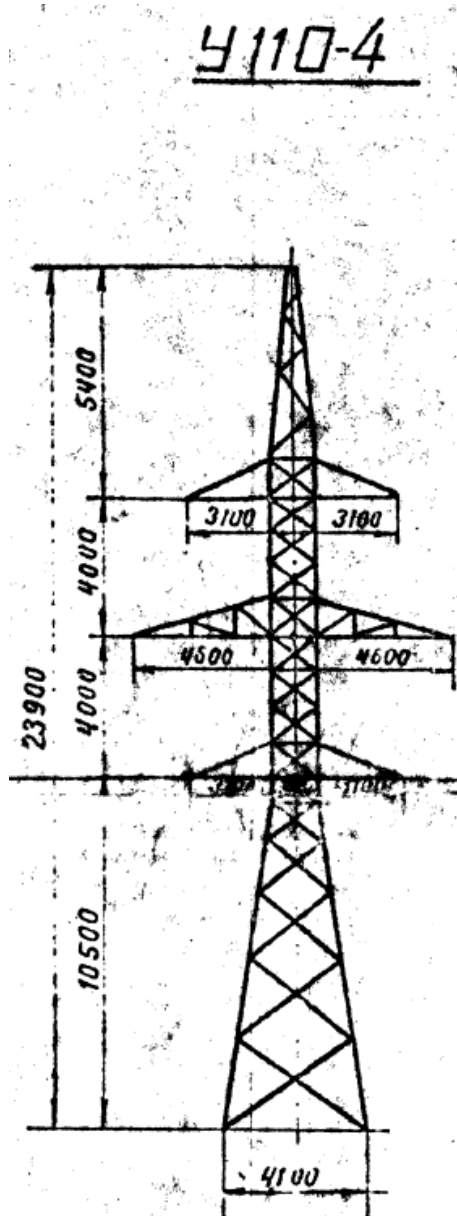


Рис. 3.6. Конструктивная схема опоры У110-4 (серия №3078тм)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Рис. 3.6. Конструктивная схема опоры У110-4 (серия №3078тм)

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							40
Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата		

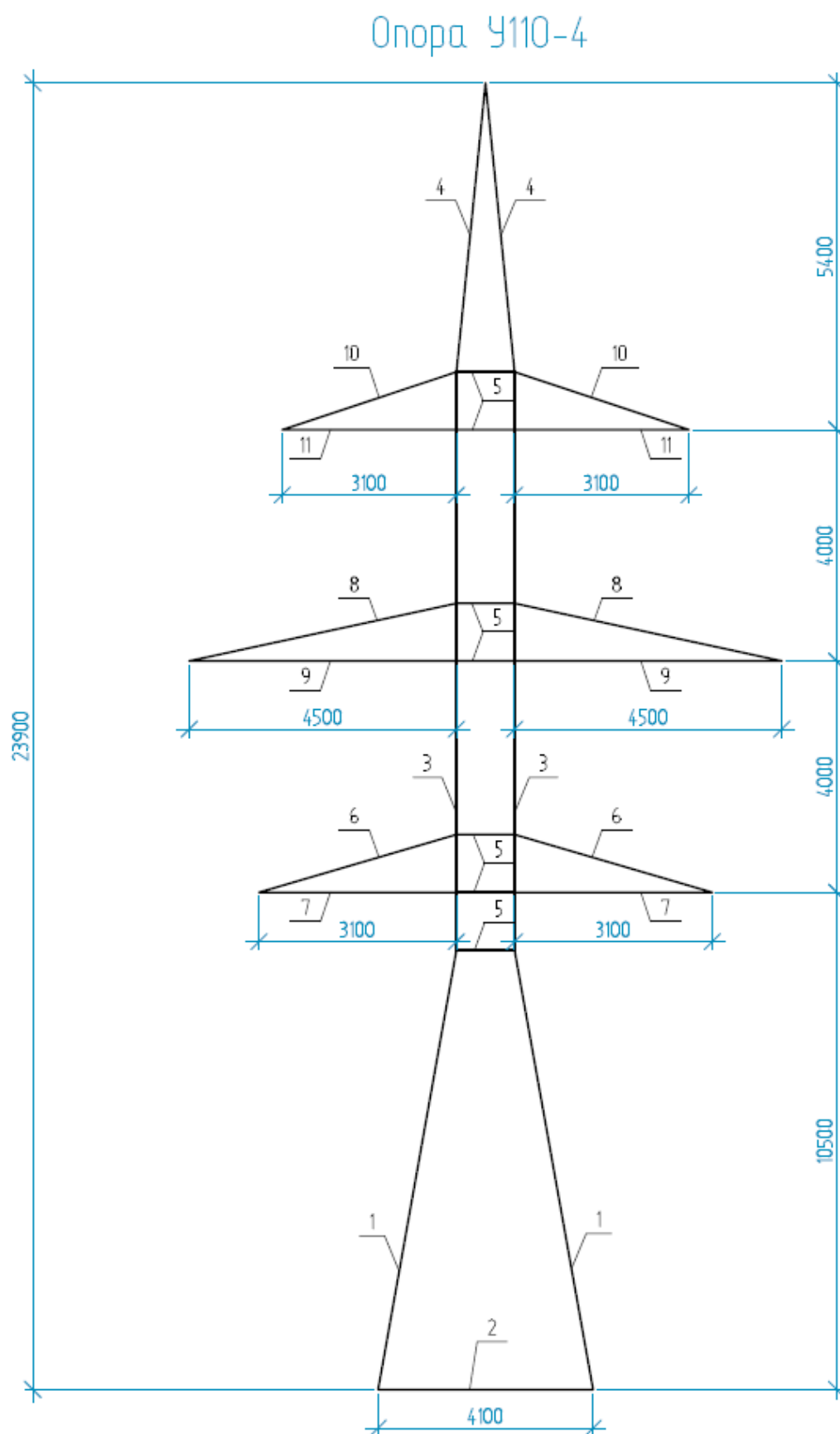


Рис. 3.7. Конструктивная схема опоры У110-4 выполненная в программе AutoCad 2012 для интегрирования в программу ПК «Ли́ра»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

41

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры У110-4 по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору У110-4 представлена на рис. 3.10.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				43

Схема нагрузок на опору марки У110-4

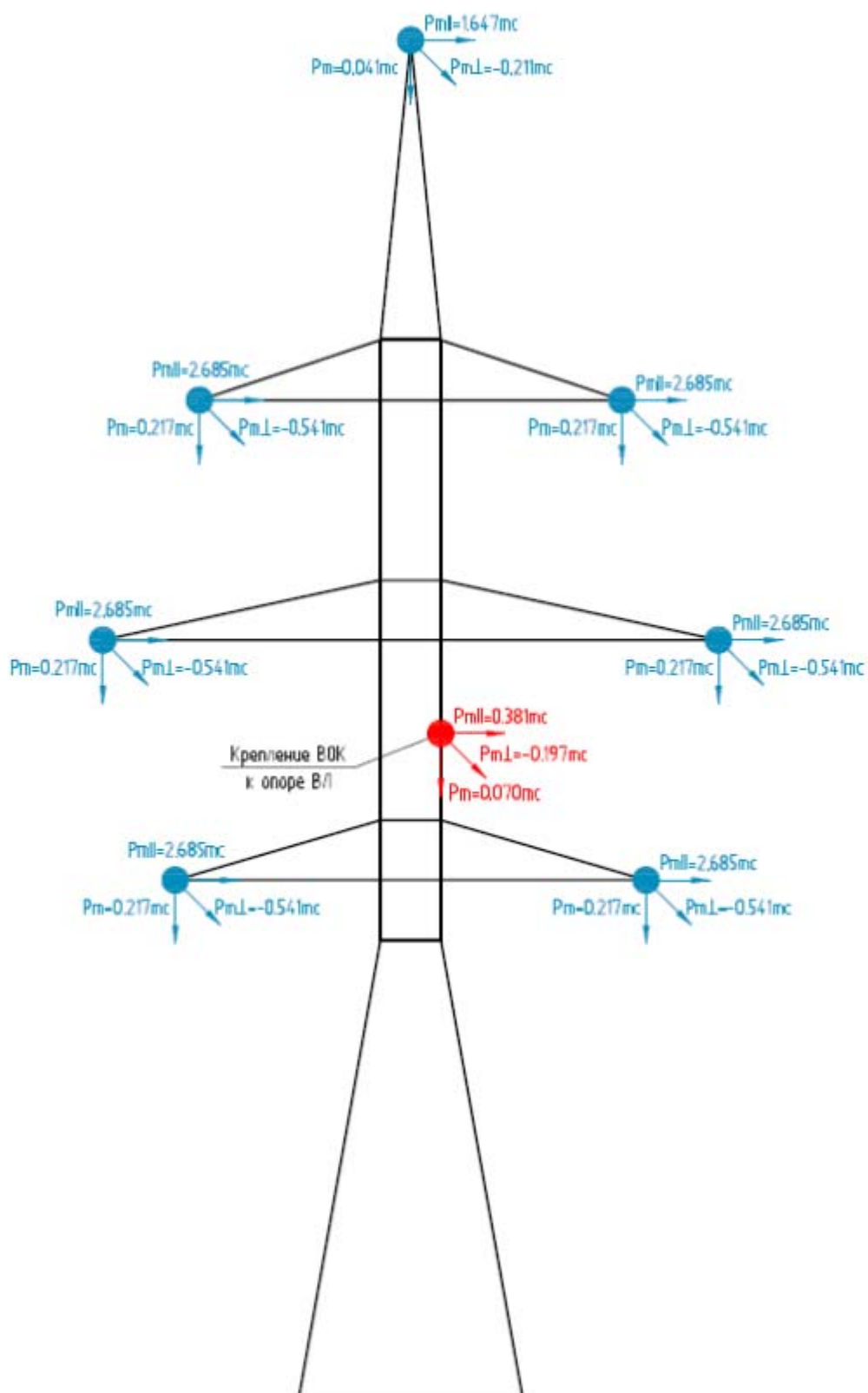


Рис. 3.10. Схема нагрузок на опору У110-4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

44

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

загрузка 1 - статическое нагружение;

загрузка 2 - статическое нагружение;

загрузка 3 - статическое нагружение;

загрузка 4 - статическое нагружение;

загрузка 5 - статическое нагружение;

загрузка 6 - статическое нагружение;

загрузка 7 - статическое нагружение;

загрузка 8 - статическое нагружение;

загрузка 9 - статическое нагружение.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузок:

загрузка 1 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 4 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 5 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 6 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 7 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							6/17-7.17-ТКР-02		Лист
											45
			Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата			

загружение 4 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 5 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 6 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 7 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
--

загружение 8 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 9 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X;

Z линейное по оси Z;

UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий. В последующих графах указываются:

в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

Взам. инв. №		<p>указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются:</p> <p>в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;</p> <p>во второй строке - номера первых двух узлов.</p> <p>В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:</p> <p>ЭЛМ - номер элемента.</p>							
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
								6/17-7.17-ТКР-02	Лист
									46
		Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата		

НС - номер сечения.

КРТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетания.

Индексами А или В помечаются группы РСУ:

А - группа РСУ, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа РСУ, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузений, вошедших в расчетные сочетания.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

МК - крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MY изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

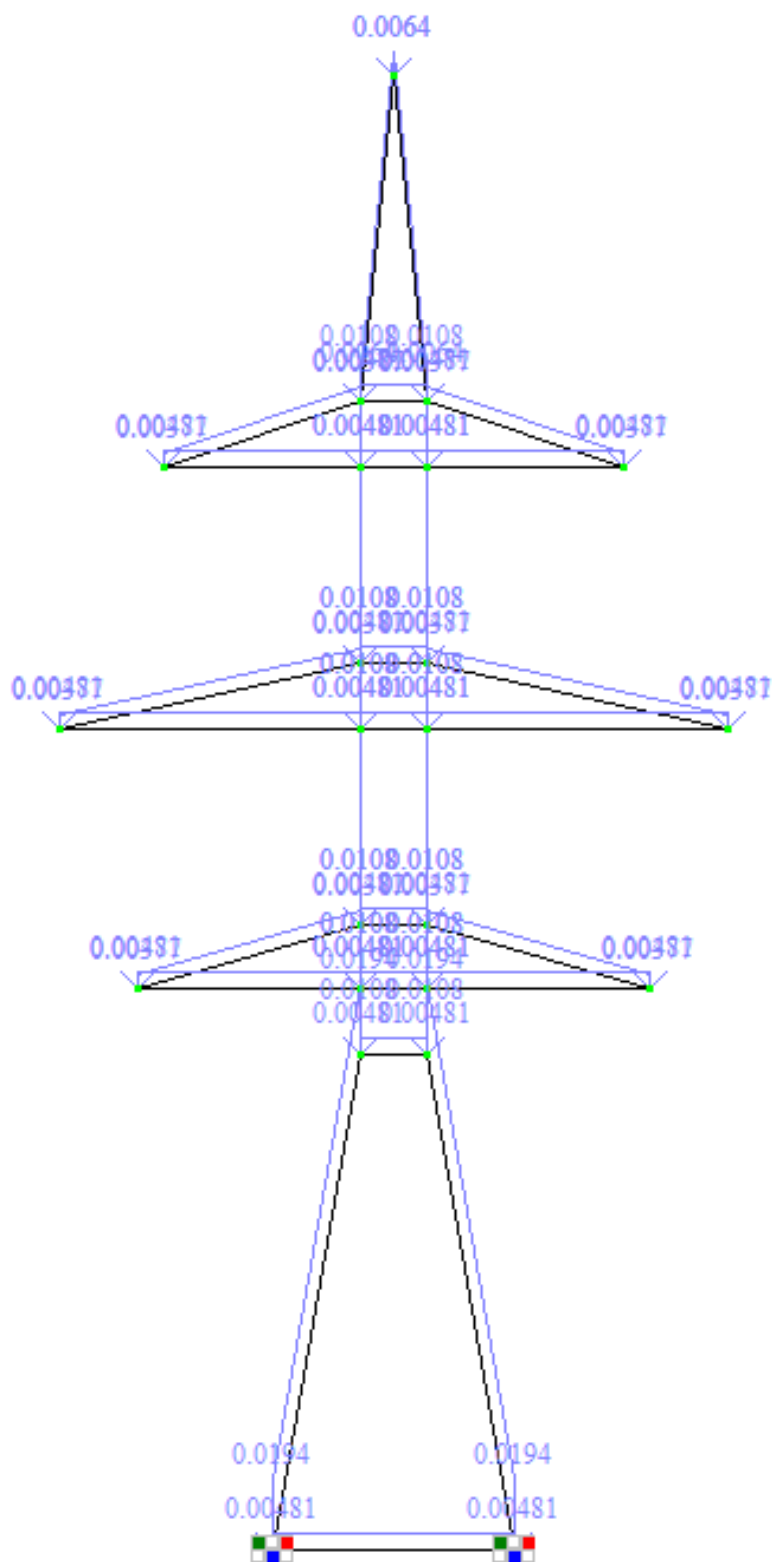
QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				47

Отобразим загрузки опоры У110-4 по порядку:

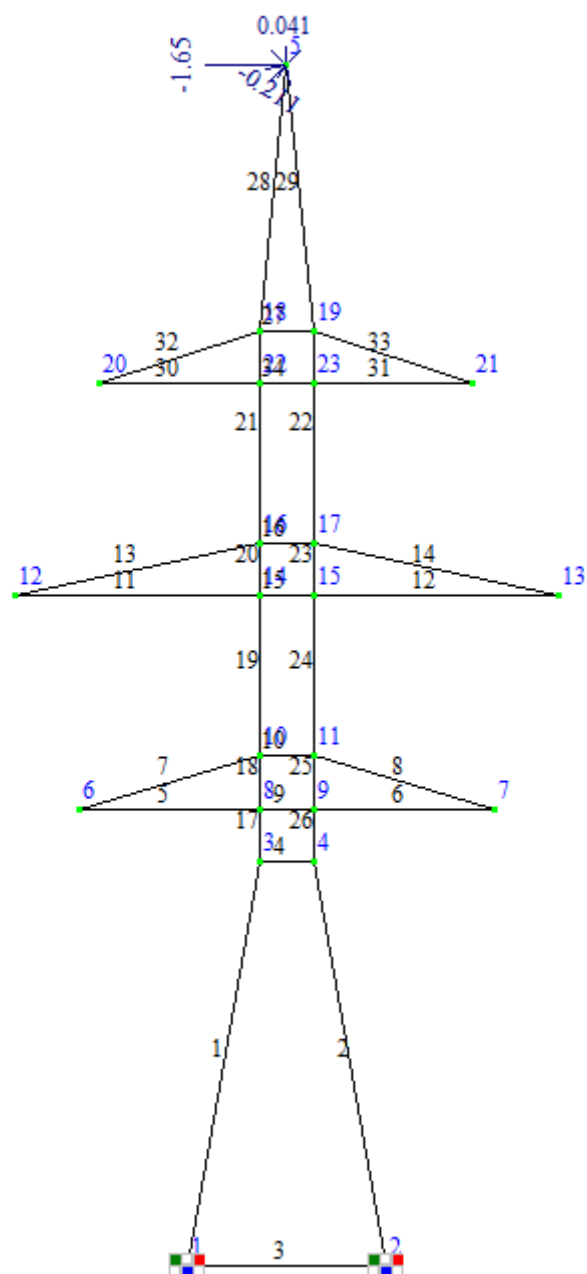
Загрузка 1 (собственный вес)



Загрузка 1

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №				
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата					Лист
						6/17-7.17-ТКР-02				48

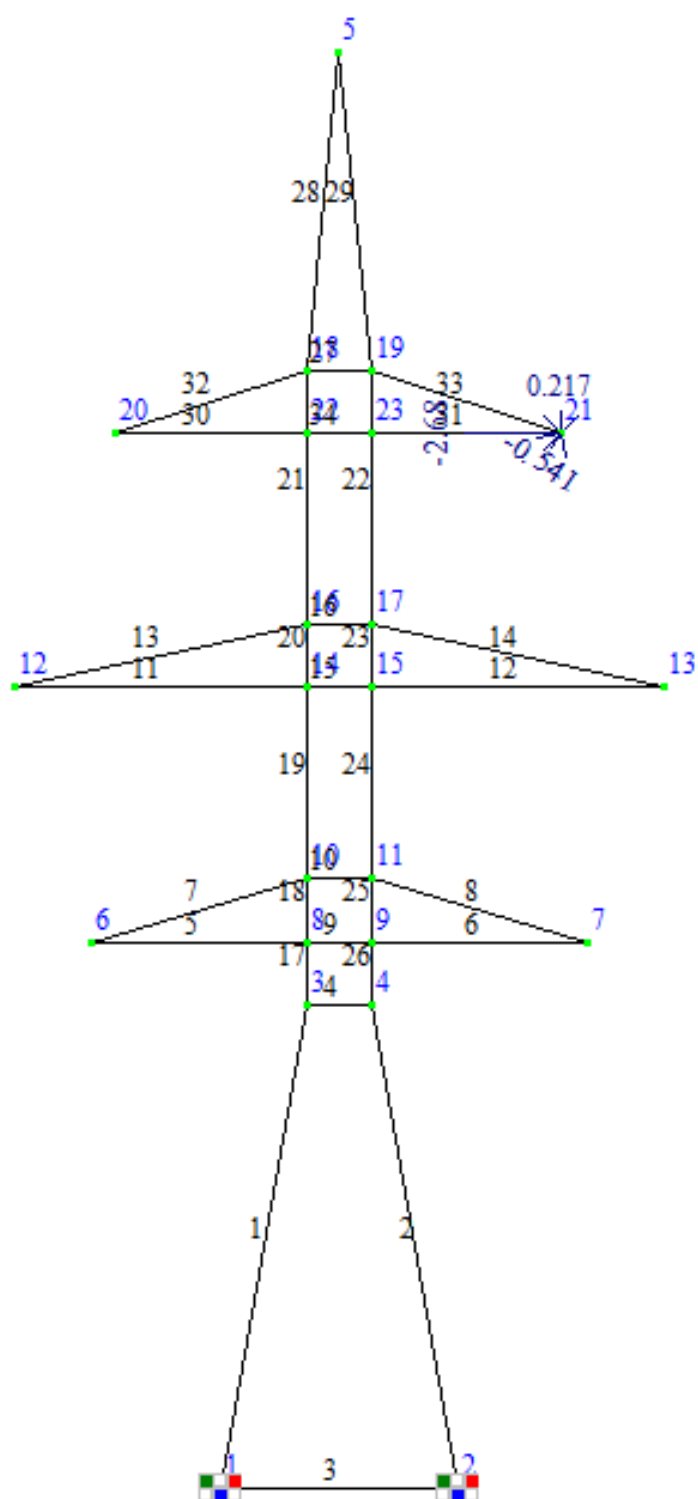
Загружение 2 (нагрузка от троса)



Загружение 2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №										

Загрузка 3 (нагрузка от провода)



Загрузка 3

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

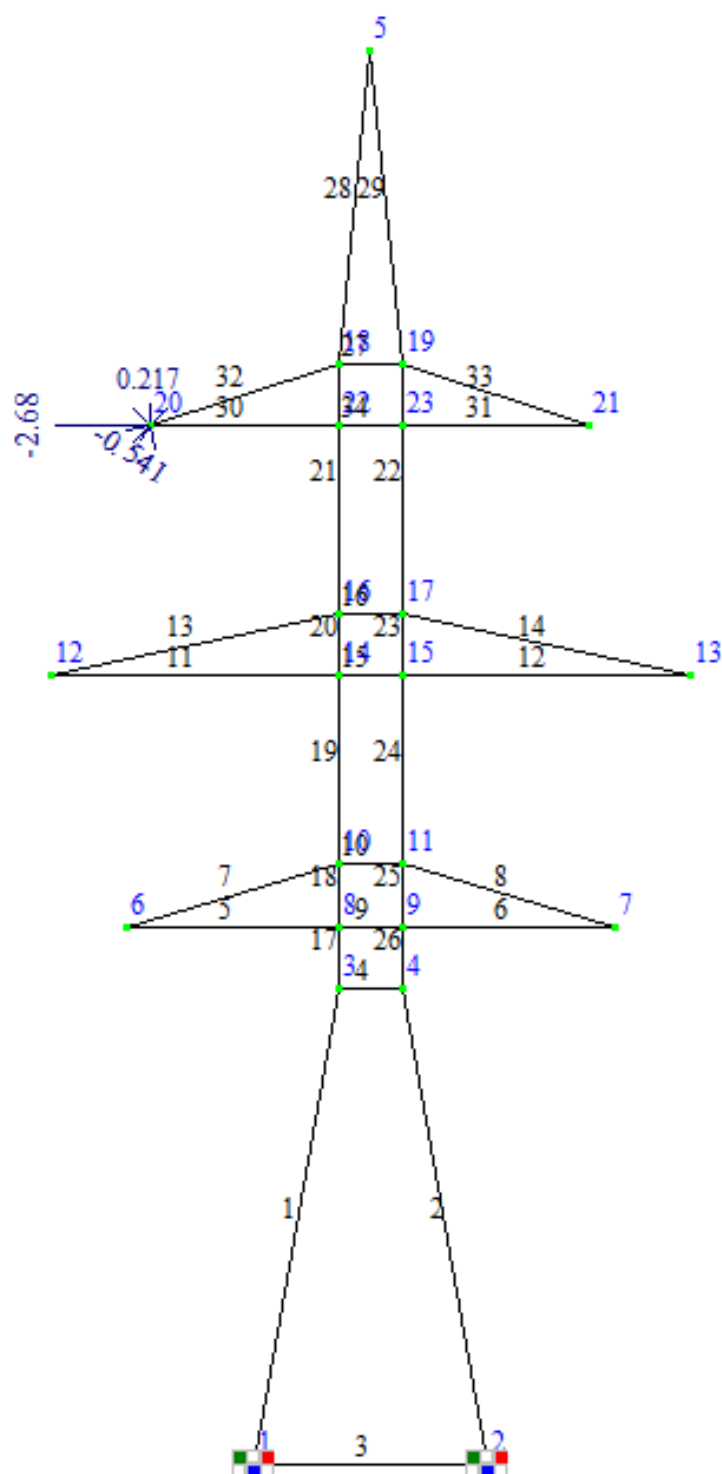
Лист

6/17-7.17-ТКР-02

50

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Загружение 4 (нагрузка от провода)



Загружение 4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

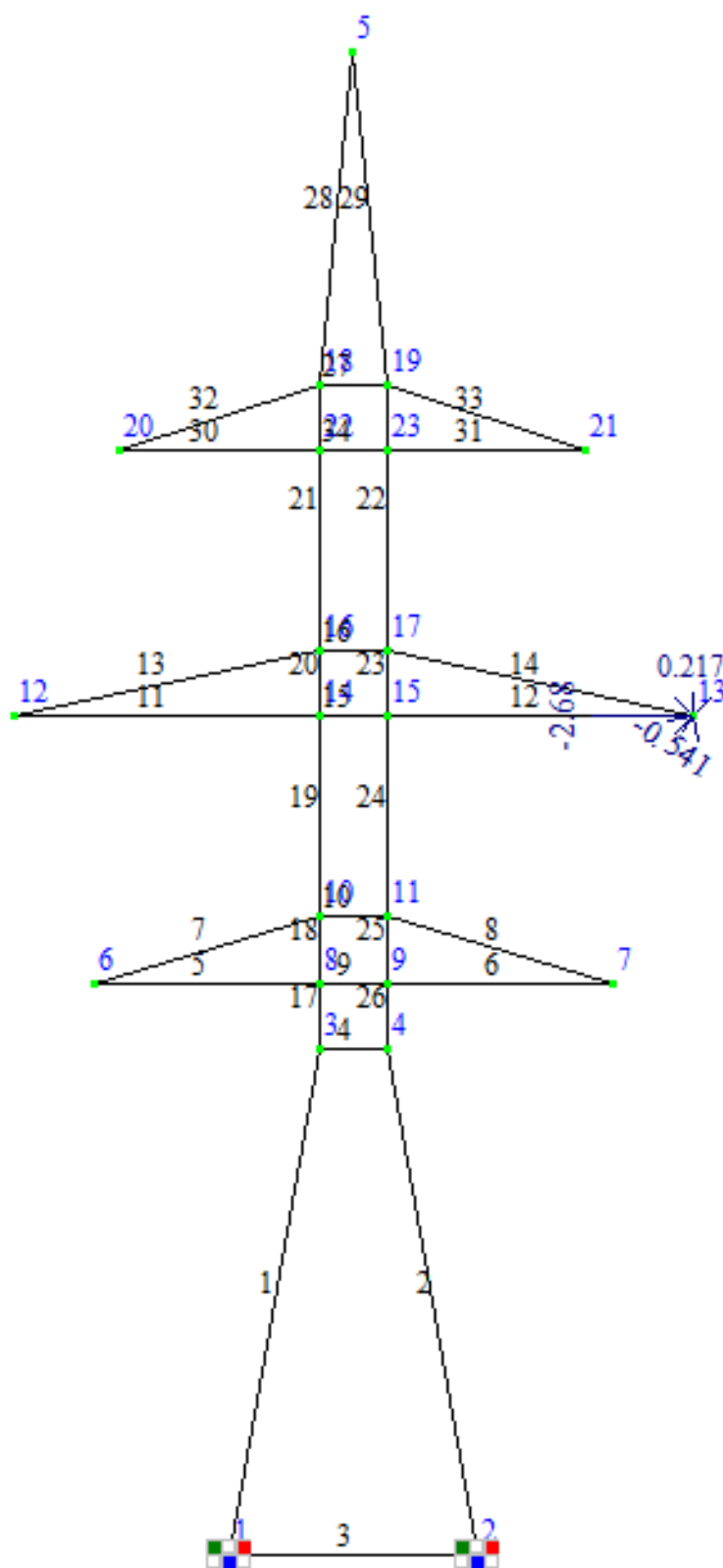
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

51

Загрузка 5 (нагрузка от провода)



Загрузка 5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

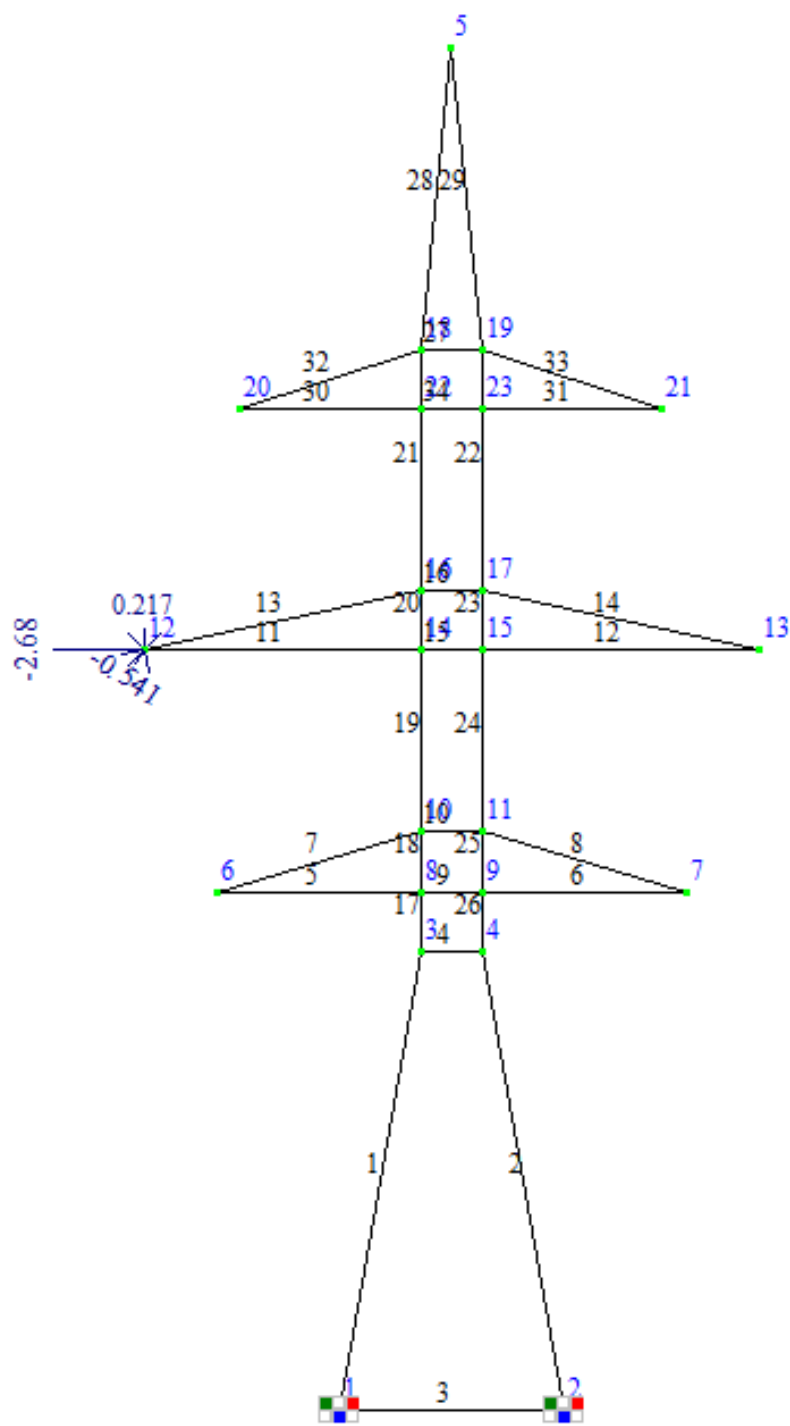
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

52

Загружение 6 (нагрузка от провода)



Загружение 6

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

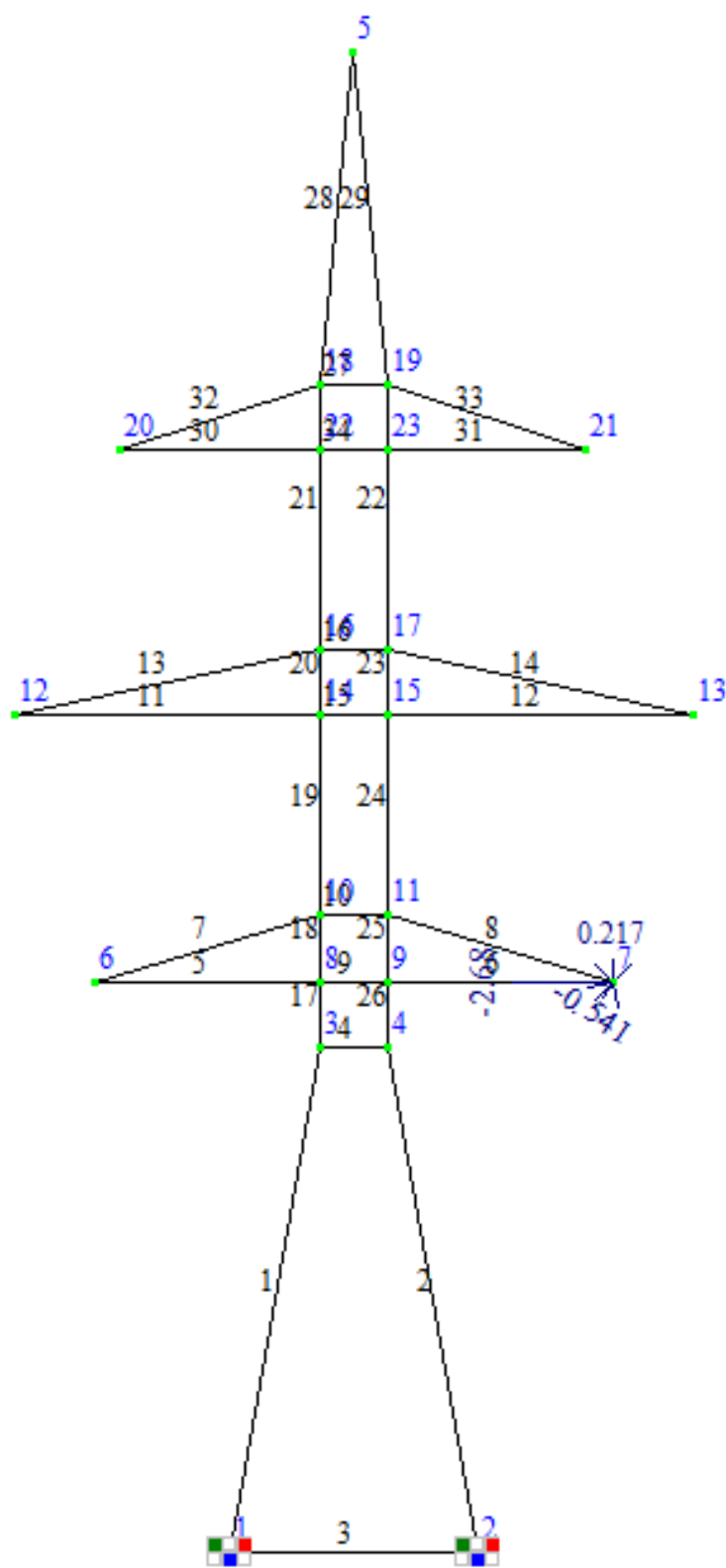
Лист

6/17-7.17-ТКР-02

53

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Загрузка 7 (нагрузка от провода)



Загрузка 7

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

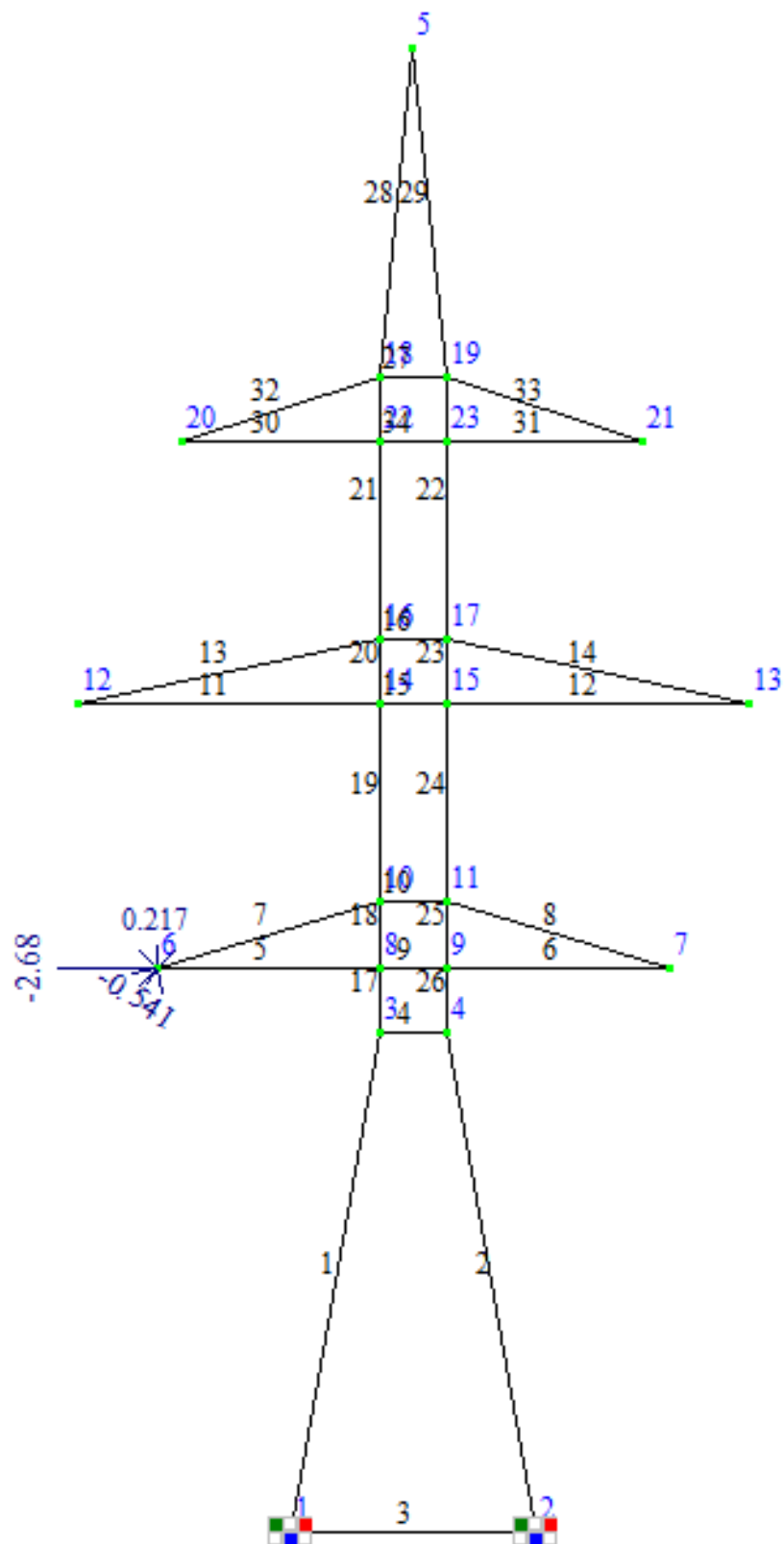
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

54

Загрузка 8 (нагрузка от провода)



Загрузка 8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

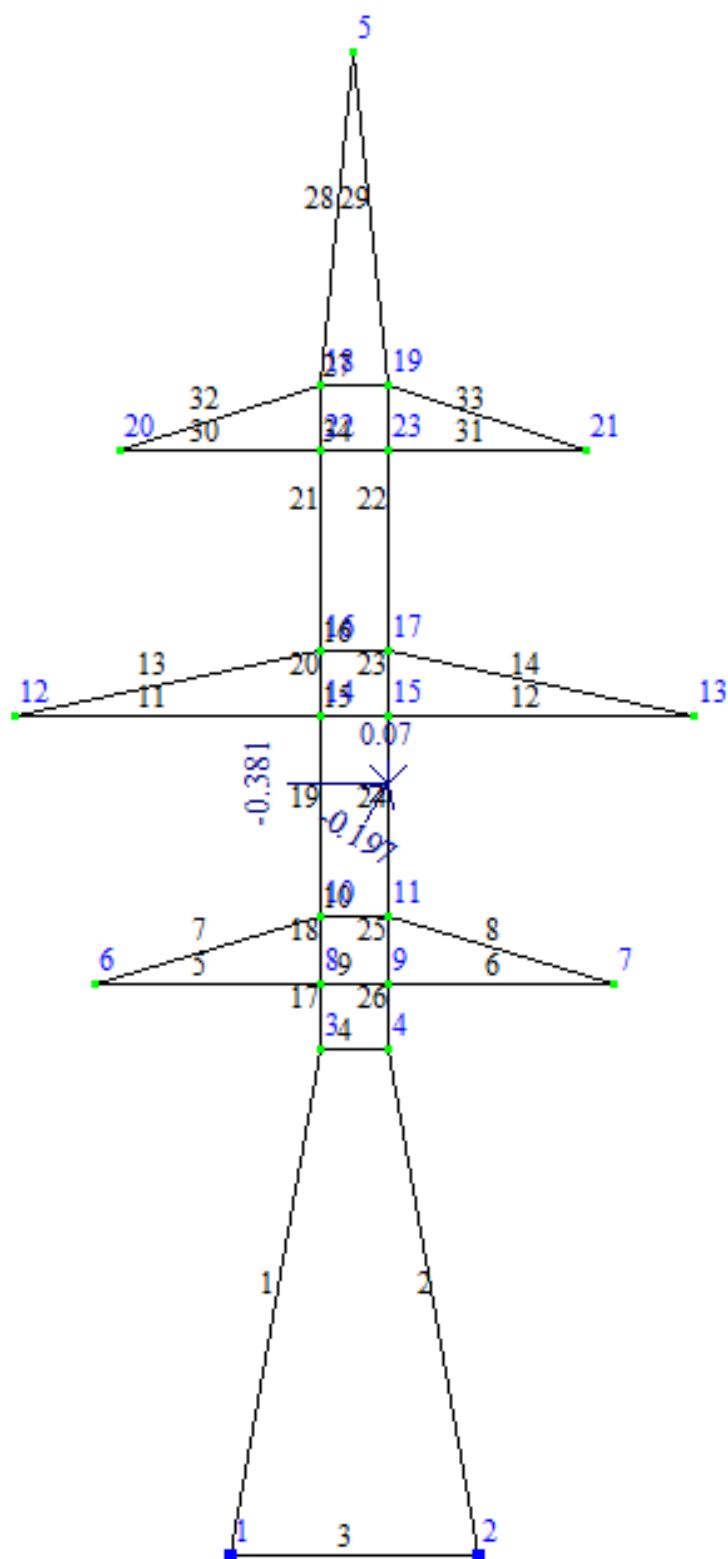
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

55

Загружение 9 (нагрузка от ВОЛС)



Загружение 9

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

56

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	2	1		A1	.13377	-.21950	.05342	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
1	2	1	1		A1	.28119	.09183	.02724	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
2	1	2	1		A1	-5.1018	-.13192	.05456	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
2	2	2	1		A1	-5.2492	.18819	.02837	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	1	2	1		A1	0	-.00548	.00889	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	2	1	1		A1	0	.00068	.00444	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	3	1	1		A1	0	.00274	0	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	4	1	1		A1	0	.00068	-.00444	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	5	2	1		A1	0	-.00548	-.00889	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	1	1	1		A1	-.43631	.37827	-.73580	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	2	1	1		A1	-.43631	.19417	-.73700	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	3	1	1		A1	-.43631	.00977	-.73820	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	4	2	1		A1	-.48431	-.19143	-.84941	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	5	2	1		A1	-.48431	-.40393	-.85061	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	1	2	1		A1	-2.1270	-.00018	.00676	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	2	2	1		A1	-2.1270	.00382	.00267	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	3	2	1		A1	-2.1270	.00436	-.00141	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	4	2	1		A1	-2.1270	.00142	-.00550	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	5	2	1		A1	-2.1270	-.00499	-.00959	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	1	2	1		A1	-1.8014	-.02155	.01534	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	2	2	1		A1	-1.8014	-.01025	.01125	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	3	2	1		A1	-1.8014	-.00242	.00716	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	4	2	1		A1	-1.8014	.00193	.00307	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	5	2	1		A1	-1.8014	.00281	-.00101	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
7	1	1	1		A1	2.0544	.00018	.00408	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
7	2	1	1		A1	2.0581	-.00802	-.00871	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	1	1	1		A1	2.0416	-.00704	.00759	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	2	1	1		A1	2.0378	-.00281	-.00521	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

57

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
9	1	1	1		A1	-1.9249	.42109	-.84288	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	2	1	1		A1	-1.9249	.21021	-.84409	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	3	2	1		A1	-1.9249	-.00095	-.84529	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	4	2	1		A1	-1.9249	-.21242	-.84649	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	5	2	1		A1	-1.9249	-.42420	-.84769	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	1	1	1		A1	1.9395	.46650	-.93326	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	2	1	1		A1	1.9395	.23304	-.93446	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	3	1	1		A1	1.9395	-.00072	-.93566	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	4	2	1		A1	1.9395	-.23479	-.93687	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	5	2	1		A1	1.9395	-.46916	-.93807	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	1	2	1		A1	-5.4197	.00392	.00069	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	2	2	1		A1	-5.4197	.00154	-.00483	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	3	2	1		A1	-5.4197	-.00720	-.01037	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	4	2	1		A1	-5.4197	-.02231	-.01590	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	5	2	1		A1	-5.4197	-.04378	-.02143	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	1	2	1		A1	-2.5388	-.00492	.01217	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	2	2	1		A1	-2.5388	.00589	.00664	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	3	2	1		A1	-2.5388	.01035	.00111	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	4	2	1		A1	-2.5388	.00845	-.00442	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	5	2	1		A1	-2.5388	.00019	-.00995	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	1	1	1		A1	5.3865	-.00392	.00569	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	2	1	1		A1	5.3902	-.01789	-.01163	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	1	1	1		A1	2.7590	-.01032	.01081	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	2	1	1		A1	2.7553	-.00019	-.00651	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	1	2	1		A1	-3.9707	-.00525	.00554	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	2	2	1		A1	-3.9707	-.00401	.00434	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	3	2	1		A1	-3.9707	-.00308	.00314	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	4	2	1		A1	-3.9707	-.00244	.00193	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	5	2	1		A1	-3.9707	-.00211	.00073	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	1	1	1		A1	3.9764	-.08264	.16122	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	2	1	1		A1	3.9764	-.04249	.16002	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	3	1	1		A1	3.9764	-.00263	.15882	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	4	1	1		A1	3.9764	.03692	.15761	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	5	1	1		A1	3.9764	.07617	.15641	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

58

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
17	1	1	1		A1	-46370	.28643	-.51231	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	2	2	1		A1	-.45291	-.22587	-.51231	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	1	1	1		A1	-1.2862	.20020	-.31015	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	2	2	1		A1	-1.2754	-.10995	-.31015	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	1	1	1		A1	-1.6195	.36457	-.34272	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	2	2	1		A1	-1.5872	-.66360	-.34272	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	1	2	1		A1	-1.5602	-.62508	1.1062	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	2	1	1		A1	-1.5494	.48120	1.1062	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
21	1	1	1		A1	-.23178	.41645	-.18204	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
21	2	2	1		A1	-.18863	-.31173	-.18204	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
22	1	1	1		A1	-1.2189	.29341	-.17195	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
22	2	2	1		A1	-1.2620	-.39438	-.17195	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
23	1	2	1		A1	-1.7023	-.48088	1.1106	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
23	2	1	1		A1	-1.7131	.62979	1.1106	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
24	1	1	1		A1	-1.7245	.62698	-.32127	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
24	2	2	1		A1	-1.7569	-.33682	-.32127	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
25	1	1	1		A1	-3.2783	.12529	-.33826	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
25	2	2	1		A1	-3.2891	-.21296	-.33826	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
26	1	1	1		A1	-4.1522	.18968	-.46168	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
26	2	2	1		A1	-4.1630	-.27200	-.46168	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
27	1	1	1		A1	1.7613	.13282	-.26707	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
27	2	1	1		A1	1.7613	.06590	-.26827	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
27	3	1	1		A1	1.7613	-.00131	-.26947	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
27	4	2	1		A1	1.7613	-.06883	-.27068	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
27	5	2	1		A1	1.7613	-.13665	-.27188	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
28	1	1	1		A1	.15910	.01863	-.00225	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
28	2	1	1		A1	.19108	-.00071	-.00545	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
29	1	2	1		A1	-.33504	-.00071	-.00294	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
29	2	2	1		A1	-.36702	-.02353	-.00614	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
30	1	2	1		A1	-1.7479	-.07168	.03333	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
30	2	2	1		A1	-1.7479	-.04803	.02972	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
30	3	2	1		A1	-1.7479	-.02708	.02612	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
30	4	2	1		A1	-1.7479	-.00885	.02251	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
30	5	2	1		A1	-1.7479	.00668	.01890	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

59

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
31	1	2	1		A1	-1.7479	.02318	.01409	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
31	2	2	1		A1	-1.7479	.03239	.01048	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
31	3	1	1		A1	-1.7479	.03891	.00688	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
31	4	1	1		A1	-1.7479	.04271	.00327	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
31	5	1	1		A1	-1.7479	.04382	-.00033	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
32	1	1	1		A1	1.7016	.07168	-.06770	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
32	2	2	1		A1	1.7054	-.16027	-.07900	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
33	1	1	1		A1	1.9890	.13322	-.05033	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
33	2	2	1		A1	1.9853	-.04382	-.06163	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
34	1	2	1		A1	-1.7479	.00668	.01890	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
34	2	2	1		A1	-1.7479	.01125	.01770	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
34	3	2	1		A1	-1.7479	.01553	.01650	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
34	4	2	1		A1	-1.7479	.01950	.01529	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
34	5	2	1		A1	-1.7479	.02318	.01409	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

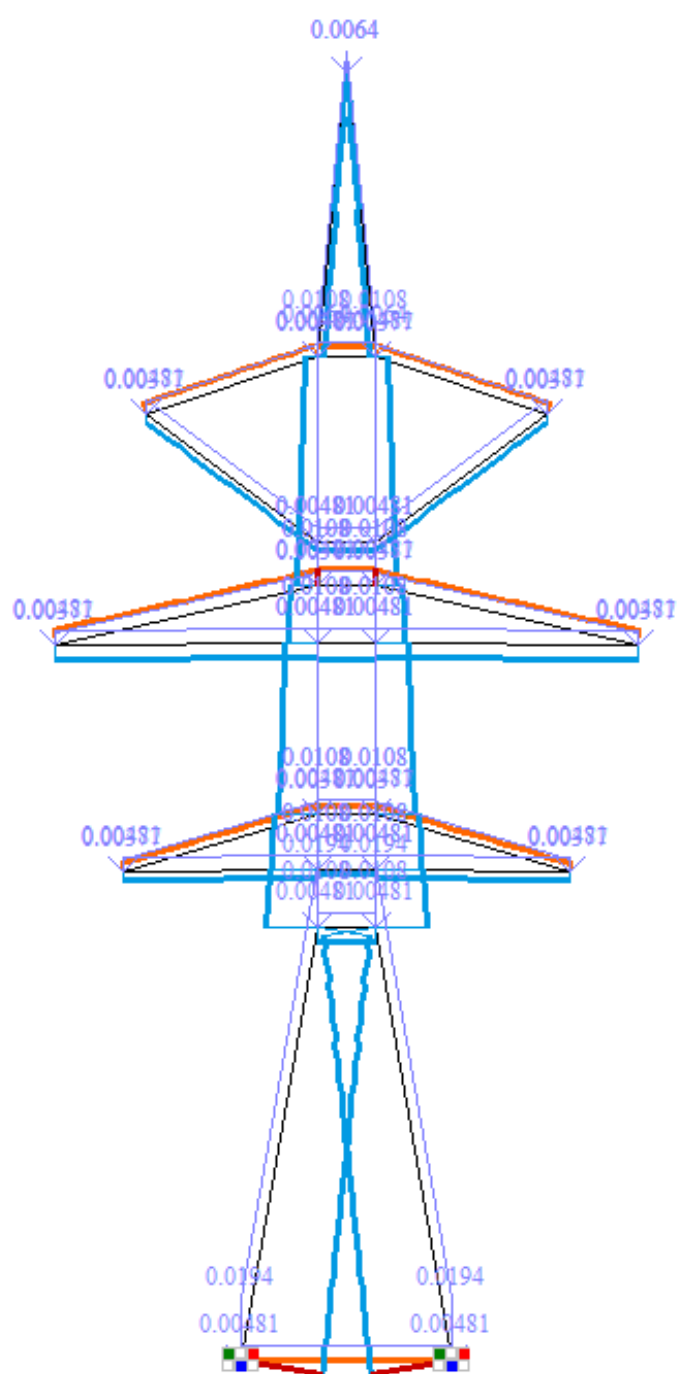
6/17-7.17-ТКР-02

60

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

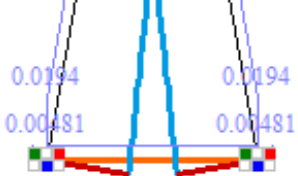
Отобразим эпюры согласно назначенных нагрузок по порядку:
Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My

Эпюра N

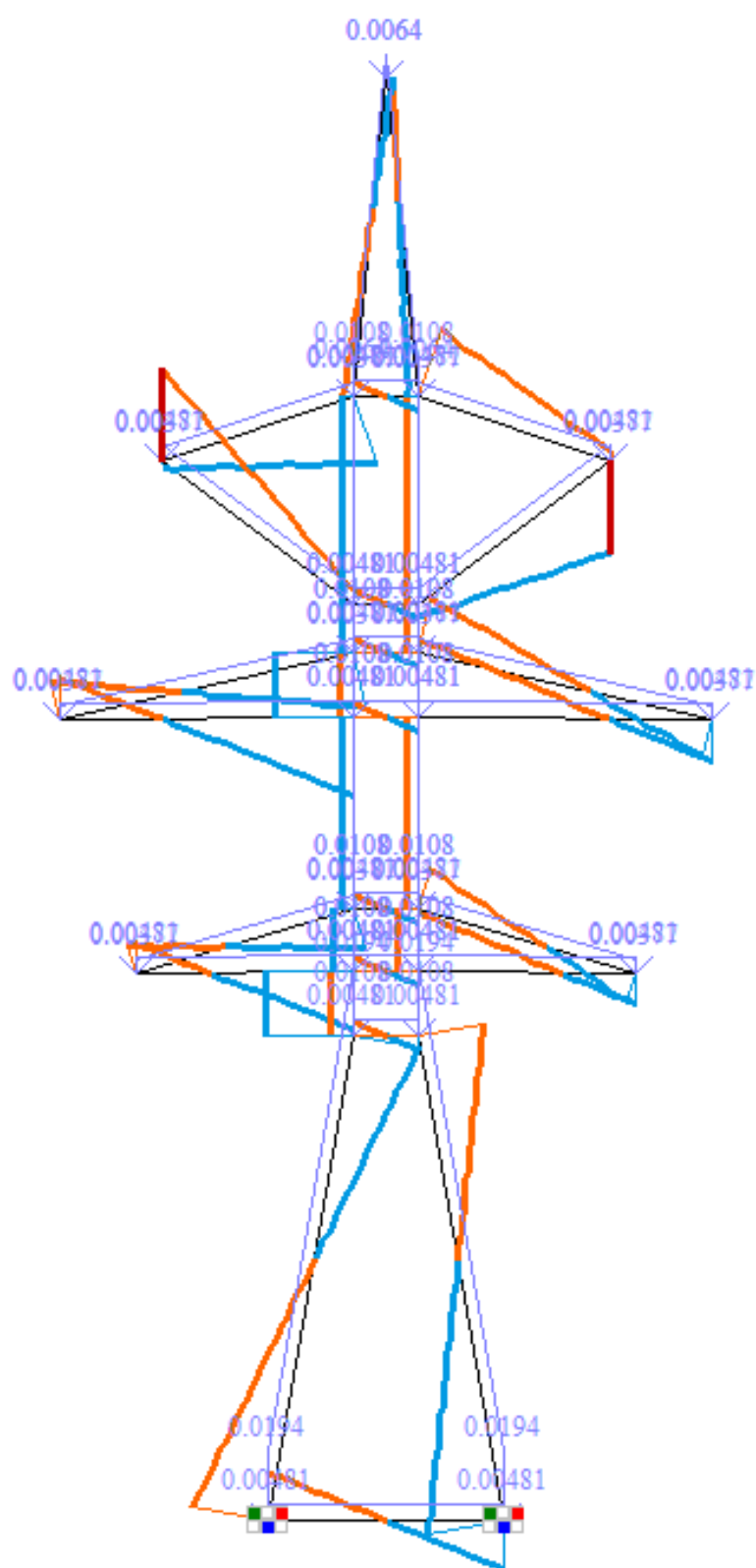


Эпюра N

Единицы измерения - т

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №										
			<div><p>Эпюра N Единицы измерения - т</p></div>									

Эпюра Qz



Эпюра Qz

Единицы измерения - т

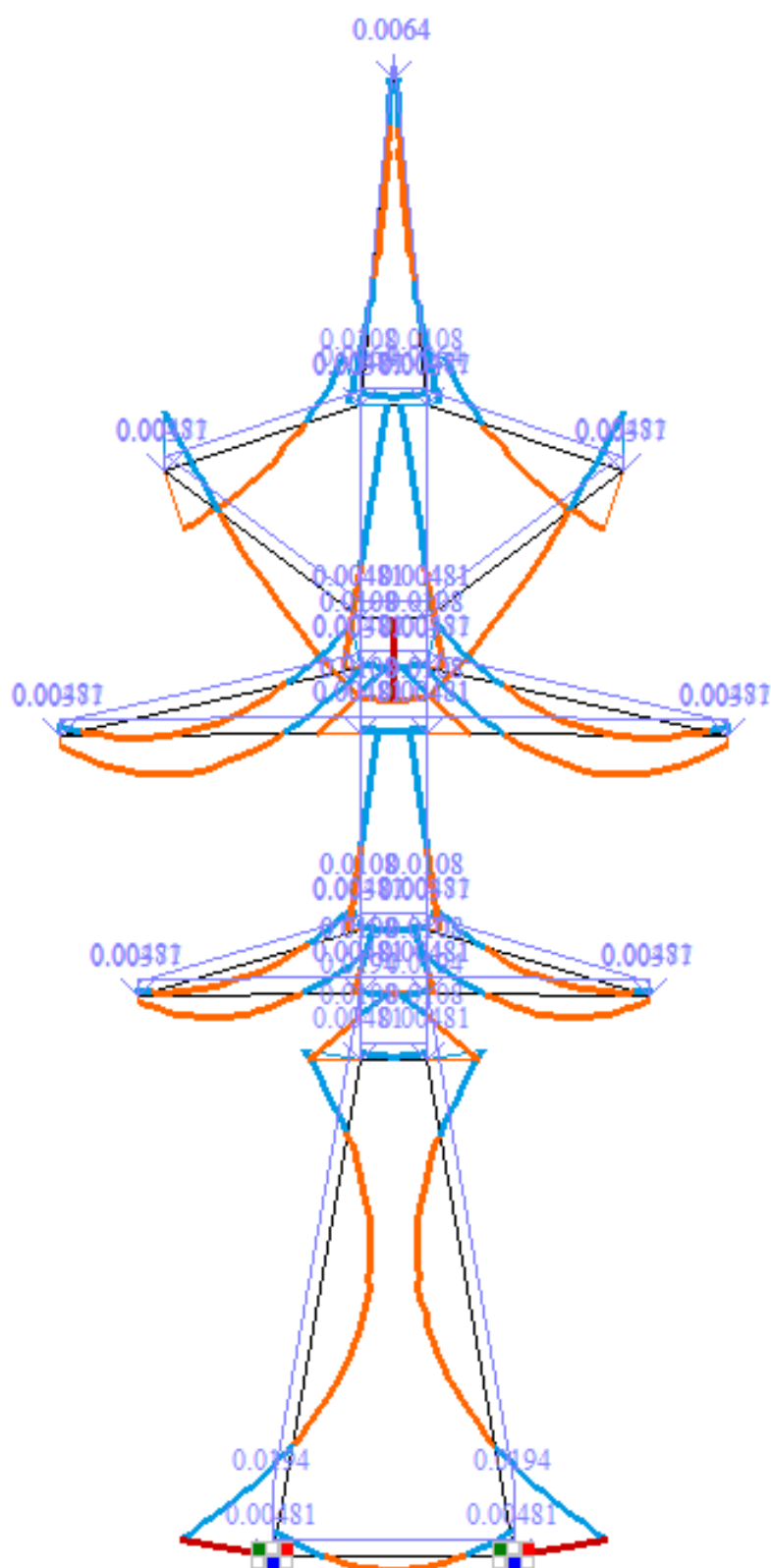
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

62

Эпюра M_y Эпюра M_y Единицы измерения - $\text{т} \cdot \text{м}$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

63

Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

Результат проверки сечений основных элементов опоры

Имя задачи: расчет анкерно-угловой двухцепной опоры У110-4 принятой по типовой серии №3078тм.

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

В расчете учтен физический износ металлических решетчатых опор, коррозия стенок и полок профилей принята 1,5 мм – процент износа равен порядка 20%.

Анкерно-угловая двухцепная опора У110-4

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента м	
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У		
Сечение: 1.5.5.5 Уголок параллельно полкам 140 x 140 x 9, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм																
Профиль: 140 x 140 x 9, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86																
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88																
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент																
1	1		0.00		0	0	0	8	8	0	0	0	8	0	7.72	
1	2		0.00		0	0	0	8	8	0	0	0	8	0	7.72	
2	1		0.00		6	6	6	15	15	0	90	6	15	90	7.72	
2	2		0.00		6	7	7	15	15	0	90	7	15	90	7.72	
Сечение: 2.5.5.5 Уголок параллельно полкам 100 x 100 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм																
Профиль: 100 x 100 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 – 86,																
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88																
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент																
17	1		0.00		1	1	1	22	22	0	76	1	22	76	1.00	
17	2		0.00		1	1	1	22	22	0	76	1	22	76	1.00	
18	1		0.00		3	3	3	22	22	0	76	3	22	76	1.00	
18	2		0.00		3	3	3	22	22	0	76	3	22	76	1.00	
19	1		0.00		3	4	4	22	22	0	76	4	22	76	3.00	
19	2		0.00		3	4	4	22	22	0	76	4	22	76	3.00	
						6/17-7.17-ТКР-02										Лист
																64
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата											

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
5	1		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	3.40
5	2		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	3.40
5	3		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	3.40
5	4		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	3.40
5	5		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	3.40
6	1		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	3.40
6	2		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	3.40
6	3		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	3.40
6	4		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	3.40
6	5		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	3.40
9	1		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	1.00
9	2		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	1.00
9	3		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	1.00
9	4		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	1.00
9	5		0.00		9	11	11	34	34	0	60	11	34	60	1.00
10	1		0.00		9	0	0	17	17	0	0	9	17	0	1.00
10	2		0.00		9	0	0	17	17	0	0	9	17	0	1.00
10	3		0.00		9	0	0	17	17	0	0	9	17	0	1.00
10	4		0.00		9	0	0	17	17	0	0	9	17	0	1.00
10	5		0.00		9	0	0	17	17	0	0	9	17	0	1.00
11	1		0.00		26	32	32	34	34	0	60	32	34	60	4.60
11	2		0.00		26	32	32	34	34	0	60	32	34	60	4.60
11	3		0.00		26	32	32	34	34	0	60	32	34	60	4.60
11	4		0.00		26	32	32	34	34	0	60	32	34	60	4.60
11	5		0.00		26	32	32	34	34	0	60	32	34	60	4.60
12	1		0.00		12	15	15	34	34	0	60	15	34	60	4.60
12	2		0.00		12	15	15	34	34	0	60	15	34	60	4.60
12	3		0.00		12	15	15	34	34	0	60	15	34	60	4.60
12	4		0.00		12	15	15	34	34	0	60	15	34	60	4.60
12	5		0.00		12	15	15	34	34	0	60	15	34	60	4.60
15	1		0.00		19	23	23	34	34	0	60	23	34	60	1.00

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

66

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	

Сталь: С345; ГОСТ 27772-88

Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент

7	1		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	3.54
7	2		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	3.54
8	1		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	3.54
8	2		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	3.54
13	1		0.00		33	0	0	22	22	0	0	33	22	0	4.71
13	2		0.00		33	0	0	22	22	0	0	33	22	0	4.71
14	1		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	4.71
14	2		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	4.71
32	1		0.00		10	0	0	22	22	0	0	10	22	0	3.16
32	2		0.00		10	0	0	22	22	0	0	10	22	0	3.16
33	1		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	3.16
33	2		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	3.16

Вывод:

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры У110-4 полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

68

Опора У110-2+5

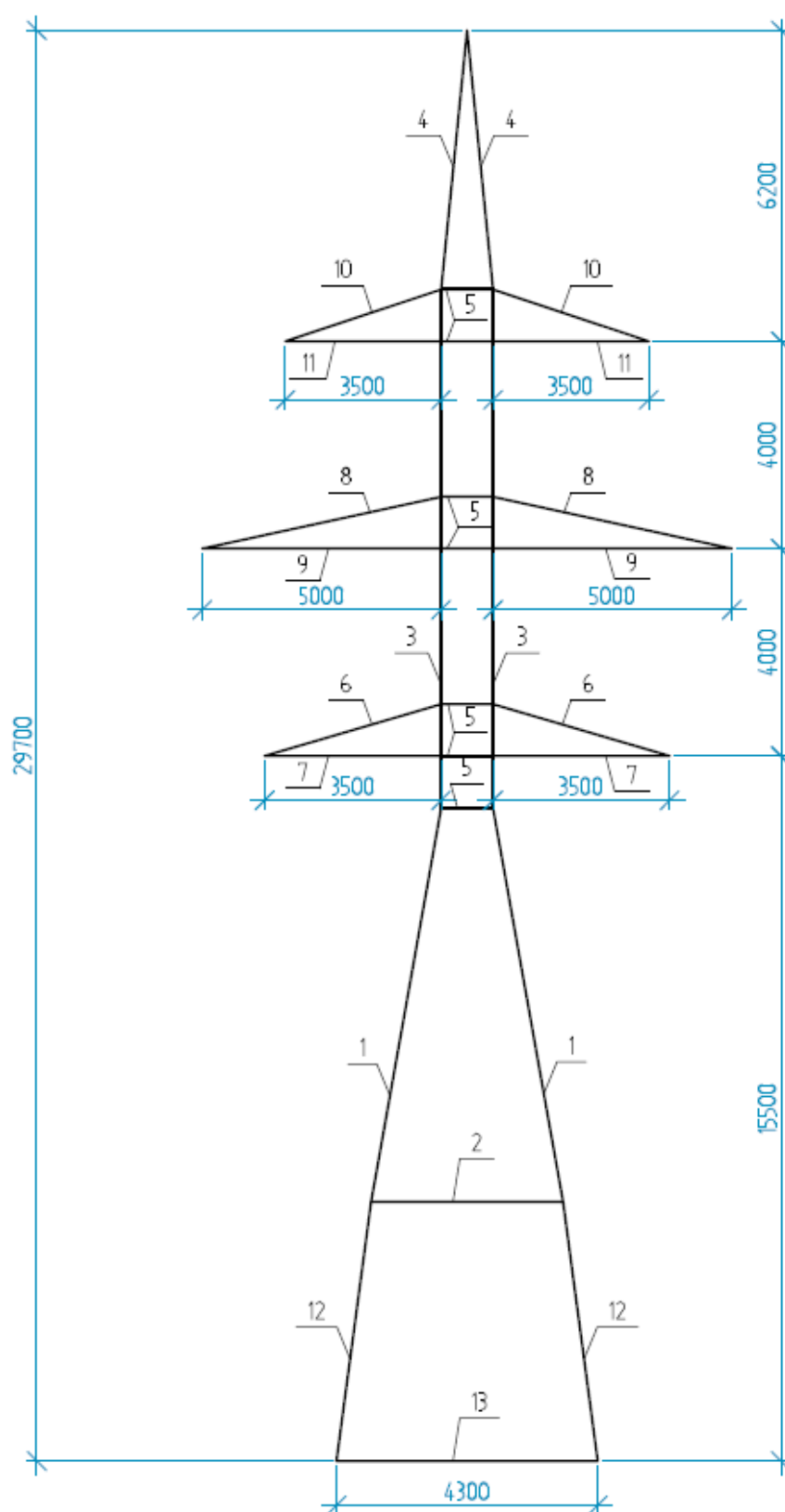


Рис. 3.12. Конструктивная схема опоры У110-2+5 выполненная в программе AutoCAD 2012 для интегрирования в программу ПК «Ли́ра»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

70

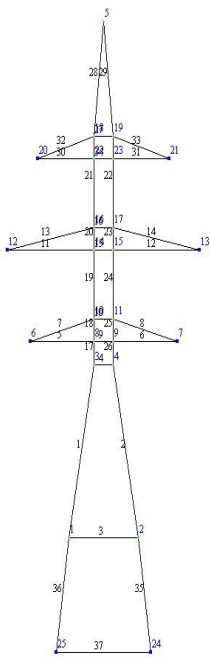


Рис. 3.14. Расчетная схема опоры У110-2+5 (в ПК «ЛИРА»)

Инв. № подл.						Взам. инв. №		
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02		Лист
								71

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры У110-2+5 по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору У110-2+5 представлена на рис. 3.15.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				72

Схема нагрузок на опору марки У110-2+5

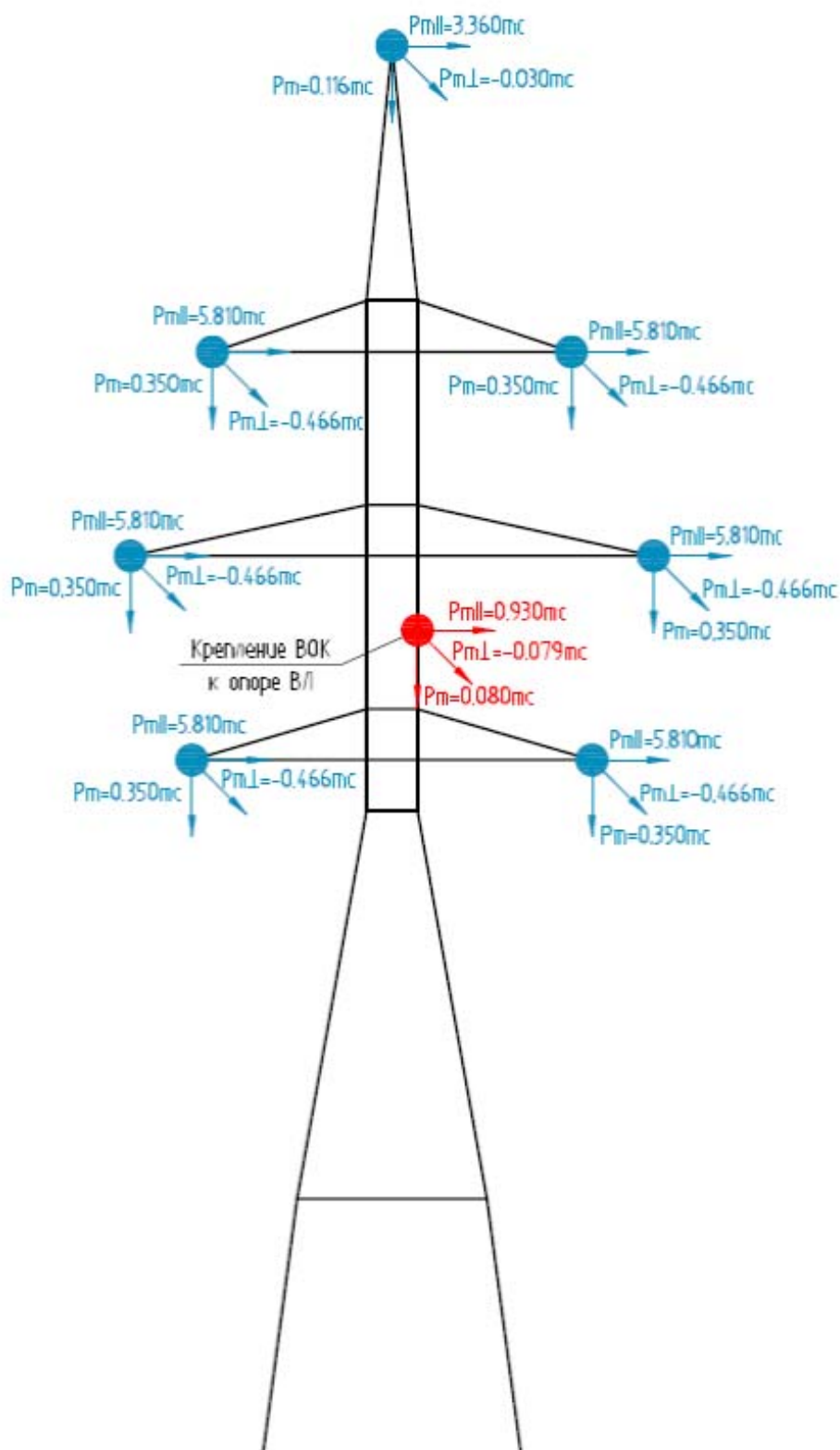


Рис. 3.15. Схема нагрузок на опору У110-2+5

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

73

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

- загрузка 1 - статическое нагружение;
- загрузка 2 - статическое нагружение;
- загрузка 3 - статическое нагружение;
- загрузка 4 - статическое нагружение;
- загрузка 5 - статическое нагружение;
- загрузка 6 - статическое нагружение;
- загрузка 7 - статическое нагружение;
- загрузка 8 - статическое нагружение;
- загрузка 9 - статическое нагружение.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузок:

- загрузка 1 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 2 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 3 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 4 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 5 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 6 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 7 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 8 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 9 - статическое нагружение;
Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									74	
			Изм.	Копч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загрузки и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

- 1.X линейное по оси X;
- 2.Z линейное по оси Z;
- 3.UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются:

- 1.в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;
- 2.во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

НС - номер сечения.

КРТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетания.

Индексами А или В помечаются группы PCY:

А - группа PCY, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа PCY, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузок, вошедших в расчетные сочетания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			6/17-7.17-ТКР-02						
			Изм.	Коп.	Лист	№	Подп.	Дата	

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

M_K - крутящий момент относительно оси X_1 ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

M_Y изгибающий момент относительно оси Y_1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

M_Z изгибающий момент относительно оси Z_1 ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

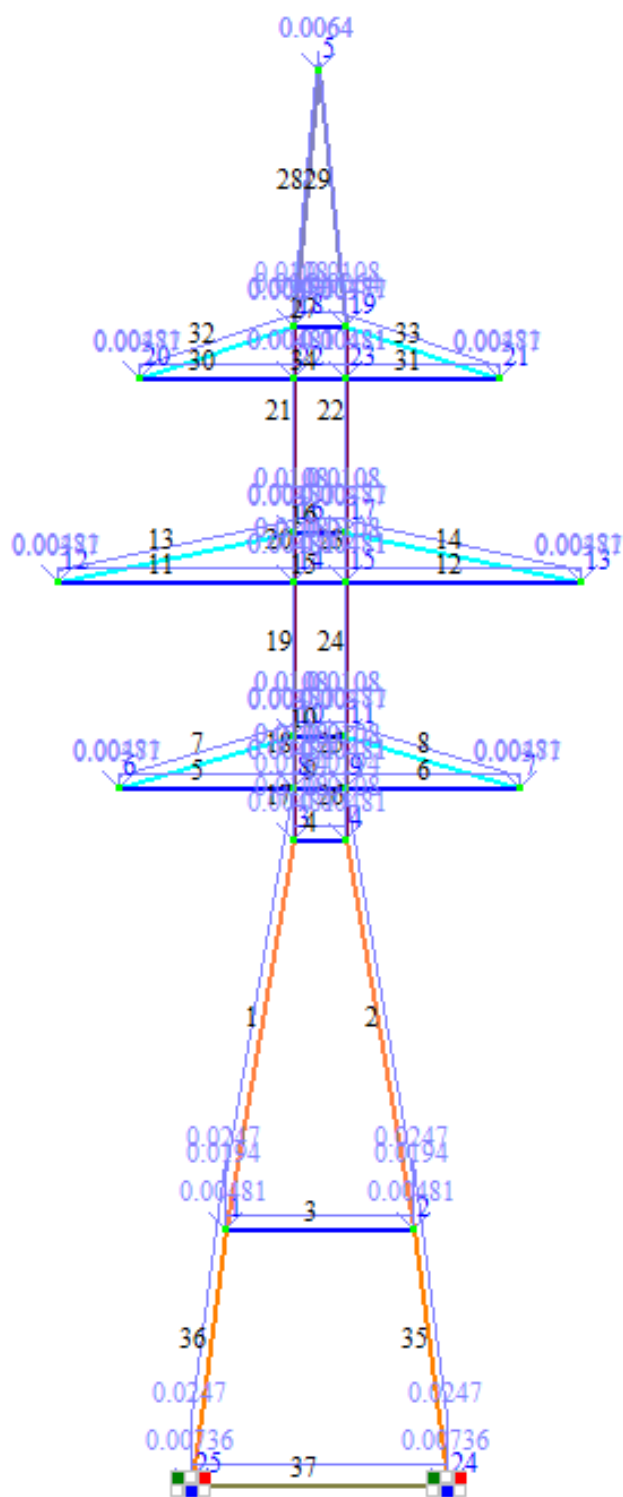
Q_Y перерезывающая сила вдоль оси Y_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y_1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Q_Z перерезывающая сила вдоль оси Z_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z_1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			76

Отобразим загрузки опоры У110-2+5 по порядку:

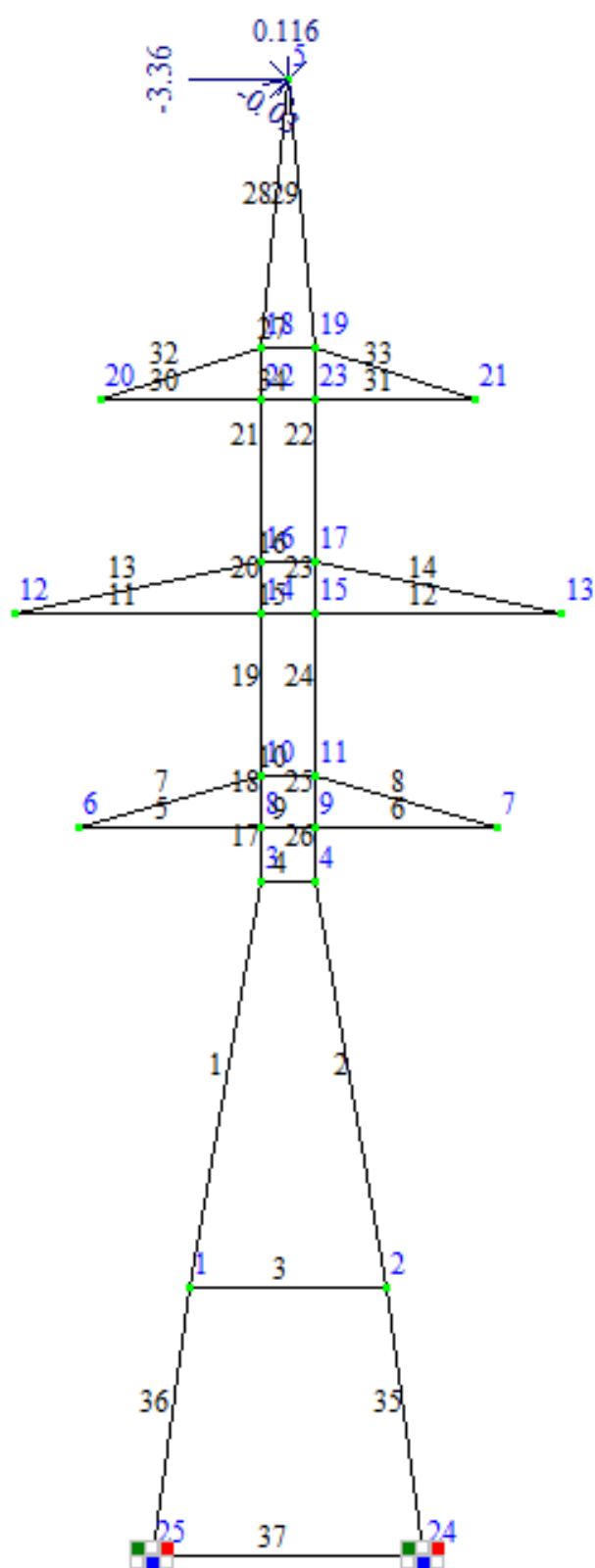
1. Загрузка 1 (собственный вес)



Загрузка 1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Копуч.	Лист
№	Подп.	Дата

2. Загрузка 2 (нагрузка от троса)



Загрузка 2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	

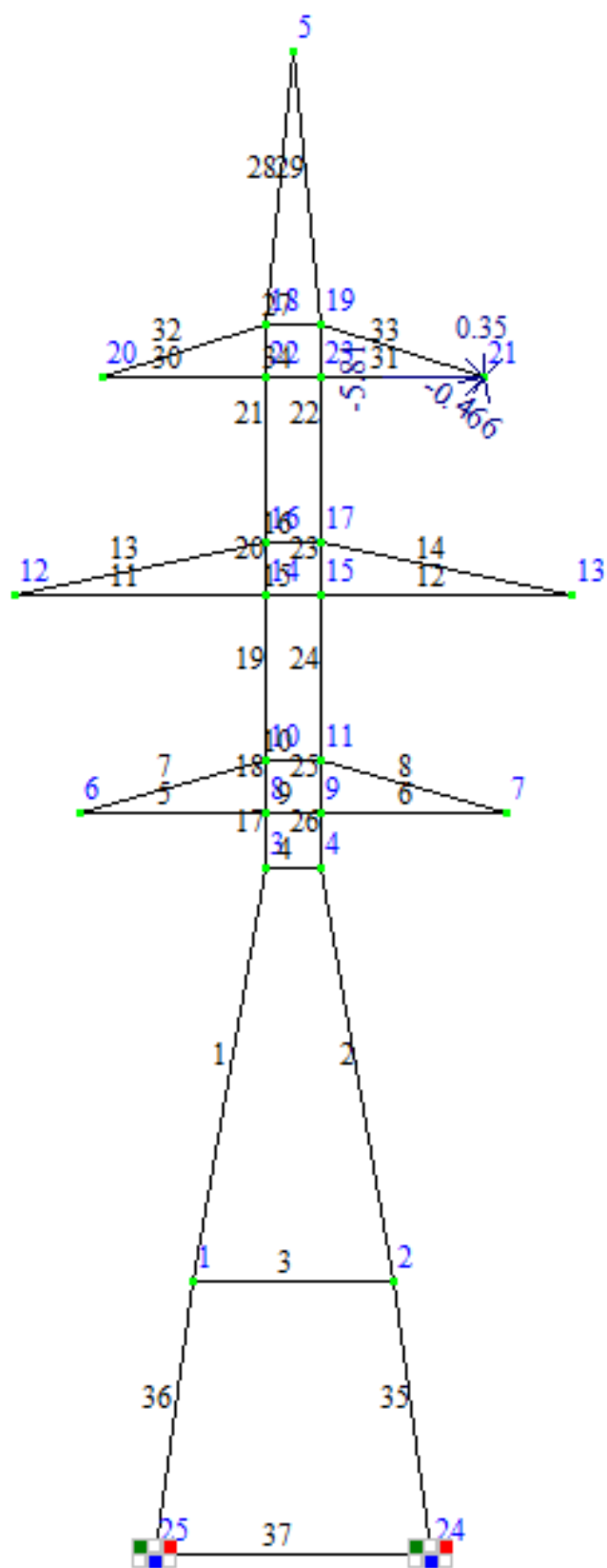
36 35

25 37 24

Загружение 2

6/17-7.17-ТКР-02						Лист
						78

3. Загружение 3 (нагрузка от провода)



Загружение 3

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

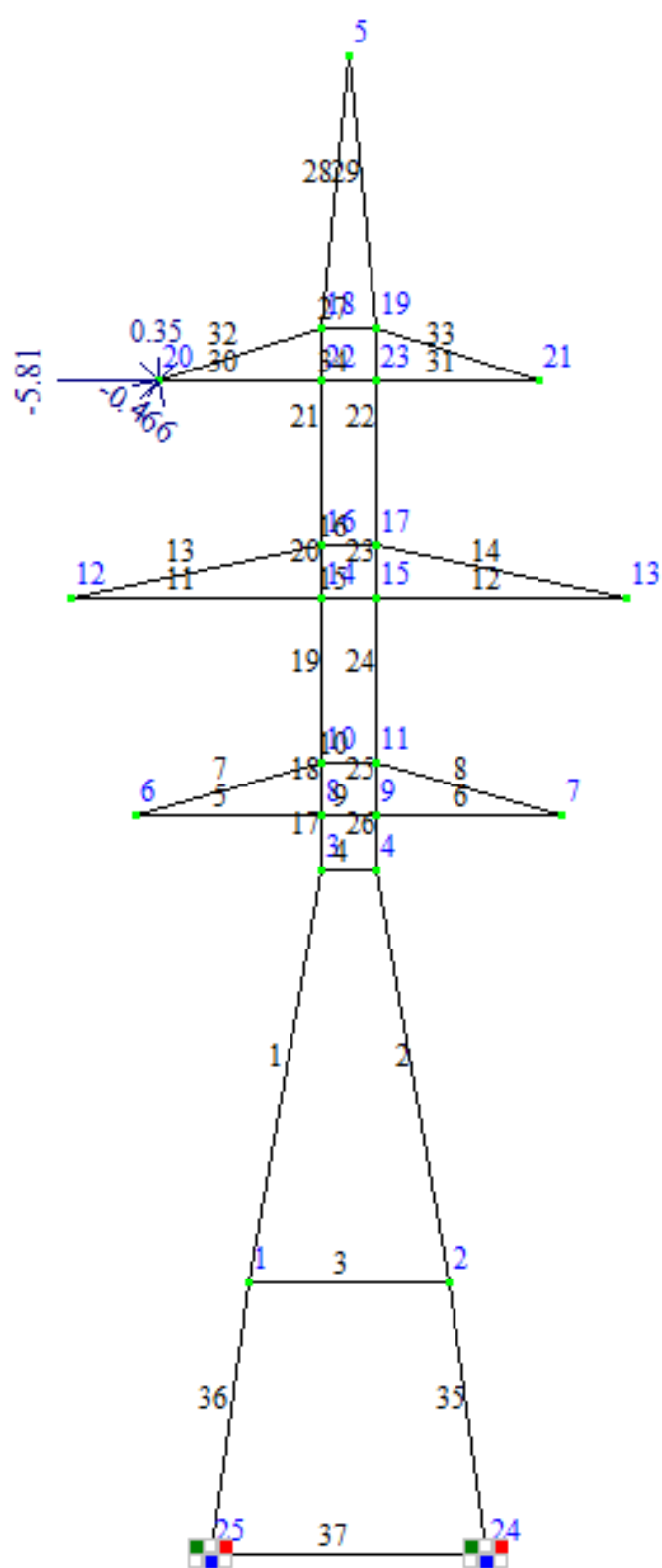
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

79

4. Загрузка 4 (нагрузка от провода)



Загрузка 4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

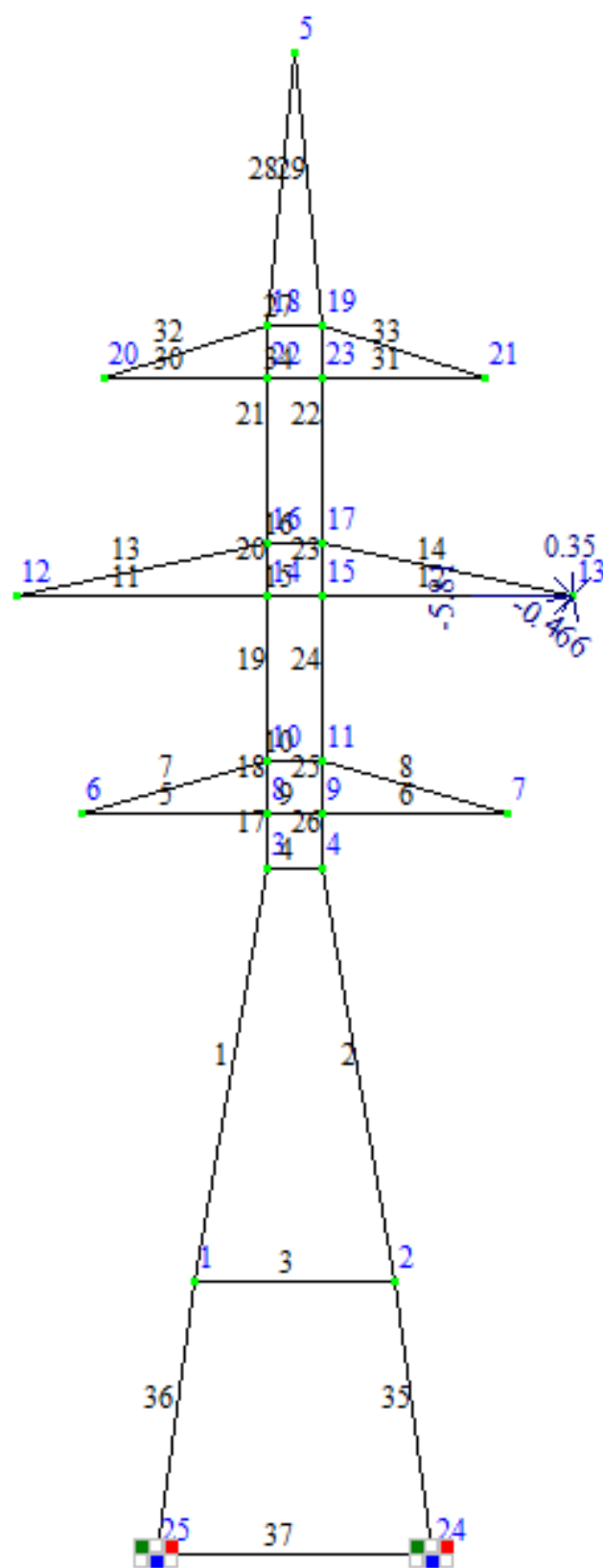
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

80

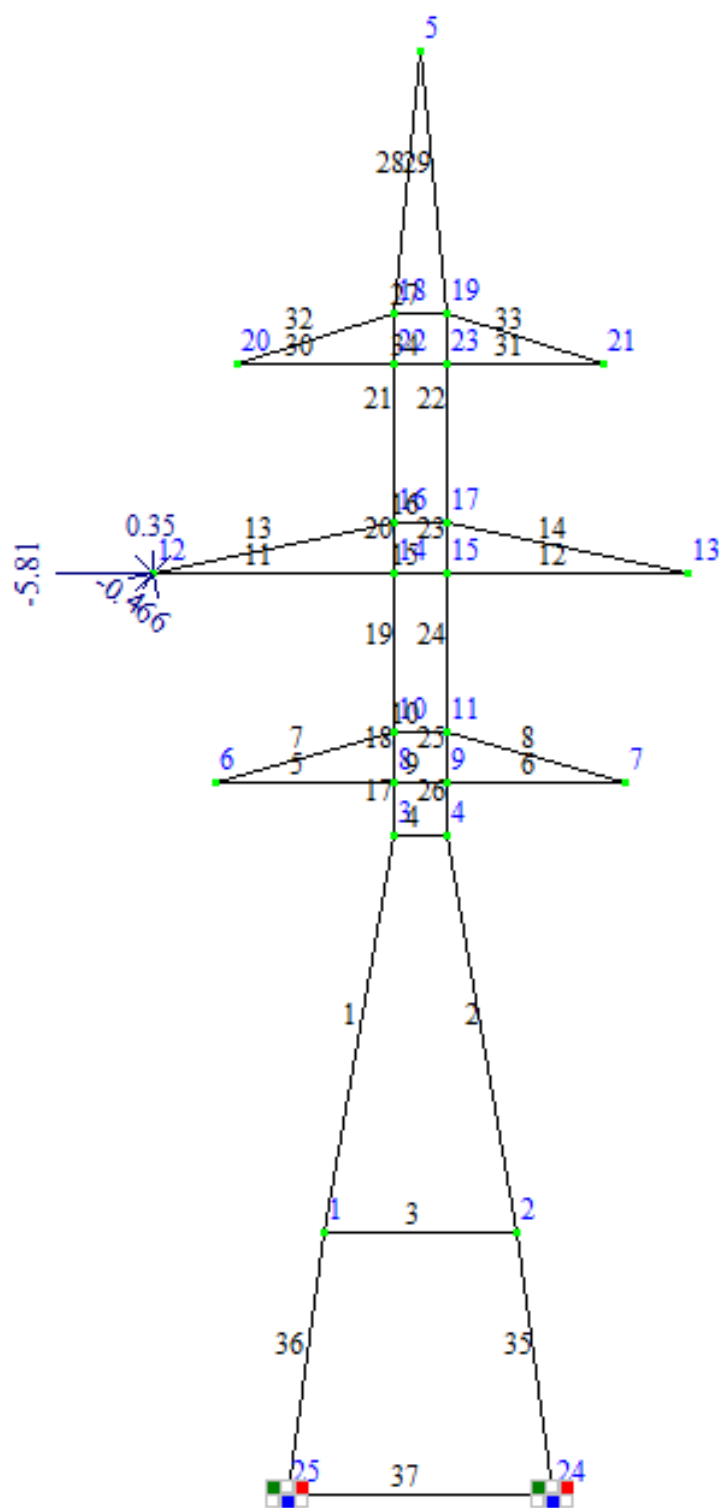
5. Загрузка 5 (нагрузка от провода)



Загрузка 5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата	Лист
						81

6.Загрузка 6 (нагрузка от провода)



Загрузка 6

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

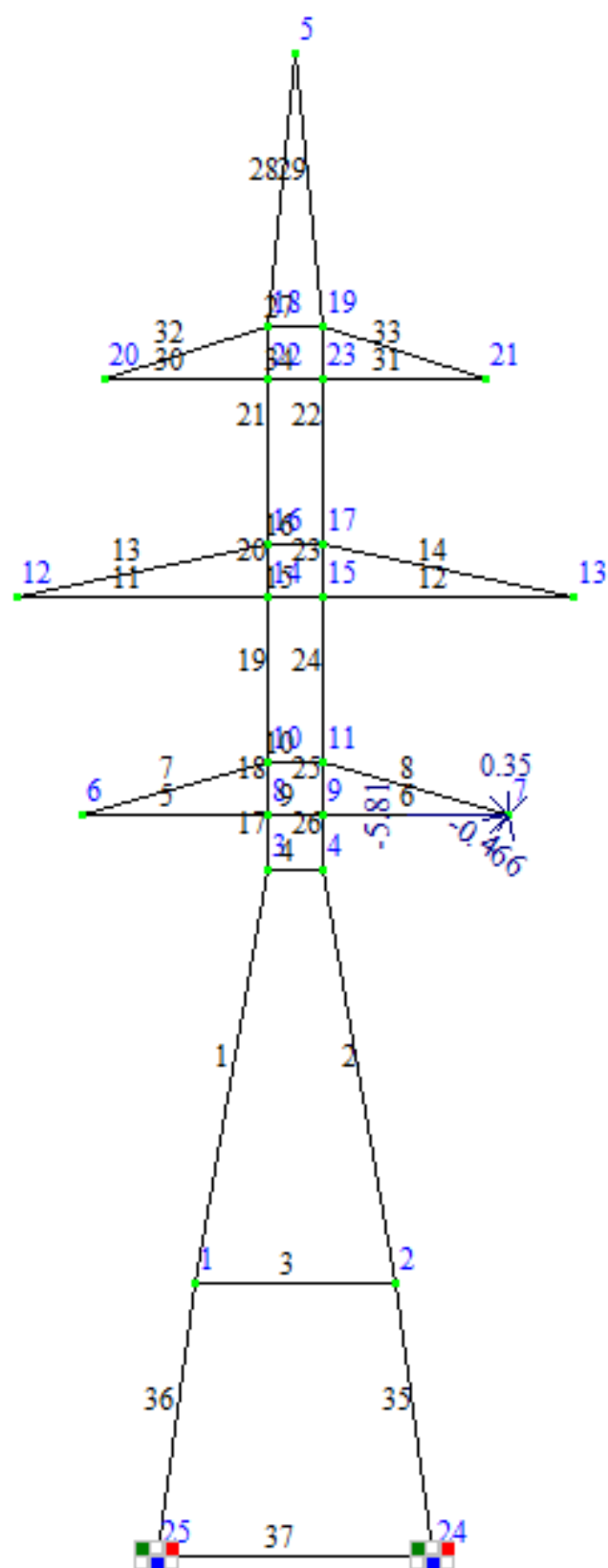
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

82

7. Загружение 7 (нагрузка от провода)



Загружение 7

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

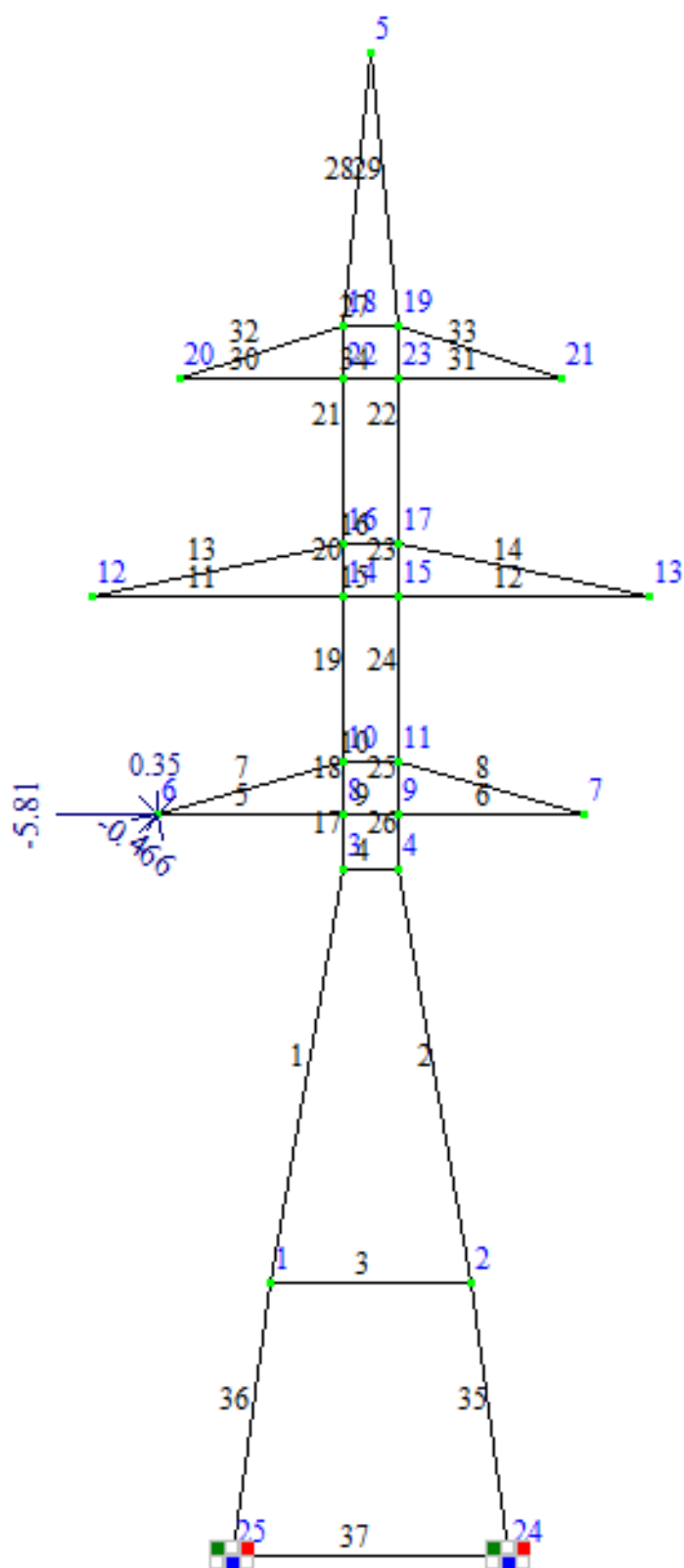
Загружение 7

Изм.	Коп.	Лист	№	Подп.	Дата

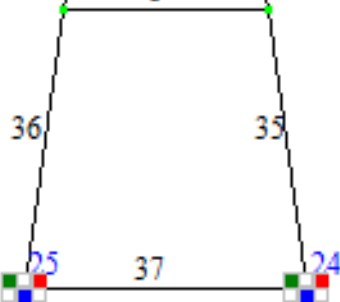
6/17-7.17-ТКР-02

Лист
83

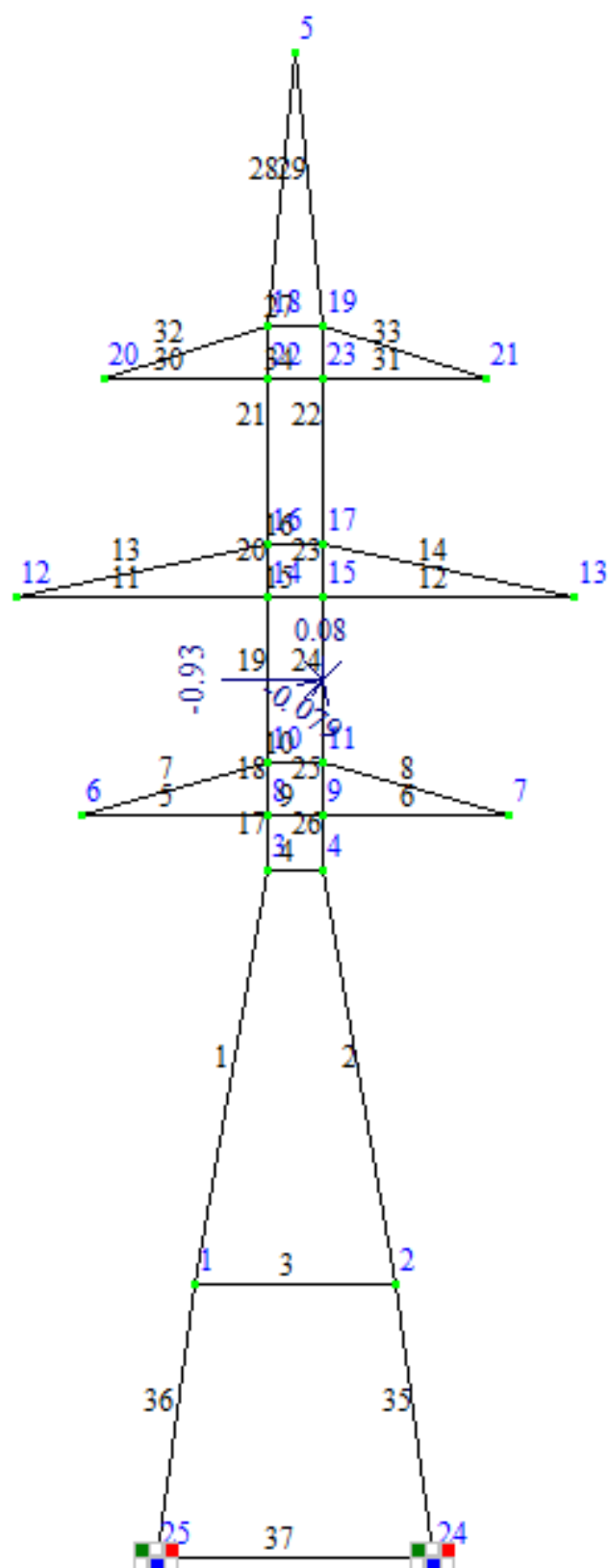
8. Загрузка 8 (нагрузка от провода)



Загрузка 8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №									Лист
							 <p>Загружение 8</p>				84
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата						

9. Загружение 9 (нагрузка от ВОЛС)



Загружение 9

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

85

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	Н	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	1	1		A1	169.39	29.872	-9.0194	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
1	2	2	1		A1	169.54	-39.849	-9.0456	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
2	1	1	1		A1	-171.17	39.823	-9.0209	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
2	2	2	1		A1	-171.32	-29.910	-9.0471	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	1	2	1		A1	0	-.00548	.00889	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	2	1	1		A1	0	.00068	.00444	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	3	1	1		A1	0	.00274	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	4	1	1		A1	0	.00068	-.00444	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	5	2	1		A1	0	-.00548	-.00889	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	1	2	1		A1	.29783	-10.648	21.297	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	2	2	1		A1	.29783	-5.3243	21.296	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	3	1	1		A1	.29783	-.00044	21.295	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	4	1	1		A1	-.65216	5.3232	21.293	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	5	1	1		A1	-.65216	10.646	21.292	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	1	2	1		A1	-7.3454	-.33085	.43098	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	2	2	1		A1	-7.3454	.03374	.42689	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	3	1	1		A1	-7.3454	.39487	.42280	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	4	1	1		A1	-7.3454	.75251	.41871	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	5	1	1		A1	-7.3454	1.1066	.41463	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	1	2	1		A1	6.1187	-1.1253	.43719	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	2	2	1		A1	6.1187	-.75552	.43310	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	3	2	1		A1	6.1187	-.38911	.42901	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	4	1	1		A1	6.1187	-.02619	.42492	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	5	1	1		A1	6.1187	.33325	.42083	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
7	1	1	1		A1	1.3998	.33085	-.21470	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
7	2	2	1		A1	1.4036	-.45277	-.22751	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
8	1	1	1		A1	-.12050	.44114	-.21210	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
8	2	2	1		A1	-.12427	-.33325	-.22491	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
9	1	1	1		A1	-.58912	9.1070	-18.213	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
9	2	1	1		A1	-.58912	4.5536	-18.214	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

86

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

9	3	2	1		A1	-.58912	-.00009	-18.215	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	4	2	1		A1	-.58912	-4.5541	-18.216	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	5	2	1		A1	-.58912	-9.1084	-18.217	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	1	1	1		A1	.60750	19.275	-38.551	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	2	1	1		A1	.60750	9.6379	-38.552	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	3	1	1		A1	.60750	-.00030	-38.553	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	4	2	1		A1	.60750	-9.6388	-38.554	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	5	2	1		A1	.60750	-19.277	-38.556	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	1	2	1		A1	-6.9603	.04864	-.01622	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	2	2	1		A1	-6.9603	.02680	-.02175	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	3	2	1		A1	-6.9603	-.00140	-.02729	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	4	2	1		A1	-6.9603	-.03596	-.03282	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	5	2	1		A1	-6.9603	-.07689	-.03835	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	1	1	1		A1	5.2650	.04536	-.00854	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	2	1	1		A1	5.2650	.03235	-.01408	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	3	1	1		A1	5.2650	.01298	-.01961	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	4	1	1		A1	5.2650	-.01274	-.02514	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	5	1	1		A1	5.2650	-.04484	-.03067	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	1	2	1		A1	.90952	-.04864	.04035	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	2	1	1		A1	.91328	.10055	.02303	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	1	2	1		A1	.82612	-.12109	.04391	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	2	1	1		A1	.82235	.04484	.02658	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	1	1	1		A1	-.85617	22.418	-44.838	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	2	1	1		A1	-.85617	11.209	-44.839	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	3	2	1		A1	-.85617	-.00103	-44.840	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	4	2	1		A1	-.85617	-11.211	-44.842	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	5	2	1		A1	-.85617	-22.422	-44.843	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	1	1	1		A1	.85794	20.175	-40.350	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	2	1	1		A1	.85794	10.087	-40.351	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	3	1	1		A1	.85794	-.00059	-40.352	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	4	2	1		A1	.85794	-10.088	-40.353	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	5	2	1		A1	.85794	-20.177	-40.354	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	1	1	1		A1	189.80	29.200	-20.447	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	2	1	1		A1	189.81	8.7530	-20.447	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	1	1	1		A1	171.19	16.753	-13.691	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	2	1	1		A1	171.20	3.0618	-13.691	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	1	1	1		A1	133.26	22.790	-14.366	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	2	2	1		A1	133.29	-20.308	-14.366	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	1	1	1		A1	88.498	2.1869	-8.2623	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	2	2	1		A1	88.508	-6.0753	-8.2623	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

87

21	1	1	1		A1	48.330	13.999	-8.3016	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
21	2	2	1		A1	48.373	-19.207	-8.3016	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
22	1	1	1		A1	-48.916	19.198	-8.2973	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
22	2	2	1		A1	-48.959	-13.991	-8.2973	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
23	1	1	1		A1	-89.532	6.0653	-8.2373	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
23	2	2	1		A1	-89.543	-2.1719	-8.2373	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
24	1	1	1		A1	-134.37	20.295	-14.358	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
24	2	2	1		A1	-134.41	-22.780	-14.358	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
25	1	2	1		A1	-172.72	-3.0611	-13.695	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
25	2	2	1		A1	-172.74	-16.756	-13.695	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
26	1	2	1		A1	-191.39	-8.7734	-20.403	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
26	2	2	1		A1	-191.40	-29.176	-20.403	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	1	1	1		A1	.55969	8.7280	-17.456	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	2	1	1		A1	.55969	4.3636	-17.458	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	3	1	1		A1	.55969	-.00101	-17.459	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	4	2	1		A1	.55969	-4.3659	-17.460	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	5	2	1		A1	.55969	-8.7312	-17.461	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
28	1	1	1		A1	31.819	4.7246	-.93770	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
28	2	1	1		A1	31.872	-.00075	-.94309	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
29	1	2	1		A1	-31.905	-.00075	-.93944	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
29	2	2	1		A1	-31.959	-4.7349	-.94484	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	1	2	1		A1	-.55407	-2.2495	.65588	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	2	2	1		A1	-.55407	-1.7589	.65227	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	3	2	1		A1	-.55407	-1.2711	.64867	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	4	2	1		A1	-.55407	-.78599	.64506	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	5	2	1		A1	-.55407	-.30355	.64145	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	1	1	1		A1	-.55407	.33549	.63664	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	2	1	1		A1	-.55407	.81162	.63303	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	3	1	1		A1	-.55407	1.2850	.62942	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	4	1	1		A1	-.55407	1.7557	.62582	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	5	1	1		A1	-.55407	2.2237	.62221	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
32	1	1	1		A1	-4.9650	2.2495	-2.5255	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
32	2	2	1		A1	-4.9612	-5.7548	-2.5368	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
33	1	1	1		A1	6.1382	5.7320	-2.5102	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
33	2	2	1		A1	6.1345	-2.2237	-2.5215	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	1	2	1		A1	-.55407	-.30355	.64145	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	2	2	1		A1	-.55407	-.14333	.64025	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	3	1	1		A1	-.55407	.01657	.63904	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	4	1	1		A1	-.55407	.17618	.63784	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	5	1	1		A1	-.55407	.33549	.63664	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

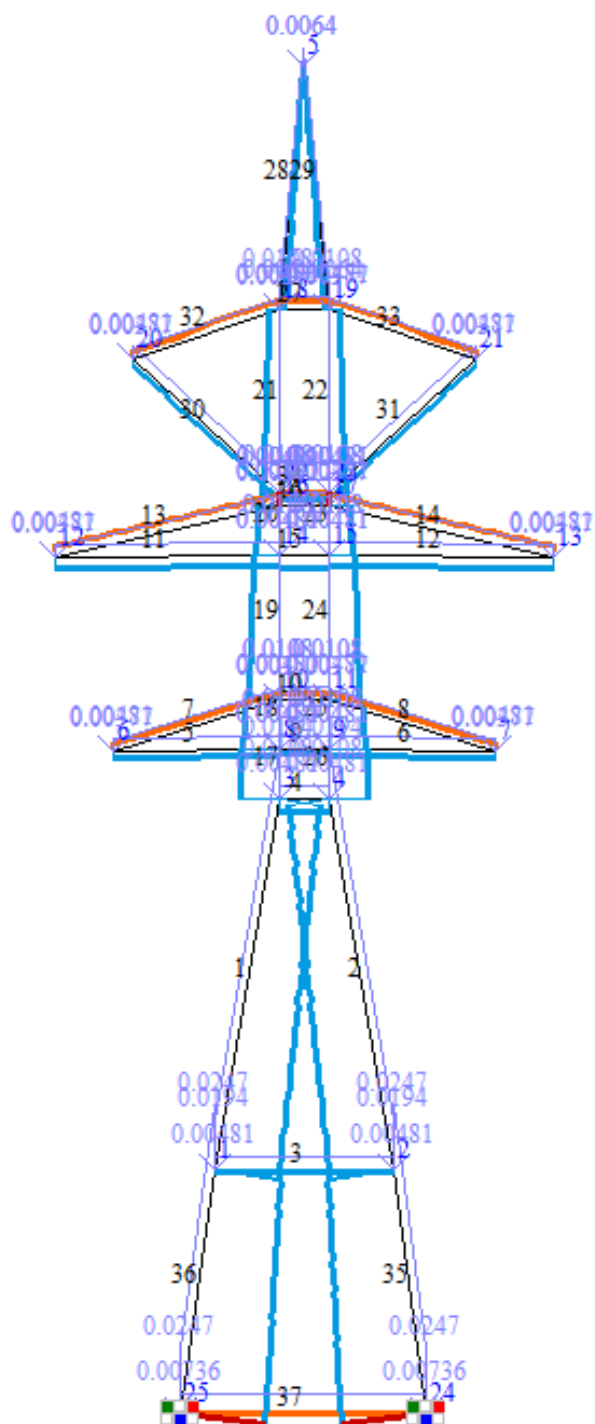
Лист

88

Отообразим эпюры согласно назначенных загрузений по порядку:

Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My.

Эпюра N



Эпюра N

Единицы измерения - т

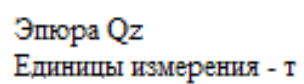
Эпюра Qz

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

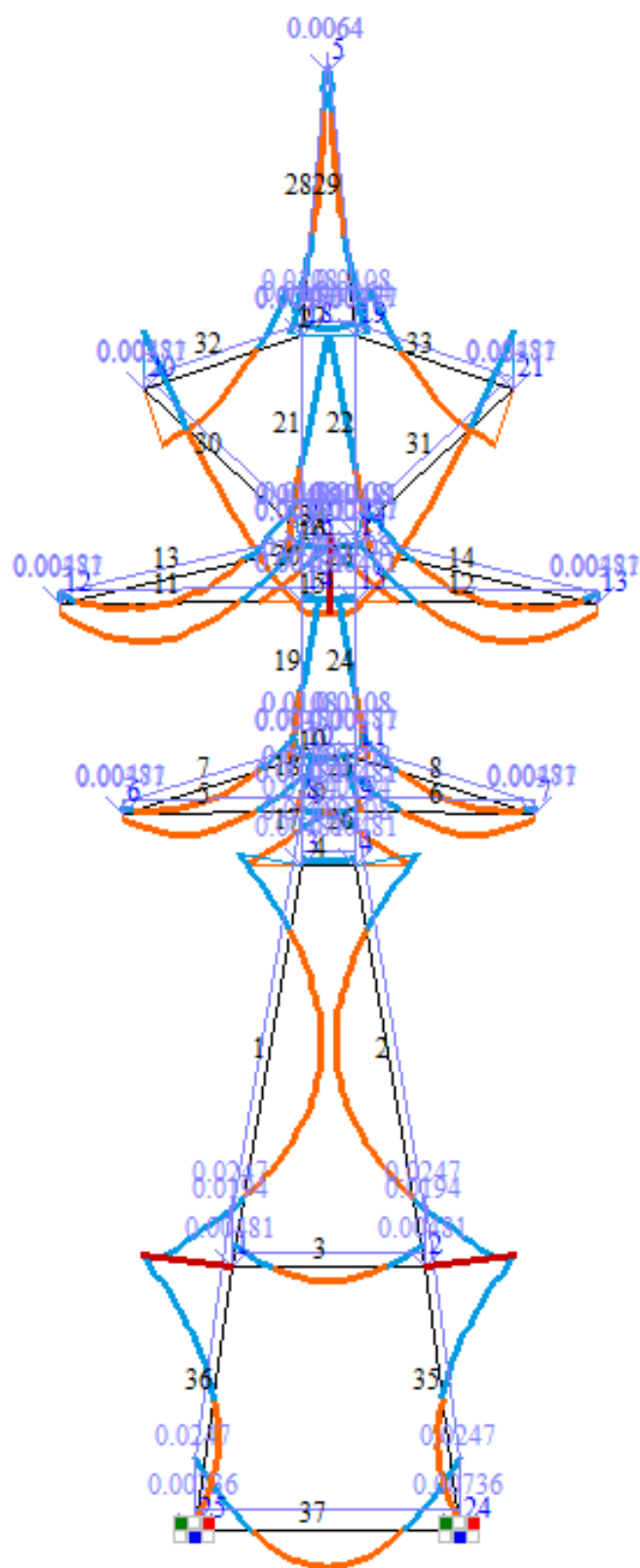
6/17-7.17-ТКР-02

Лист

89



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<p style="text-align: center;">Эпюра Qz Единицы измерения - т</p>						Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата	90

Эпюра М_yЭпюра М_y

Единицы измерения - т*м

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

91

Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

ЛИРА 9.6 (ЛИР-СТК)

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

В расчете учтен физический износ металлических решетчатых опор, коррозия стенок и полок профилей принята 1,5 мм – процент износа равен порядка 20%.

Анкерно-угловая двухцепная опора У110-2+5

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 1. Уголок параллельно полкам 140 x 140 x 9, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 140 x 140 x 9, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
1			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 36 x 36 x 3												
			Профиль: 36 x 36 x 3; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
1	1		0.00		91	0	0	30	30	0	0	91	30	0	7.72
1	2		0.00		94	0	0	30	30	0	0	94	30	0	7.72
2			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 x 50 x 4												
			Профиль: 50 x 50 x 4; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
2	1		0.00		63	87	87	51	51	0	65	87	51	65	7.72
2	2		0.00		64	88	88	51	51	0	66	88	51	66	7.72
Сечение: 2. Уголок параллельно полкам 100 x 100 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 100 x 100 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
17			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 36 x 36 x 3												
			Профиль: 36 x 36 x 3; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
17	1		0.00		91	0	0	30	30	0	0	91	30	0	1.00
17	2		0.00		91	0	0	30	30	0	0	91	30	0	1.00
18			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 36 x 36 x 3												
			Профиль: 36 x 36 x 3; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
18	1		0.00		92	0	0	30	30	0	0	92	30	0	1.00
18	2		0.00		92	0	0	30	30	0	0	92	30	0	1.00

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							92

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м	
19			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 40 х 40 х 3													
			Профиль: 40 х 40 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
19	1		0.00		91	0	0	27	27	0	0	91	27	0	3.00	
19	2		0.00		92	0	0	27	27	0	0	92	27	0	3.00	
20			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 40 х 40 х 3													
			Профиль: 40 х 40 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
20	1		0.00		98	0	0	27	27	0	0	98	27	0	1.00	
20	2		0.00		98	0	0	27	27	0	0	98	27	0	1.00	
21			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 45 х 45 х 3													
			Профиль: 45 х 45 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
21	1		0.00		94	0	0	24	24	0	0	94	24	0	4.00	
21	2		0.00		94	0	0	24	24	0	0	94	24	0	4.00	
22			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 56 х 56 х 4													
			Профиль: 56 х 56 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
22	1		0.00		66	86	86	45	45	0	76	86	45	76	4.00	
22	2		0.00		66	86	86	45	45	0	76	86	45	76	4.00	
23			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
23	1		0.00		70	97	97	53	53	0	69	97	53	69	1.00	
23	2		0.00		70	97	97	53	53	0	69	97	53	69	1.00	
24			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
24	1		0.00		67	93	93	52	52	0	67	93	52	67	3.00	
24	2		0.00		67	93	93	52	52	0	67	93	52	67	3.00	
25			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
25	1		0.00		61	85	85	50	50	0	64	85	50	64	1.00	
25	2		0.00		61	85	85	50	50	0	65	85	50	65	1.00	
26			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
26	1		0.00		61	85	85	50	50	0	64	85	50	64	1.00	
26	2		0.00		61	85	85	50	50	0	64	85	50	64	1.00	
Сечение: 3. Уголок параллельно полкам 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм																
Профиль: 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86																
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88																
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент																
28			Подобрано:3. Уголок параллельно полкам 36 х 36 х 4													

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

93

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м	
			Профиль: 36 x 36 x 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
28	1		0.00		97	0	0	30	30	0	0	97	30	0	5.02	
28	2		0.00		98	0	0	30	30	0	0	98	30	0	5.02	
29			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 56 x 56 x 4													
			Профиль: 56 x 56 x 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
29	1		0.00		72	93	93	46	46	0	79	93	46	79	5.02	
29	2		0.00		72	93	93	47	47	0	79	93	47	79	5.02	
Сечение: 4. Уголок параллельно полкам 63 x 63 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм																
Профиль: 63 x 63 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86																
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88																
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент																
3			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3													
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
3	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70	
3	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70	
3	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70	
3	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70	
3	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70	
4			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3													
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
4	1		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00	
4	2		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00	
4	3		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00	
4	4		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00	
4	5		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00	
5			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 32 x 32 x 3													
			Профиль: 32 x 32 x 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
5	1		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40	
5	2		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40	
5	3		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40	
5	4		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40	
5	5		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40	
6			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3													
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
6	1		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40	
6	2		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40	
6	3		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40	
6	4		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40	
6	5		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

94

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м	
9			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
9	1		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00	
9	2		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00	
9	3		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00	
9	4		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00	
9	5		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00	
10			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
10	1		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00	
10	2		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00	
10	3		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00	
10	4		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00	
10	5		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00	
11			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
11	1		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60	
11	2		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60	
11	3		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60	
11	4		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60	
11	5		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60	
12			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
12	1		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60	
12	2		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60	
12	3		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60	
12	4		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60	
12	5		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60	
15			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
15	1		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00	
15	2		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00	
15	3		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00	
15	4		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00	
15	5		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00	
16			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
16	1		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	
16	2		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

95

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
16	3		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00
16	4		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00
16	5		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00
27			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
27	1		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00
27	2		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00
27	3		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00
27	4		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00
27	5		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00
30			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
30	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
30	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
30	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
30	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
30	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
31			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
31	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
31	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
31	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
31	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
31	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
34			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
34	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
34	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
34	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
34	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
34	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
Сечение: 5. Уголок параллельно полкам 50 x 50 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 50 x 50 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
7			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
7	1		0.00		21	0	0	56	56	0	0	21	56	0	3.54
7	2		0.00		21	0	0	56	56	0	0	21	56	0	3.54
8			Подобрано:5. Уголок параллельно полкам 25 x 25 x 3												

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

96

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м	
			Профиль: 25 x 25 x 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
8	1		0.00		22	87	87	84	84	0	30	87	84	30	3.54	
8	2		0.00		22	88	88	84	84	0	30	88	84	30	3.54	
13			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3													
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
13	1		0.00		5	0	0	56	56	0	0	5	56	0	4.71	
13	2		0.00		5	0	0	56	56	0	0	5	56	0	4.71	
14			Подобрано:5. Уголок параллельно полкам 25 x 25 x 3													
			Профиль: 25 x 25 x 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
14	1		0.00		9	37	37	74	74	0	26	37	74	26	4.71	
14	2		0.00		9	37	37	74	74	0	26	37	74	26	4.71	
32			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3													
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
32	1		0.00		20	0	0	56	56	0	0	20	56	0	3.16	
32	2		0.00		20	0	0	56	56	0	0	20	56	0	3.16	
33			Подобрано:5. Уголок параллельно полкам 28 x 28 x 3													
			Профиль: 28 x 28 x 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
33	1		0.00		27	85	85	74	74	0	36	85	74	36	3.16	
33	2		0.00		27	86	86	74	74	0	36	86	74	36	3.16	

Вывод:

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры У110-2+5 полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							6/17-7.17-ТКР-02										Лист
																			97
			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата											

2.2.4 Расчет промежуточной металлической опоры – марка УС110-8

Описание расчетной схемы

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 110 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) ХОZ.

Конструктивная схема опоры УС110-8 показана на рис. 3.16.

Конструктивная схема опоры УС110-8 выполненная в программе AutoCAD 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира» показана на рис. 3.17.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры УС110-8 подлежащих расчету показаны на рис. 3.18.

Расчетная схема опоры УС110-8 (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.19.

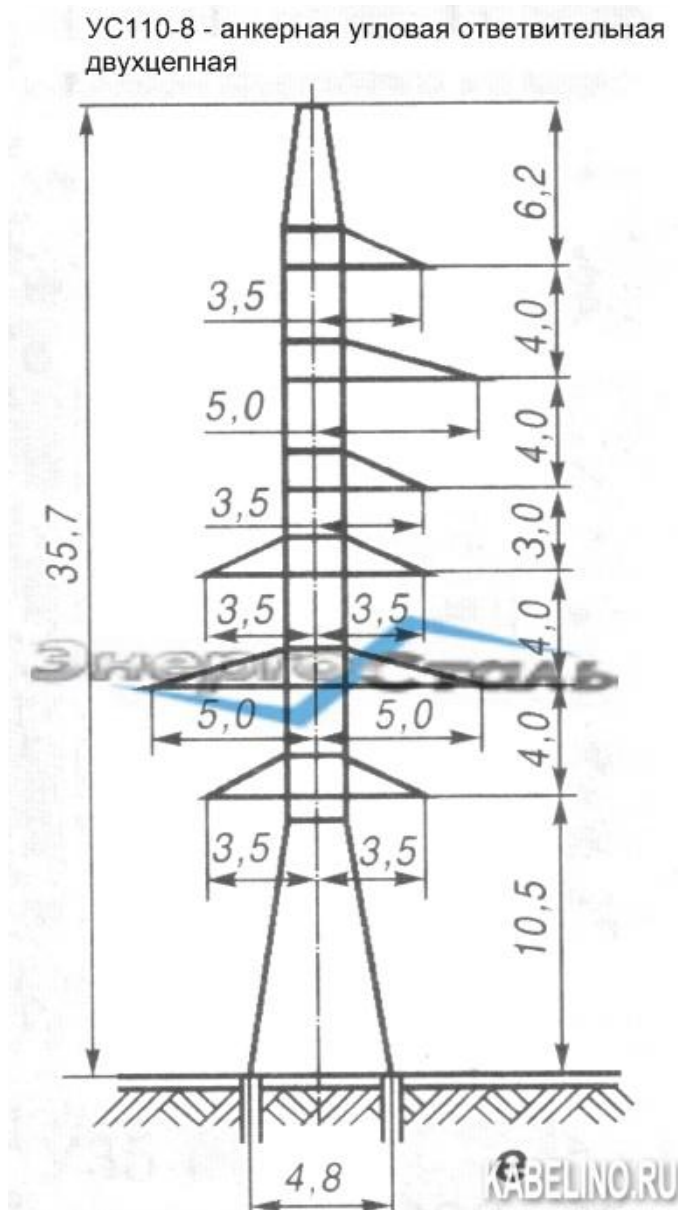


Рис. 3.16. Конструктивная схема опоры УС110-8 (серия №3079тм)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

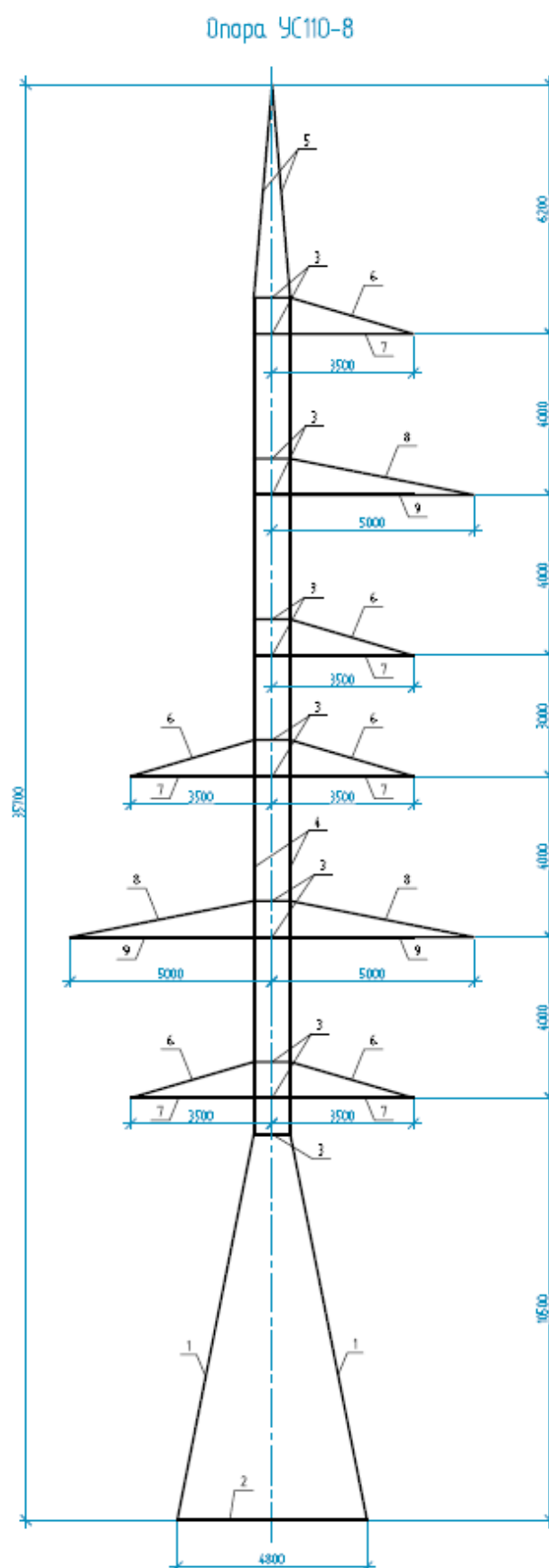


Рис. 3.17. Конструктивная схема опоры УС110-8 выполненная в программе AutoCAD 2012
для интегрирования в программу ПК «Ли́ра»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

99

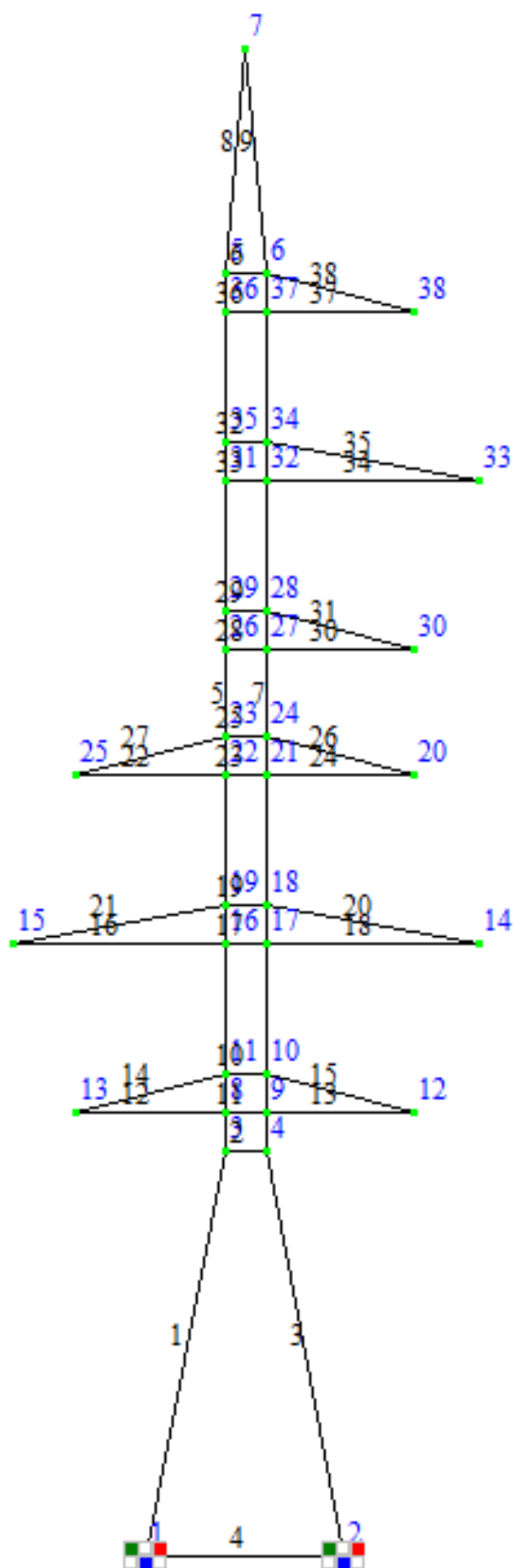


Рис. 3.19. Расчетная схема опоры УС110-8 (в ПК «ЛИРА»)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

100

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры УС110-8 по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору УС110-8 представлена на рис. 3.20.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				101

Схема нагрузок на опору марки УС110-8

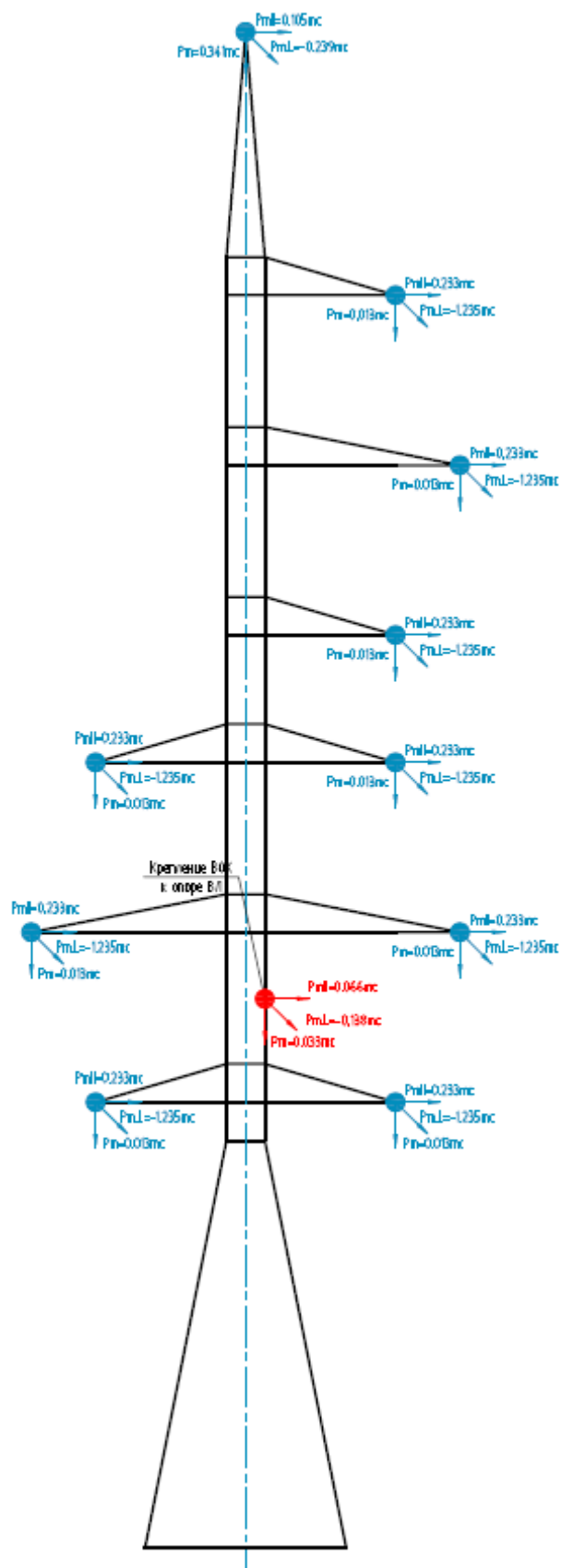


Рис. 3.15. Схема нагрузок на опору УС110-8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

102

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА". В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

1. X линейное по оси X;
2. Z линейное по оси Z;
3. UY угловое вокруг оси Y.

В ПК "ЛИРА" реализованы положения следующих разделов СНиП (с учетом изменений на 1.01.97):

- 1.СНиП 2.01.07-85* - нагрузки и воздействия;
- 2.СНиП II-7-81* - строительство в сейсмических районах;
- 3.СНиП II-23-81* - стальные конструкции.

Типы используемых конечных элементов указаны в документе 1. В этом документе, кроме номеров узлов, относящихся к соответствующему элементу, указываются также номера типов жесткостей.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

- загрузка 1 - статическое загрузка;
- загрузка 2 - статическое загрузка;
- загрузка 3 - статическое загрузка;
- загрузка 4 - статическое загрузка;
- загрузка 5 - статическое загрузка;
- загрузка 6 - статическое загрузка;
- загрузка 7 - статическое загрузка;
- загрузка 8 - статическое загрузка;
- загрузка 9 - статическое загрузка;
- загрузка 10 - статическое загрузка;
- загрузка 11 - статическое загрузка;
- загрузка 12 - статическое загрузка.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузений:

- загрузка 1 - статическое загрузка;
- Данное загрузка учитывается как постоянная нагрузка.
- загрузка 2 - статическое загрузка;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			загружение 10 - статическое нагружение;						
			загружение 11 - статическое нагружение;						
			загружение 12 - статическое нагружение.						
			Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.						
			<u>При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики нагружений:</u>						
			загружение 1 - статическое нагружение;						
			Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.						
			загружение 2 - статическое нагружение;						

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 3 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 4 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 5 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 6 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 7 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 8 - статическое нагружение.

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 9 - статическое нагружение.

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 10 - статическое нагружение.

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 11 - статическое нагружение.

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 12 - статическое нагружение.

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер нагружения и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.																	Лист
																					104
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата																

- 4.X линейное по оси X;
 5.Z линейное по оси Z;
 6.UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются:

3.в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

4.во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

НС - номер сечения.

КРТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетания.

Индексами А или В помечаются группы РСУ:

А - группа РСУ, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа РСУ, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузок, вошедших в расчетные сочетания.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

МК - крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MY изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			105

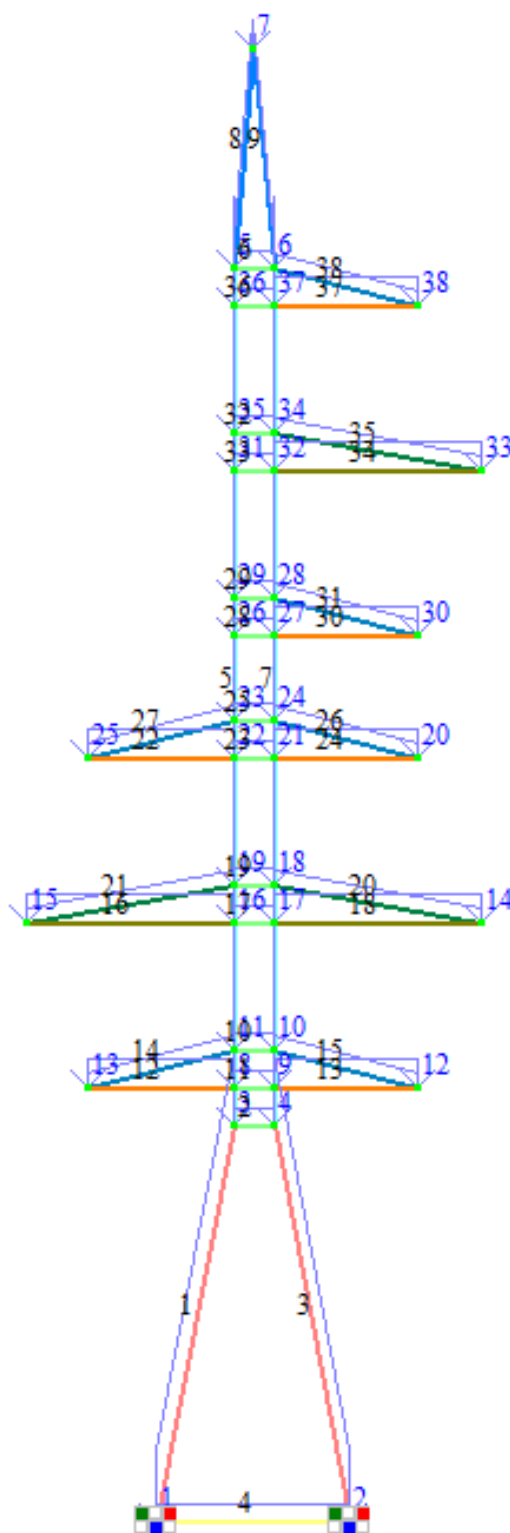
QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				106

Отообразим загрузения опоры УС110-8 по порядку:

10.Загружение 1 (собственный вес)



Загружение 1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

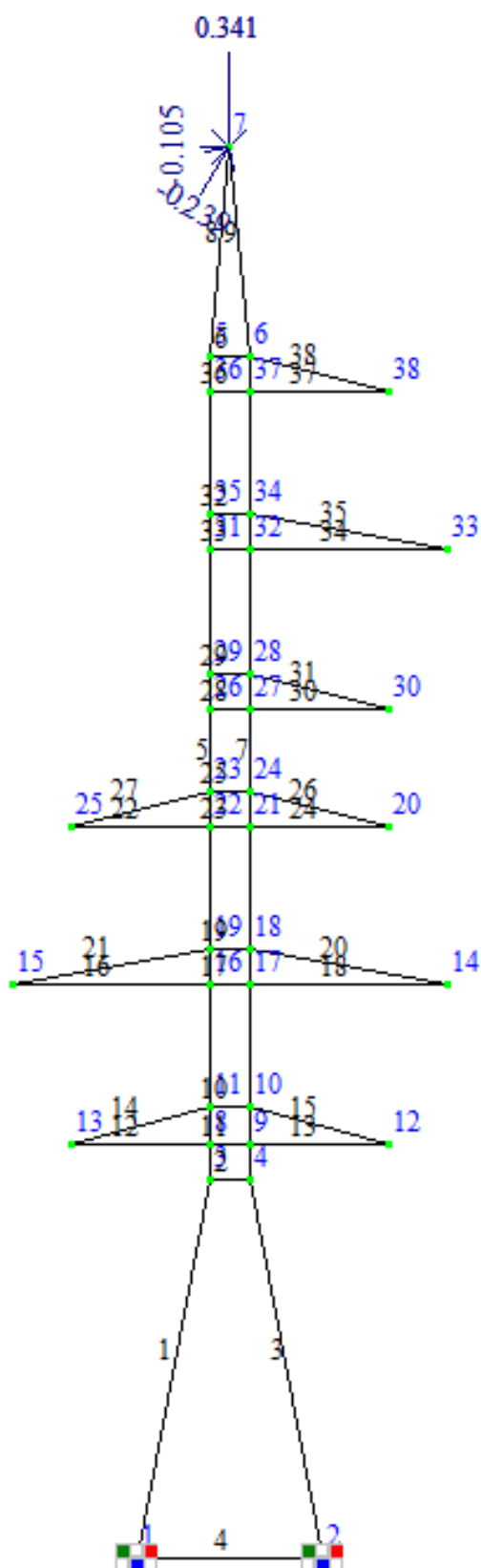
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

107

11. Загружение 2 (нагрузка от троса)



Загружение 2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

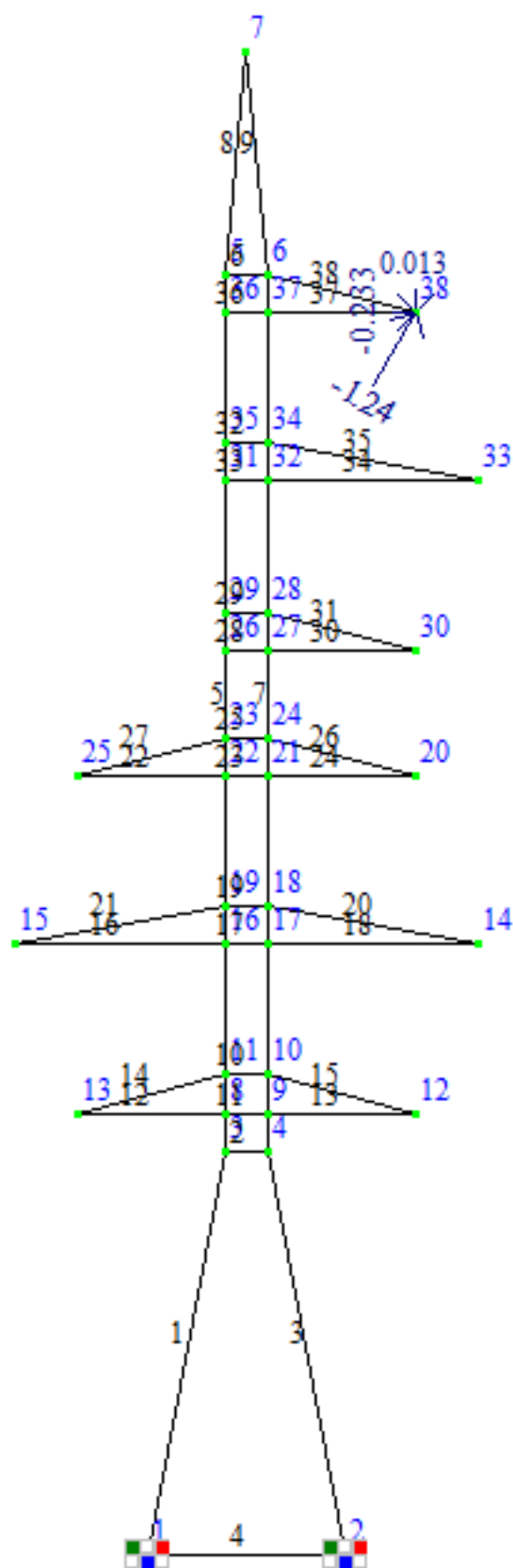
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

108

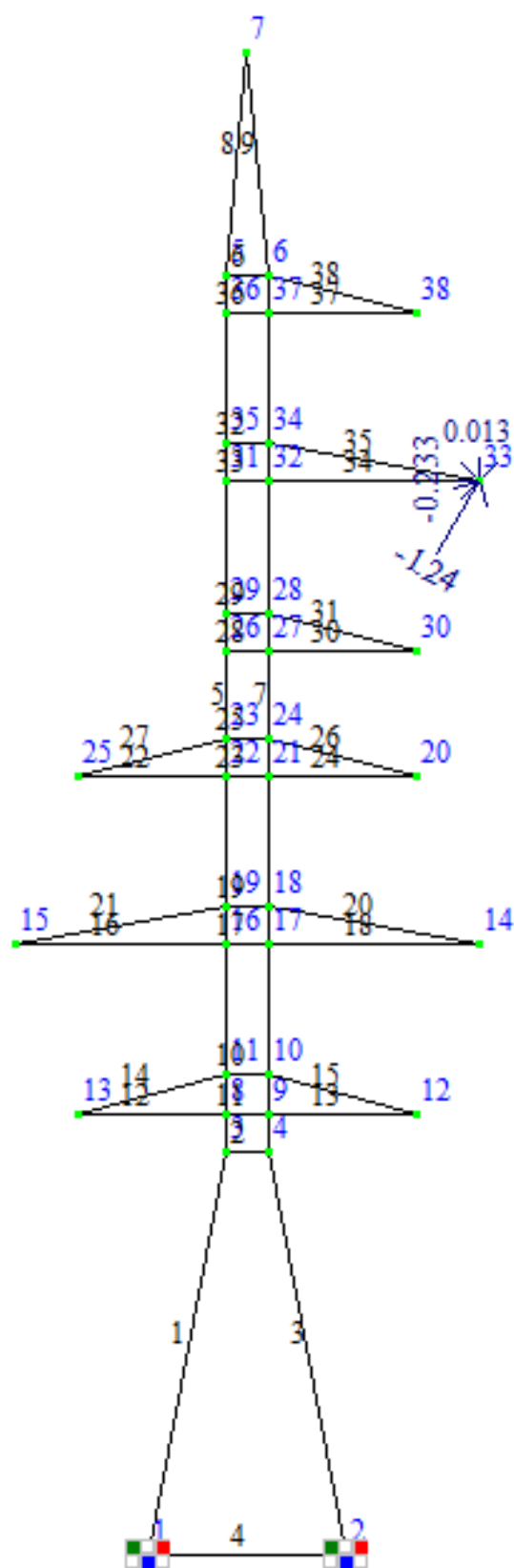
12. Загружение 3 (нагрузка от провода)



Загружение 3

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №									Лист
											109
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02					

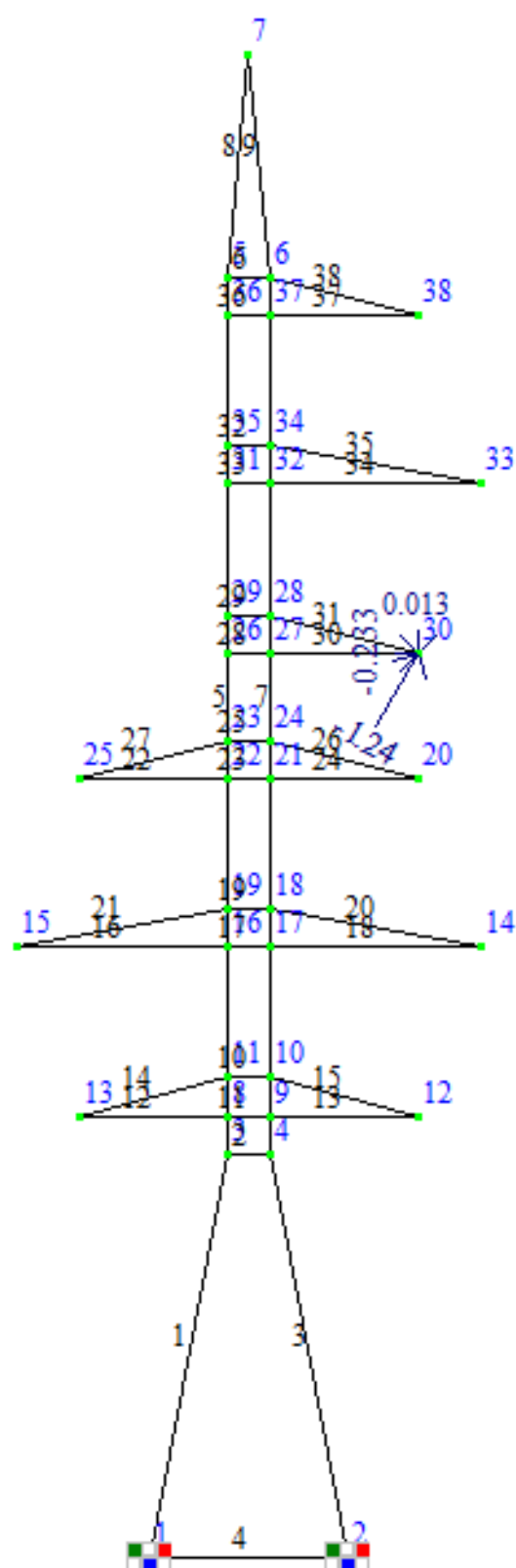
13. Загружение 4 (нагрузка от провода)



Загружение 4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	Лист
						110

14. Загружение 5 (нагрузка от провода)



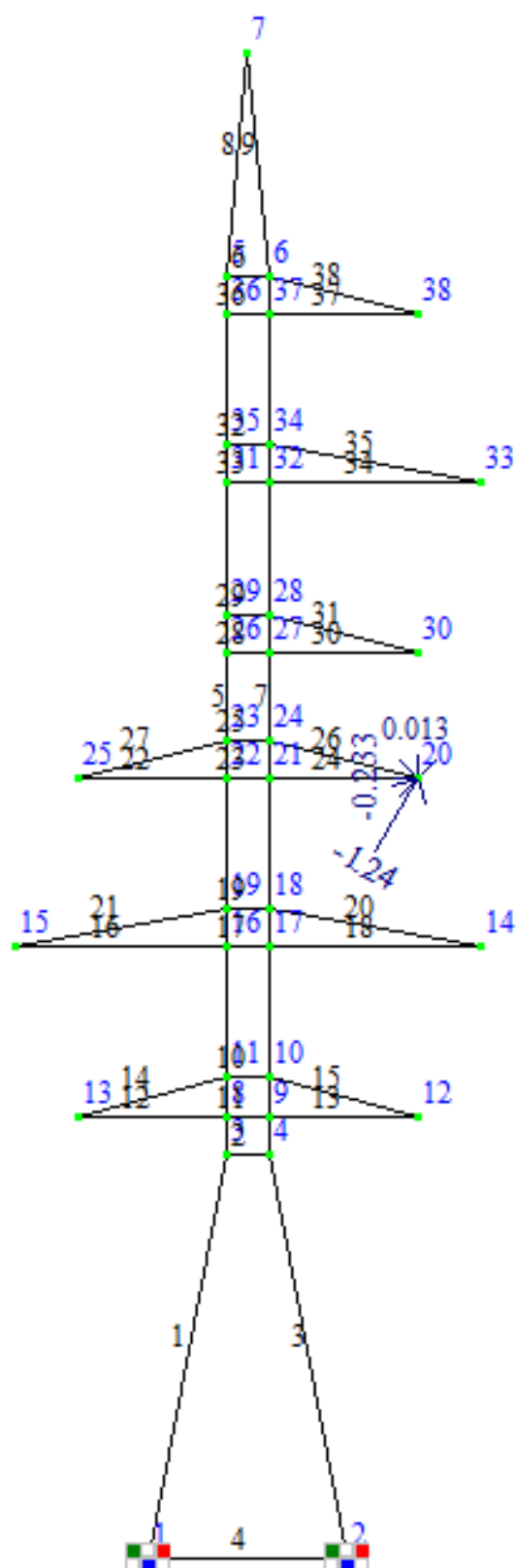
Загружение 5

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Загружение 5

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							111
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата		

15. Загружение 6 (нагрузка от провода)



Загружение 6

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

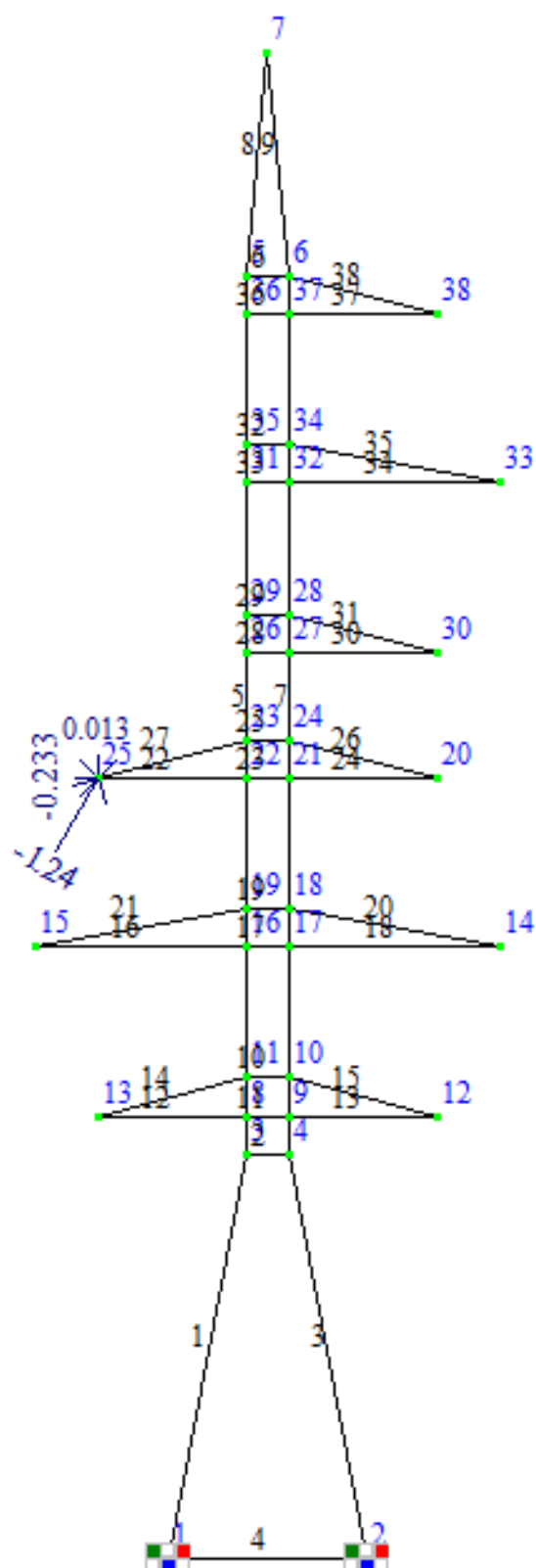
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

112

16.Загружение 7 (нагрузка от провода)



Загружение 7

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

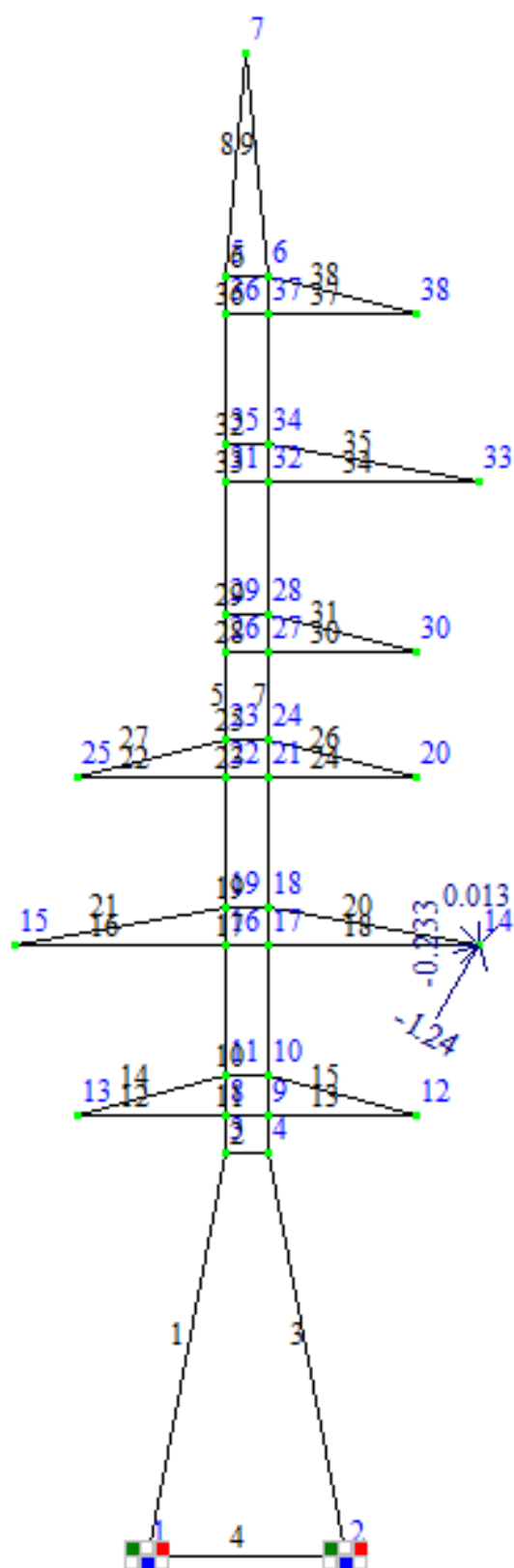
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

113

17. Загружение 8 (нагрузка от провода)

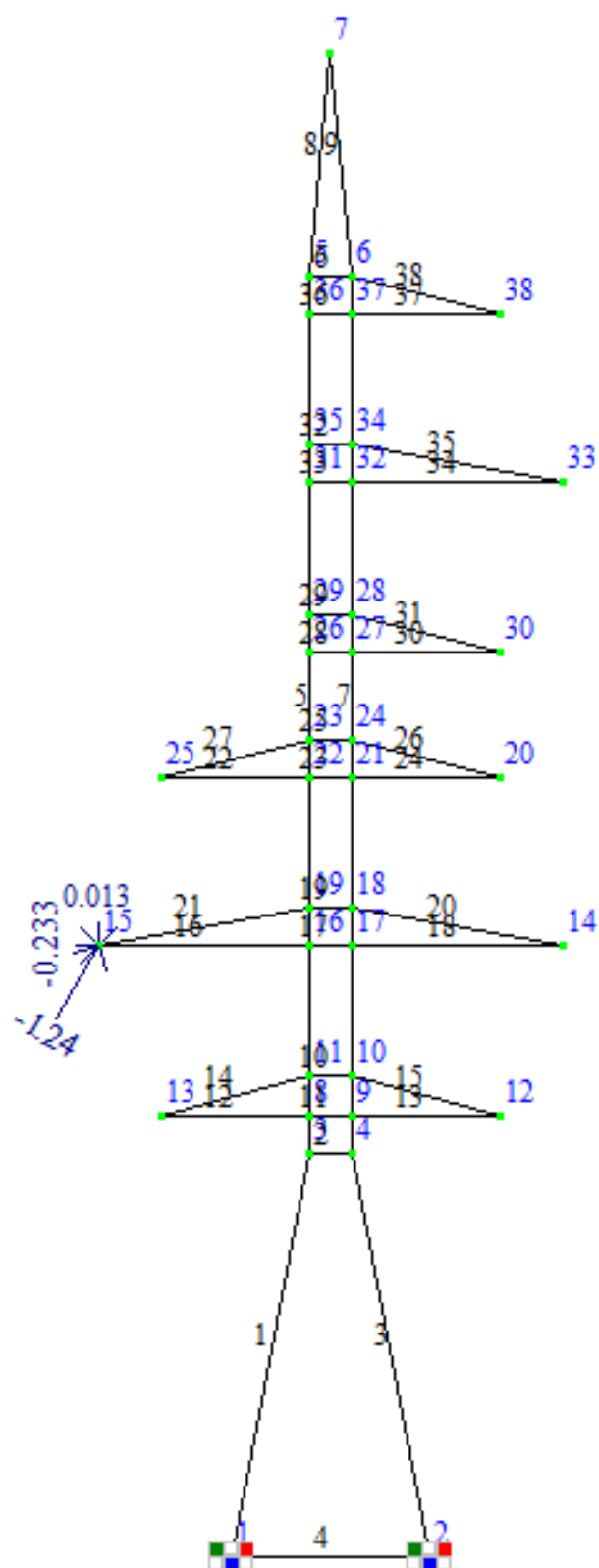


Загружение 8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата

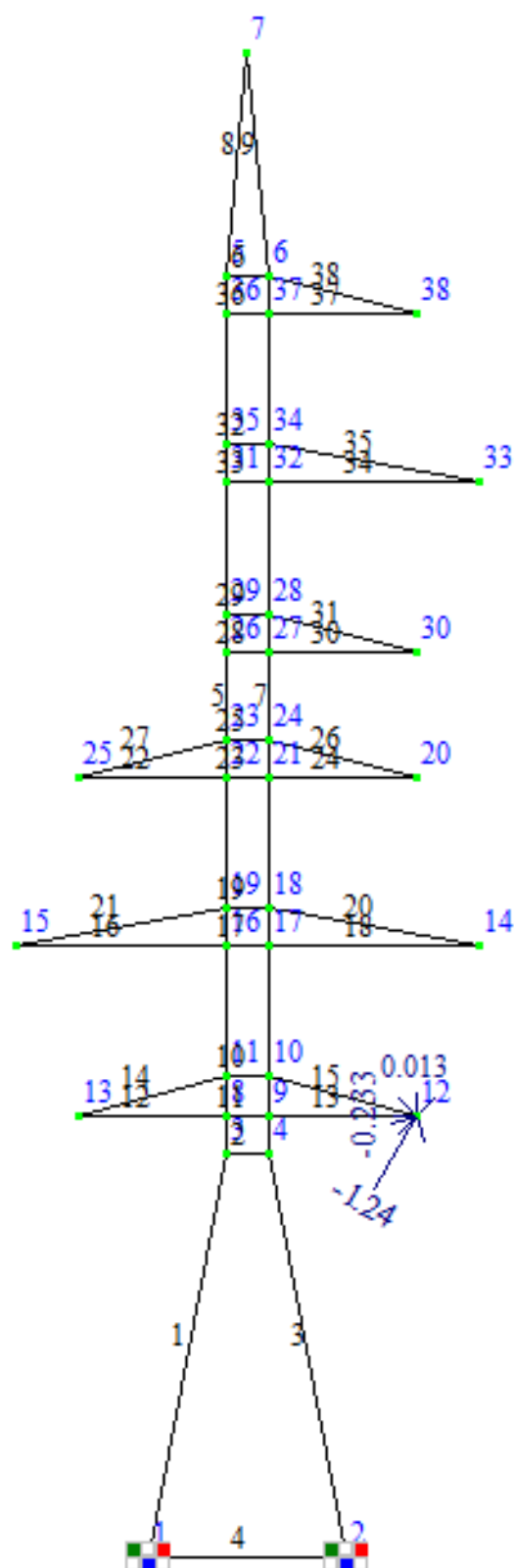
18.Загружение 9 (нагрузка от провода)



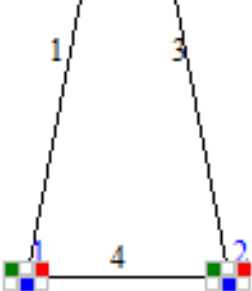
Загружение 9

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №	
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата
6/17-7.17-ТКР-02					
					Лист
					115

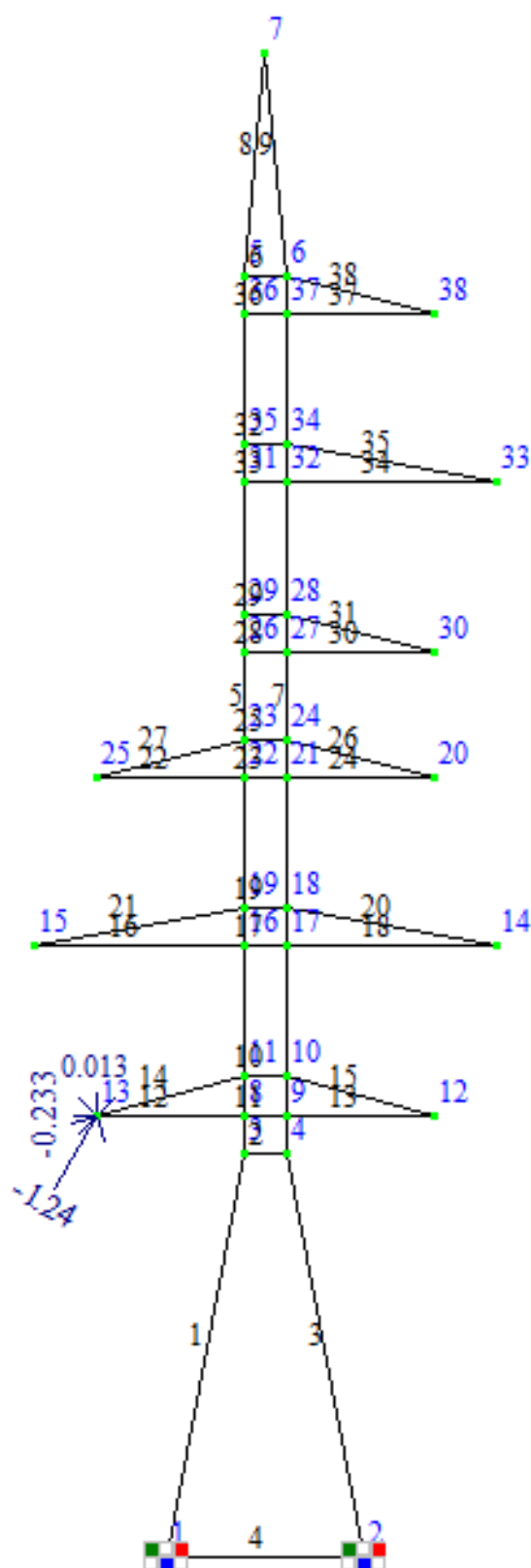
19. Загружение 10 (нагрузка от провода)



Загружение 10

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №										
									Загружение 10			
			Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			Лист
												116

20. Загружение 11 (нагрузка от провода)



Загружение 11

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

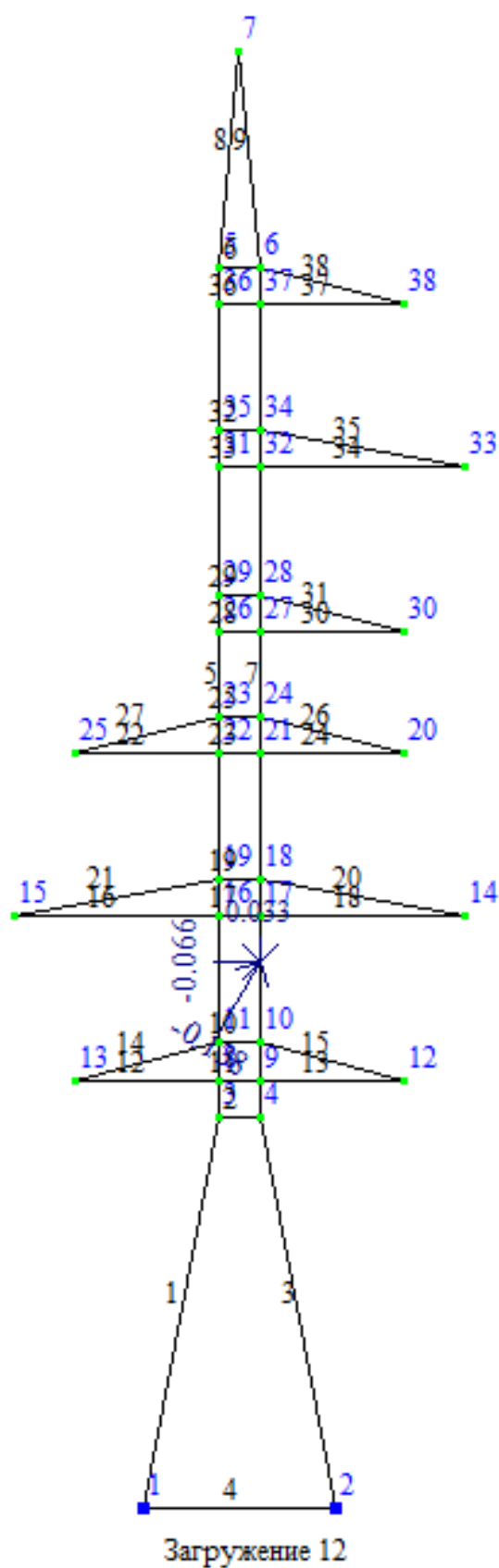
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

117

21.Загружение 12 (нагрузка от ВОЛС)



Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	1	1		A1	-.12325	.40872	-.08856	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
1	2	2	1		A1	.11350	-.68016	-.13419	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
2	1	2	1		A1	-.15397	-.14504	.29370	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
2	2	1	1		A1	-.16897	.14596	.28832	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
3	1	1	1		A1	-.15114	.59737	-.08729	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
3	2	2	1		A1	-.17482	-.47913	-.13292	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
4	1	2	1		A1	0	-.00990	.01265	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
4	2	2	1		A1	0	-.00990	-.01265	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
5	1	1	1		A1	.43055	.53512	-.04369	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
5	2	2	1		A1	.94353	-.37366	-.04369	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
6	1	1	1		A1	.02616	.31987	-.71347	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
6	2	2	1		A1	.02616	-.39629	-.71885	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
7	1	1	1		A1	-.12760	.19981	-.03130	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
7	2	2	1		A1	-.17889	-.45140	-.03130	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
8	1	1	1		A1	.23068	.05379	-.00416	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
8	2	1	1		A1	.28175	.01881	-.00897	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
9	1	1	1		A1	-.36335	.01881	-.02777	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
9	2	2	1		A1	-.41442	-.14186	-.03259	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
10	1	1	1		A1	.20080	.05680	.00253	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
10	2	1	1		A1	.20080	.05664	-.00284	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
11	1	2	1		A1	-.25180	-.26302	-.13864	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
11	2	2	1		A1	-.25180	-.40435	-.14402	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
12	1	1	1		A1	-.25180	.16321	-.10491	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
12	2	2	1		A1	-.25180	-.26302	-.13864	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
13	1	2	1		A1	-.14980	-.26286	.13895	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
13	2	1	1		A1	-.14980	.16446	.10523	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
14	1	2	1		A1	.18951	-.16321	.06929	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
14	2	1	1		A1	.19384	.05680	.05246	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
15	1	1	1		A1	.19376	.05664	-.05276	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

119

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
15	2	2	1		A1	.18943	-.16446	-.06960	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
16	1	2	1		A1	-.53583	-1.1821	.18216	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
16	2	2	1		A1	-.53583	-.39175	.13398	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
17	1	2	1		A1	-.53583	-.39175	.13398	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
17	2	2	1		A1	-.53583	-.26046	.12860	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
18	1	2	1		A1	-.53583	-.26046	.12860	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
18	2	1	1		A1	-.53583	.26211	.08042	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
19	1	1	1		A1	.58683	.15036	.03439	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
19	2	1	1		A1	.58683	.18206	.02901	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
20	1	1	1		A1	.58268	.18206	-.07540	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
20	2	2	1		A1	.57835	-.26211	-.09945	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
21	1	2	1		A1	.56712	-.61084	.16185	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
21	2	1	1		A1	.57145	.15036	.13780	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
22	1	1	1		A1	-.25180	.16321	-.10491	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
22	2	2	1		A1	-.25180	-.26302	-.13864	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
23	1	2	1		A1	-.25180	-.26302	-.13864	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
23	2	2	1		A1	-.25180	-.40435	-.14402	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
24	1	2	1		A1	-.14980	-.26286	.13895	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
24	2	1	1		A1	-.14980	.16446	.10523	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
25	1	1	1		A1	.20080	.05680	.00253	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
25	2	1	1		A1	.20080	.05664	-.00284	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
26	1	1	1		A1	.19376	.05664	-.05276	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
26	2	2	1		A1	.18943	-.16446	-.06960	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
27	1	2	1		A1	.18951	-.16321	.06929	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
27	2	1	1		A1	.19384	.05680	.05246	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
28	1	2	1		A1	.05100	-.52843	.14687	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
28	2	2	1		A1	.05100	-.38424	.14149	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
29	2	2	1		A1	0	-.00269	-.00538	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
30	1	2	1		A1	.05100	-.38424	.14149	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
30	2	1	1		A1	.05100	.05195	.10776	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
31	1	2	1		A1	-.00567	-.05195	.02204	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
31	2	2	1		A1	-.00134	-.00269	.00521	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
32	2	2	1		A1	0	-.00269	-.00538	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
33	1	2	1		A1	.05100	-.76954	.16838	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
33	2	2	1		A1	.05100	-.60384	.16299	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
34	1	2	1		A1	.05100	-.60384	.16299	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
34	2	1	1		A1	.05100	.09069	.11482	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
35	1	2	1		A1	-.00095	-.00269	-.00529	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
35	2	2	1		A1	-.00528	-.09069	-.02934	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

120

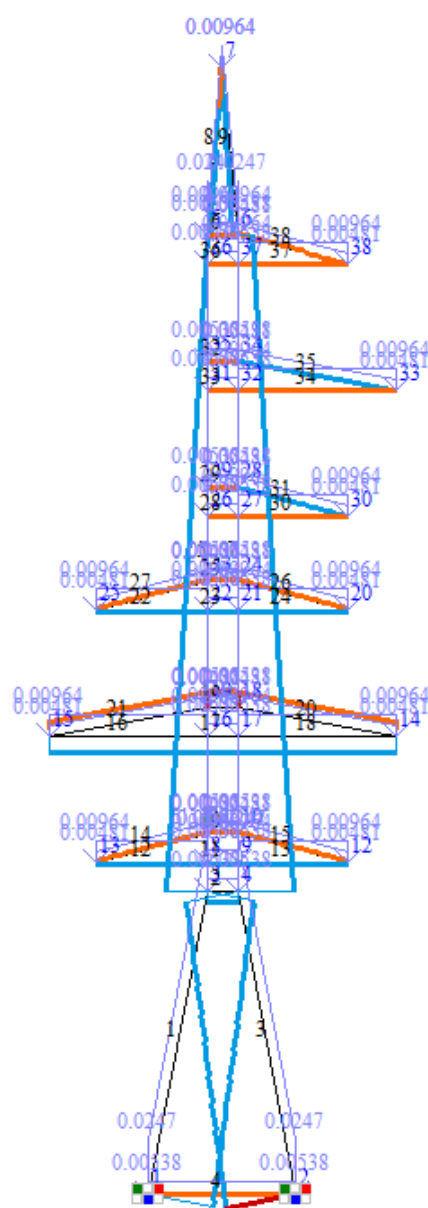
Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
36	2	2	1		A1	0	-.00269	-.00538	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
37	1	2	1		A1	0	-.00269	-.00538	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
37	2	2	1		A1	0	-.08055	-.03910	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
38	1	2	1		A1	.08463	-.33834	.12433	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,
38	2	1	1		A1	.08030	.08055	.10749	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,

Отобразим эпюры согласно назначенных нагрузок по порядку:

Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My.

Эпюра N



Эпюра N
Единицы измерения - т

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

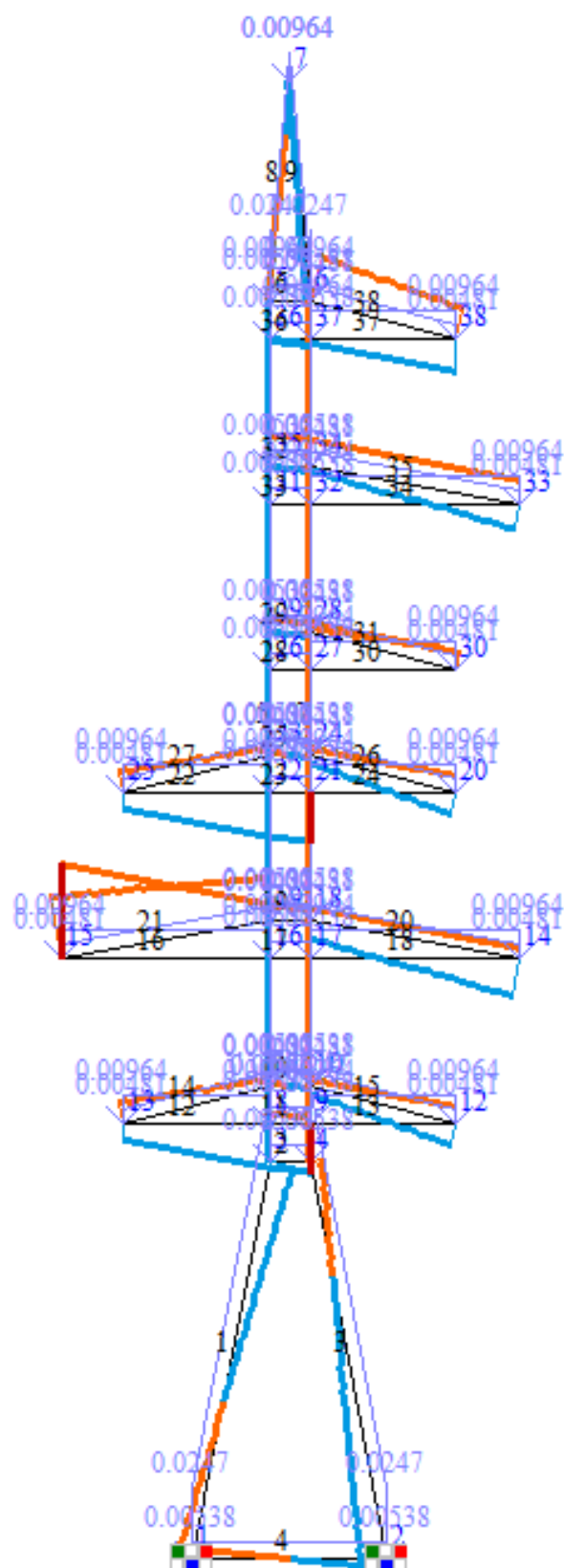
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата
------	--------	------	---	-------	------

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

121

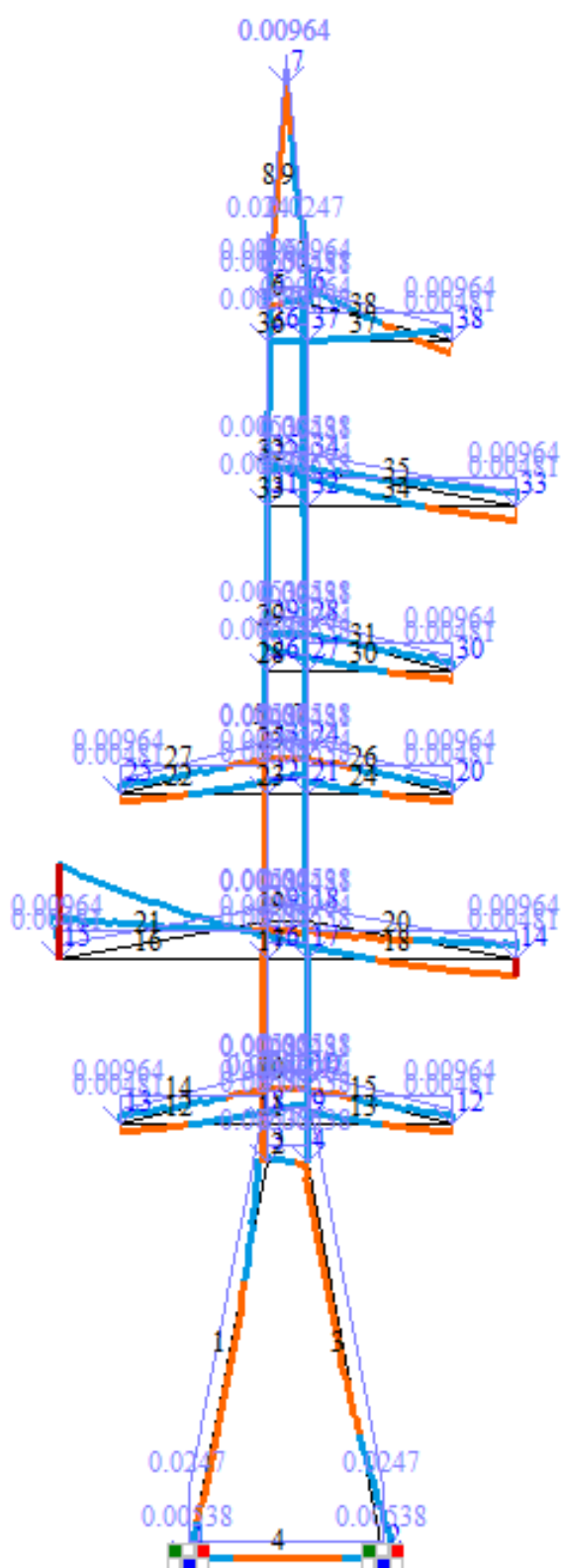
Эпюра Qz



Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Эпюра Qz
Единицы измерения - т

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							122
Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата		

Эпюра M_y Эпюра M_y Единицы измерения - $t \cdot m$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

123

Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

ЛИРА 9.6 (ЛИР-СТК)

Результат проверки сечений основных элементов опоры

Имя задачи: расчет анкерной угловой ответвительной двухцепной опоры УС110-8. принятой по типовой серии 3.407.2-170 "Унифицированные стальные конструкции промежуточных и анкерно-угловых опор 35-110 кВ для нормальных условий".

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

В расчете учтен физический износ металлических решетчатых опор, коррозия стенок и полок профилей принята 1,5 мм – процент износа равен порядка 20%.

Анкерная угловая ответвительная двухцепная опора УС110-8

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 1.1.1.1 Уголок параллельно полкам 160 x 160 x 10, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 160 x 160 x 10, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
1	1		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	9.78
1	2		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	9.78
3	1		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	9.78
3	2		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	9.78
Сечение: 2.2.2.2 Уголок параллельно полкам 70 x 70 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 70 x 70 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
4	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.70
4	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.70
Сечение: 3.3.3.3 Уголок параллельно полкам 70 x 70 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 70 x 70 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
2	1		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
2	2		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
6	1		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Сортамент: Уголок равнополочный													Лист				
			6/17-7.17-ТКР-02																	
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	Сечение: 3.3.3.3 Уголок параллельно полкам 70 x 70 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм										124				
						Профиль: 70 x 70 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86														
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*						Сортамент: Уголок равнополочный														
2						1		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
2						2		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
6						1		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	Примечание	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
6	2		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00
10	1		0.00		1	0	0	15	15	0	0	1	15	0	1.00
10	2		0.00		1	0	0	15	15	0	0	1	15	0	1.00
11	1		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
11	2		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
17	1		0.00		1	2	2	31	31	0	69	2	31	69	1.00
17	2		0.00		1	2	2	31	31	0	69	2	31	69	1.00
19	1		0.00		2	0	0	15	15	0	0	2	15	0	1.00
19	2		0.00		2	0	0	15	15	0	0	2	15	0	1.00
23	1		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
23	2		0.00		1	1	1	31	31	0	69	1	31	69	1.00
25	1		0.00		1	0	0	15	15	0	0	1	15	0	1.00
25	2		0.00		1	0	0	15	15	0	0	1	15	0	1.00
28	1		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00
28	2		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00
29	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
29	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
32	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
32	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
33	1		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00
33	2		0.00		0	0	0	15	15	0	0	0	15	0	1.00
36	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
36	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00

Сечение: 4.4.4.4 Уголок параллельно полкам 160 x 160 x 10, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм

Профиль: 160 x 160 x 10, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86

Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*

Сортамент: Уголок равнополочный

5	1		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	20.80
5	2		0.00		1	0	0	7	7	0	0	1	7	0	20.80
7	1		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	20.80
7	2		0.00		1	1	1	13	13	0	91	1	13	91	20.80

Сечение: 5.5.5.5 Уголок параллельно полкам 90 x 90 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм

Профиль: 90 x 90 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86

Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*

Сортамент: Уголок равнополочный

8	1		0.00		0	0	0	24	24	0	67	0	24	67	5.32
8	2		0.00		0	0	0	12	12	0	0	0	12	0	5.32

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

125

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата		120

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
20	1		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	5.08
20	2		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	5.08
21	1		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	5.08
21	2		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	5.08
35	1		0.00		0	0	0	34	34	0	60	0	34	60	5.08
35	2		0.00		0	0	0	34	34	0	60	0	34	60	5.08
Сечение: 9.9.9.8 Уголок параллельно полкам 90 x 90 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 90 x 90 x 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: 09Г2С; ГОСТ 19281-73*															
Сортамент: Уголок равнополочный															
16	1		0.00		1	1	1	24	24	0	67	1	24	67	5.00
16	2		0.00		1	1	1	24	24	0	67	1	24	67	5.00
18	1		0.00		1	1	1	24	24	0	67	1	24	67	5.00
18	2		0.00		1	1	1	24	24	0	67	1	24	67	5.00
34	1		0.00		0	0	0	12	12	0	0	0	12	0	5.00
34	2		0.00		0	0	0	12	12	0	0	0	12	0	5.00

Вывод:

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры УС110-8 полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

127

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

2.2.5 Расчет анкерно-угловой опоры – марка У110-3

Описание расчетной схемы

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 110 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) XOZ.

Конструктивная схема опоры У110-3 показана на рис. 3.19.

Конструктивная схема опоры У110-3 выполненная в программе AutoCAD 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира» показана на рис. 3.20.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры У110-3 подлежащих расчету показаны на рис. 3.21.

Расчетная схема опоры У110-3 (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.22.

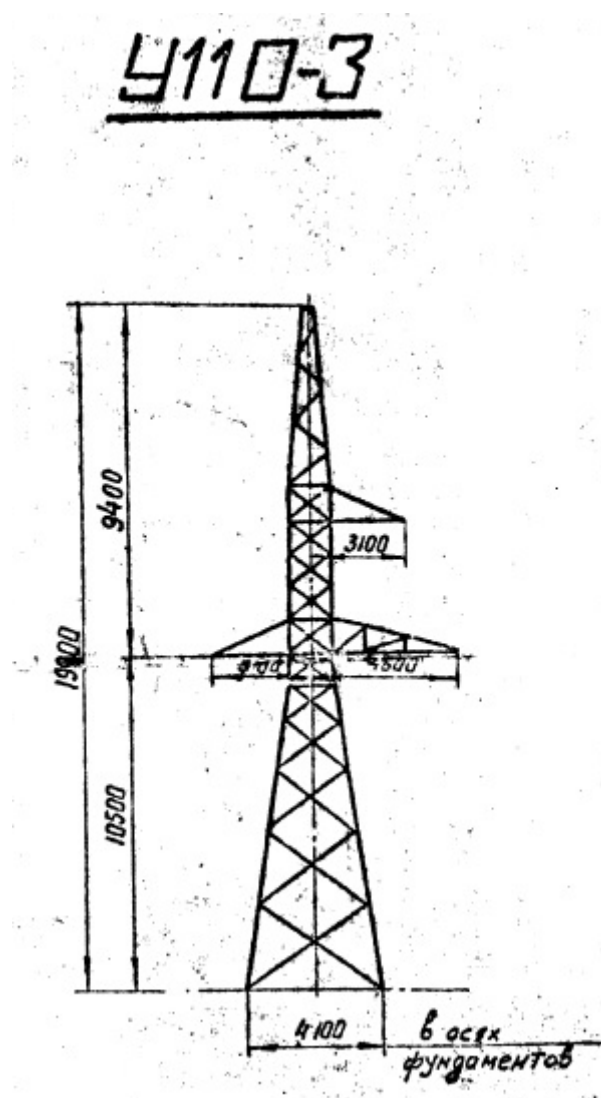


Рис. 3.19. Конструктивная схема опоры У110-3 (серия №3078тм)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Рис. 3.19. Конструктивная схема опоры У110-3 (серия №3078тм)

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист
128

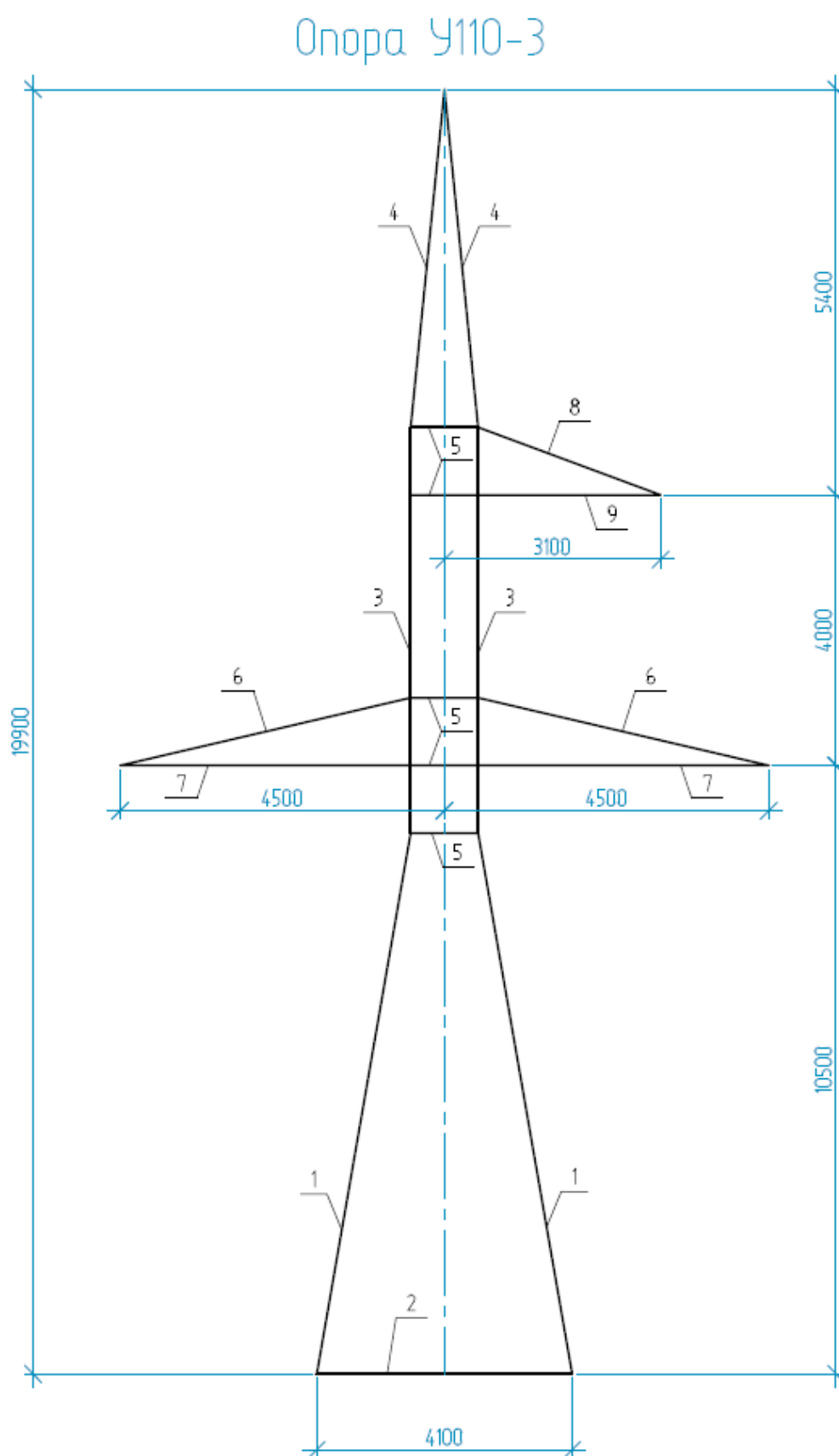


Рис. 3.20. Конструктивная схема опоры У110-3 выполненная в программе AutoCAD 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист
129

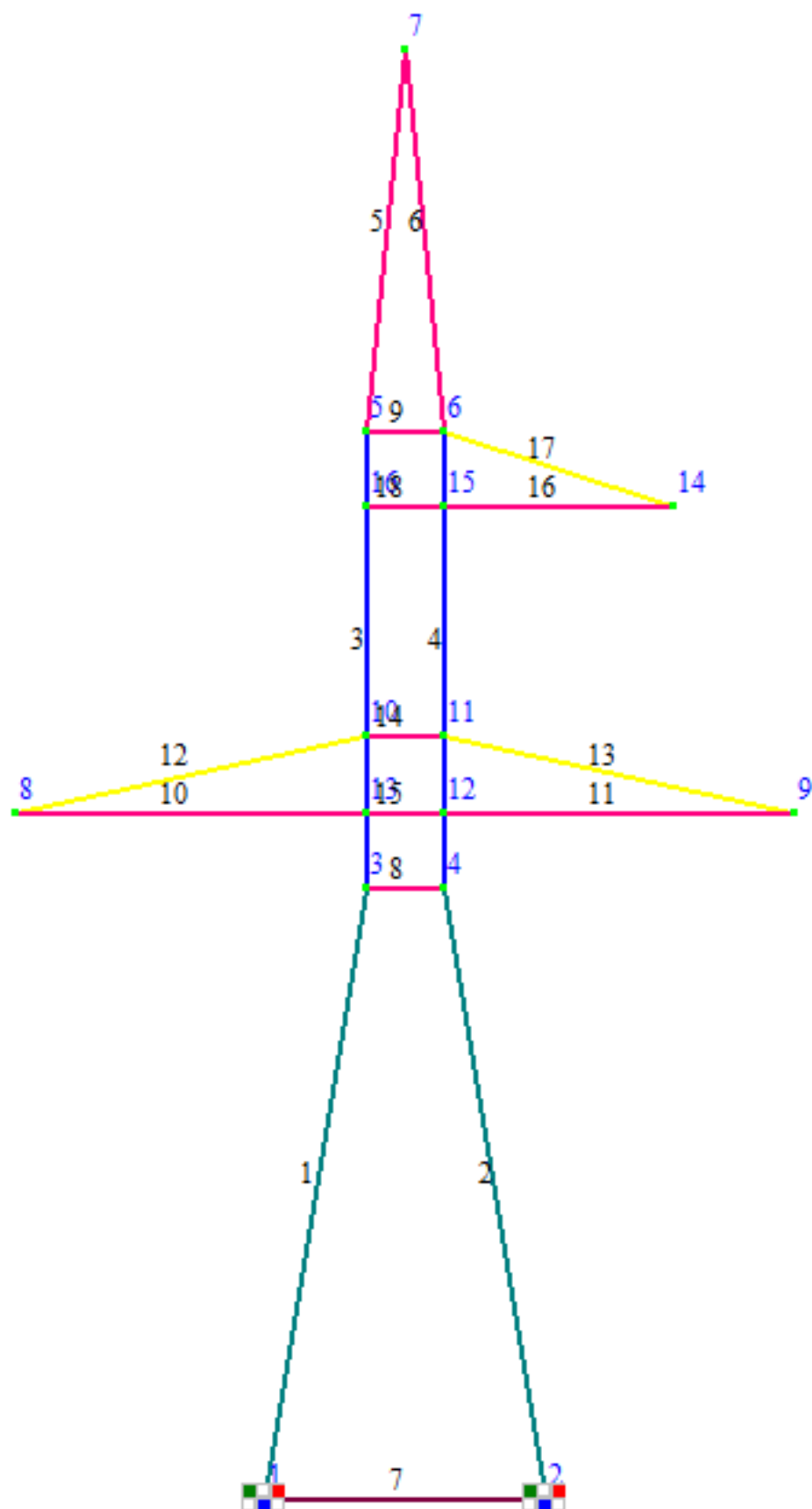


Рис. 3.22. Расчетная схема опоры У110-3 (в ПК «ЛИРА»)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

130

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры У110-3 по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору У110-3 представлена на рис. 3.23.

Взам. инв. №									Лист 131
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
Изм.	Коп.уч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			

Схема нагрузок на опору марки У110-3

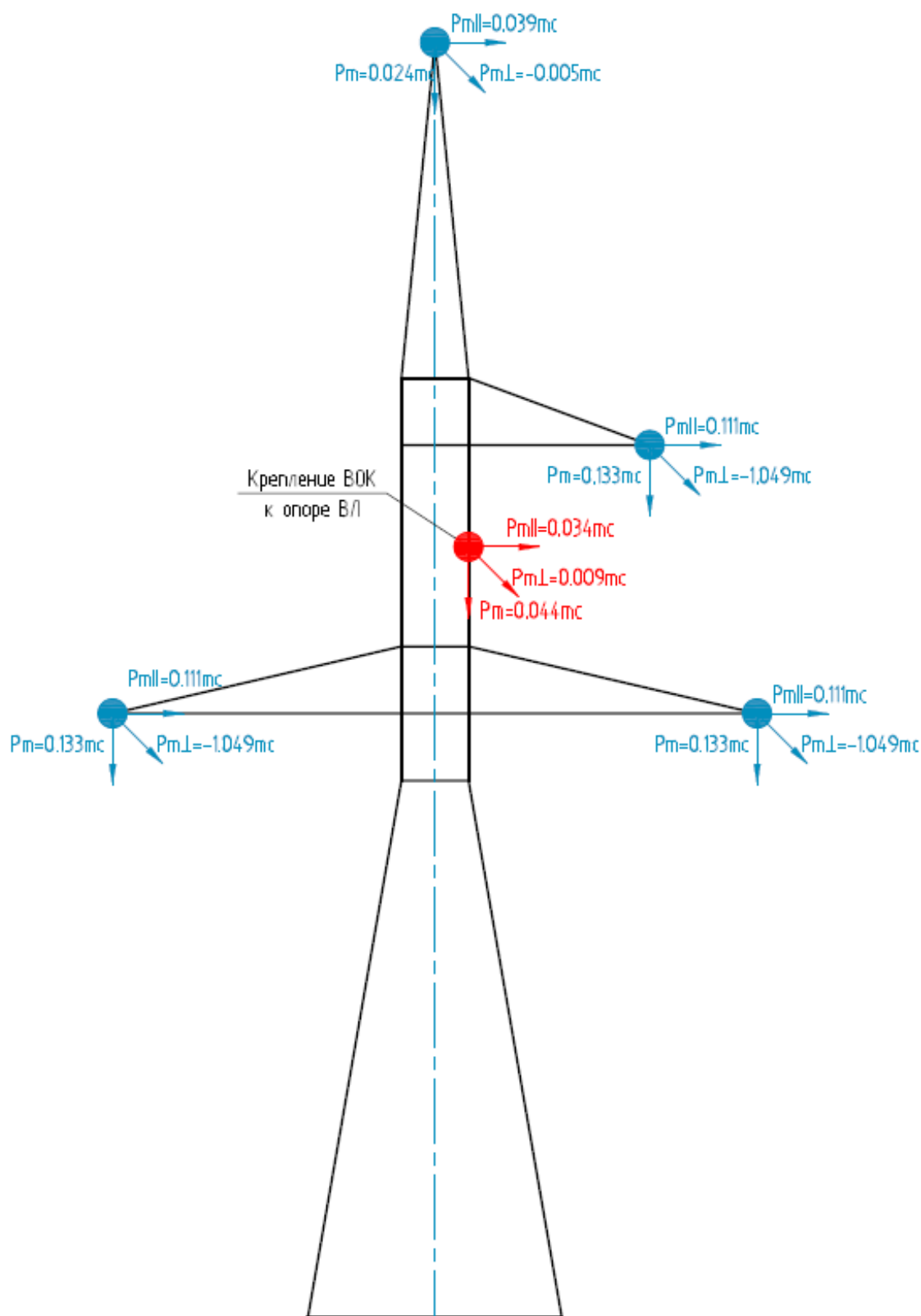


Рис. 3.23. Схема нагрузок на опору У110-3

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

132

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА". В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

1. X линейное по оси X;
2. Z линейное по оси Z;
3. UY угловое вокруг оси Y.

В ПК "ЛИРА" реализованы положения следующих разделов СНиП (с учетом изменений на 1.01.97):

- 4.СНиП 2.01.07-85* - нагрузки и воздействия;
- 5.СНиП II-7-81* - строительство в сейсмических районах;
- 6.СНиП II-23-81* - стальные конструкции.

Типы используемых конечных элементов указаны в документе 1. В этом документе, кроме номеров узлов, относящихся к соответствующему элементу, указываются также номера типов жесткостей.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

- загрузка 1 - статическое нагружение;
- загрузка 2 - статическое нагружение;
- загрузка 3 - статическое нагружение;
- загрузка 4 - статическое нагружение;
- загрузка 5 - статическое нагружение;
- загрузка 6 - статическое нагружение;

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загружений:

загрузка 1 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 4 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	при выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики					
			загружений:					
			загружение 1 - статическое нагружение;					
			Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.					
			загружение 2 - статическое нагружение;					
			Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.					
			загружение 3 - статическое нагружение;					
			Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.					
			загружение 4 - статическое нагружение;					
			Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.					

загружение 5 - статическое загружение;

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 6 - статическое загружение;

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

7.X линейное по оси X;

8.Z линейное по оси Z;

9.UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий. В последующих графах указываются:

5.в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

6.во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

НС - номер сечения.

КРТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									6/17-7.17-ТКР-02	
			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	134	

Индексами А или В помечаются группы РСУ:

А - группа РСУ, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа РСУ, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузений, вошедших в расчетные сочетания.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

МК - крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MY изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

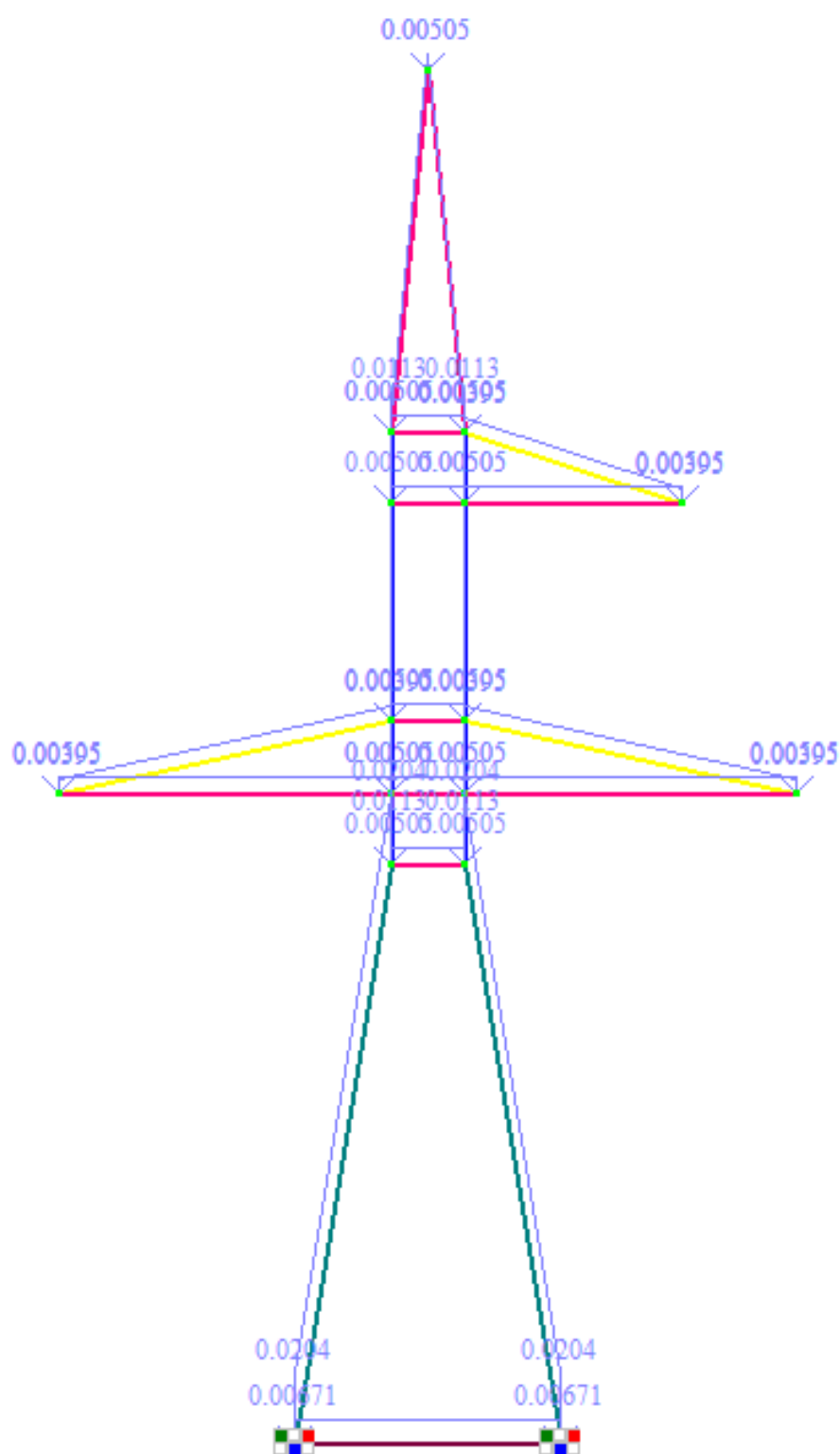
QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

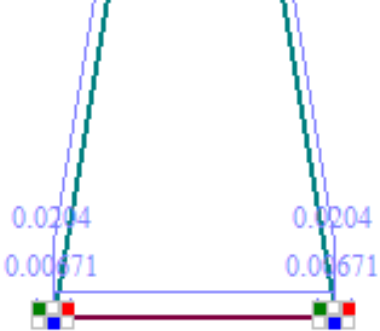
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				135

Отобразим загрузки опоры У110-3 по порядку:

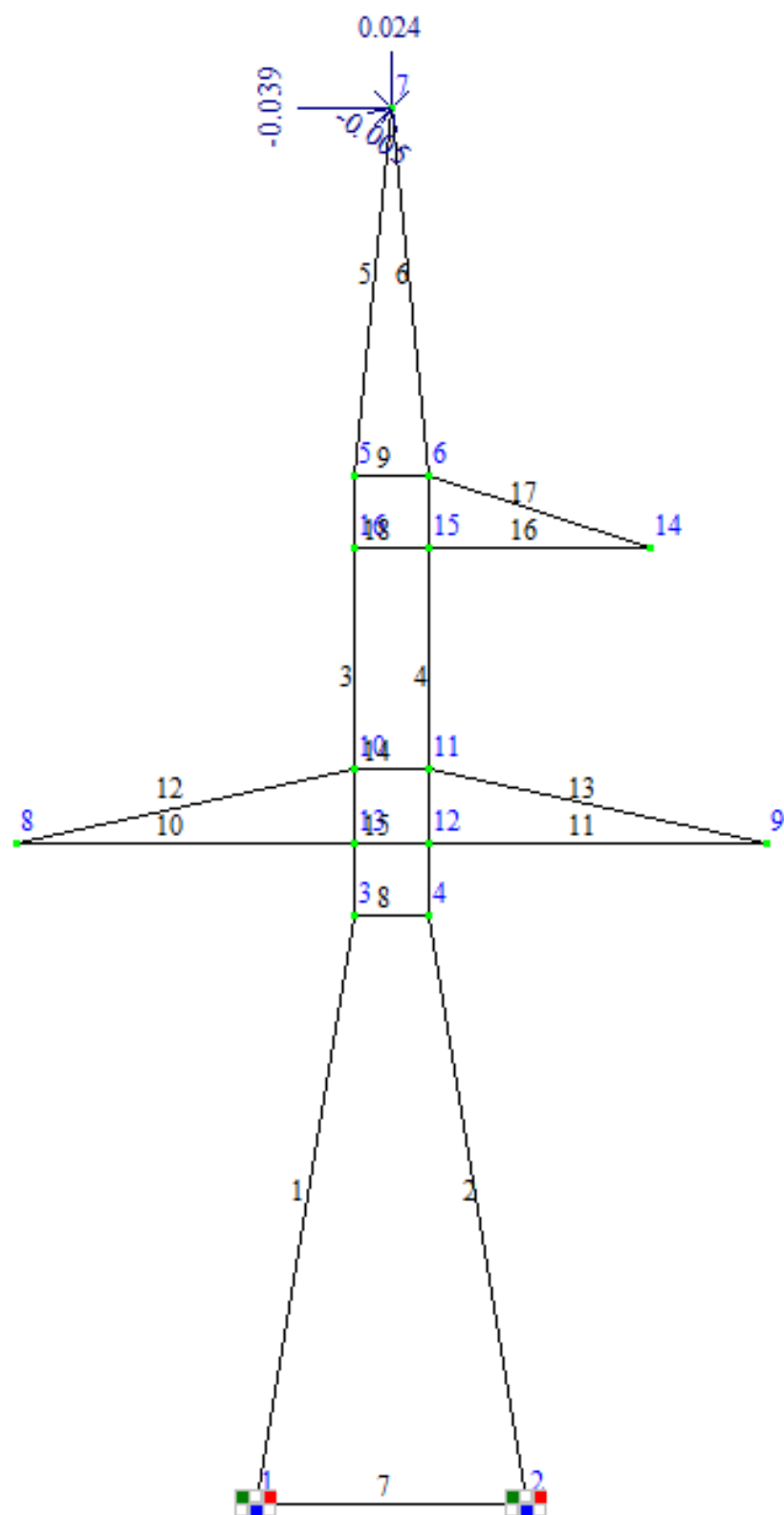
22.Загрузка 1 (собственный вес)



Загрузка 1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
<div><p>Загружение 1</p></div>		

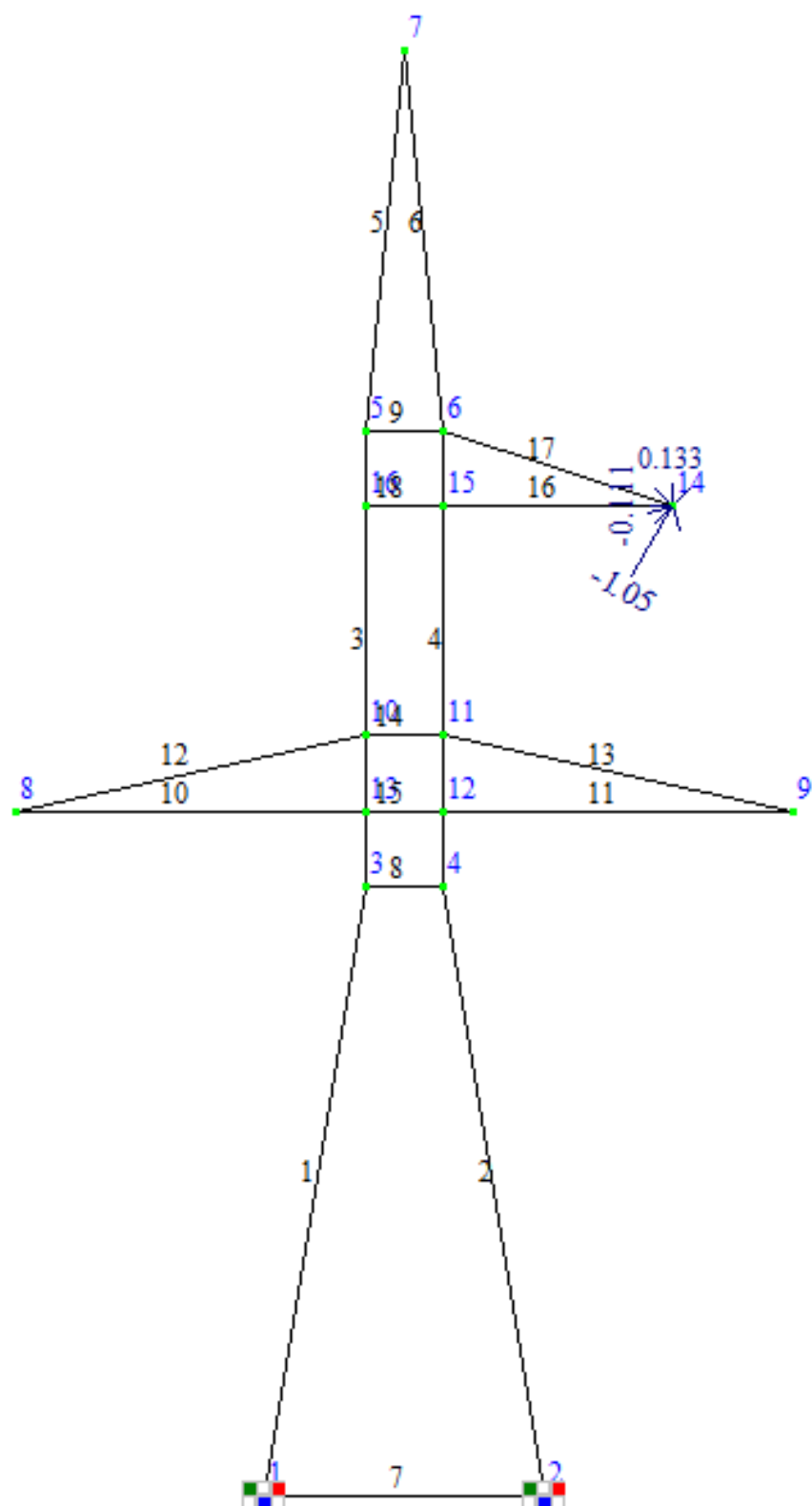
23. Загружение 2 (нагрузка от троса)



Загружение 2

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

24. Загружение 3 (нагрузка от провода)



Загружение 3

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

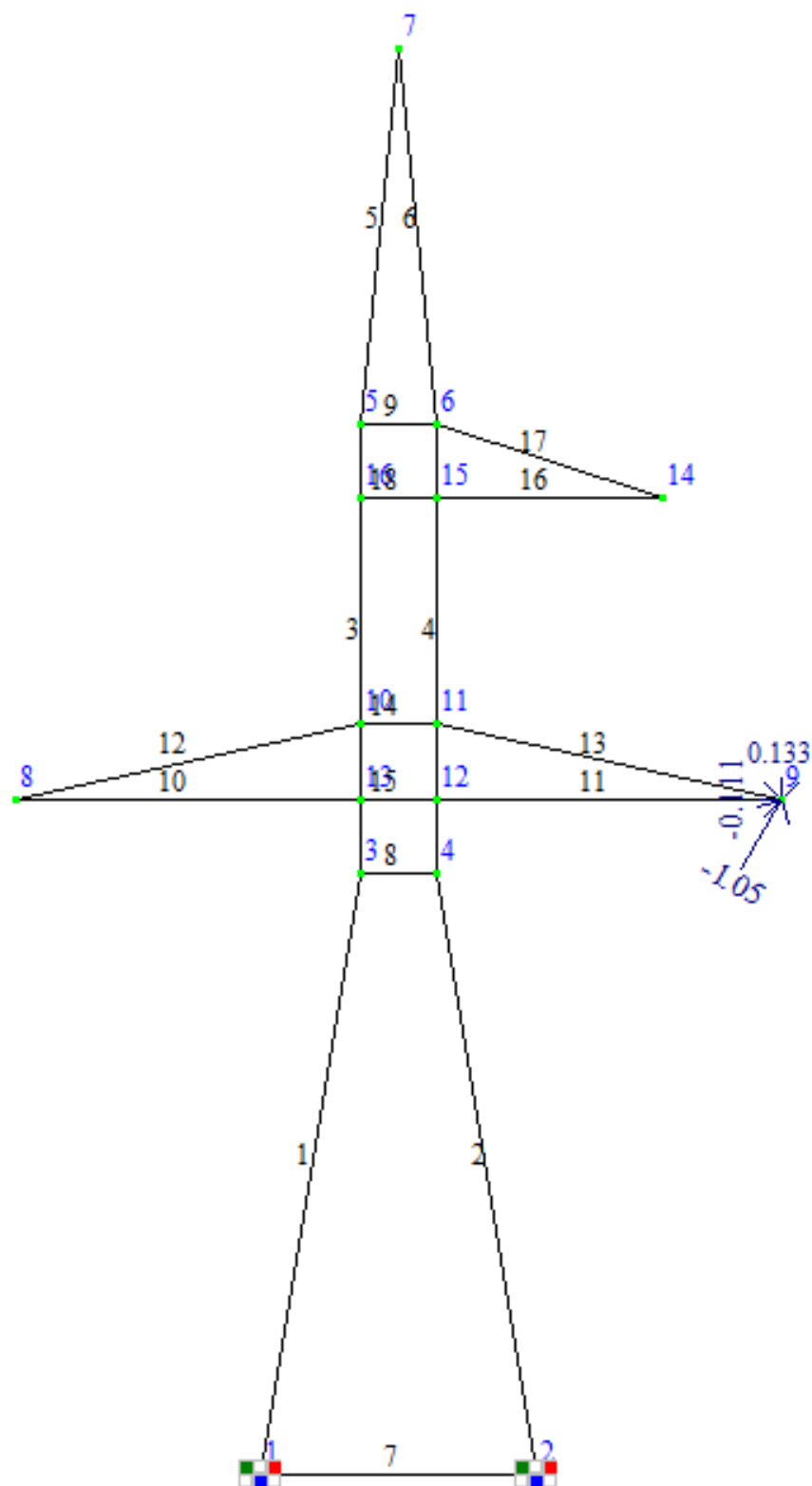
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

138

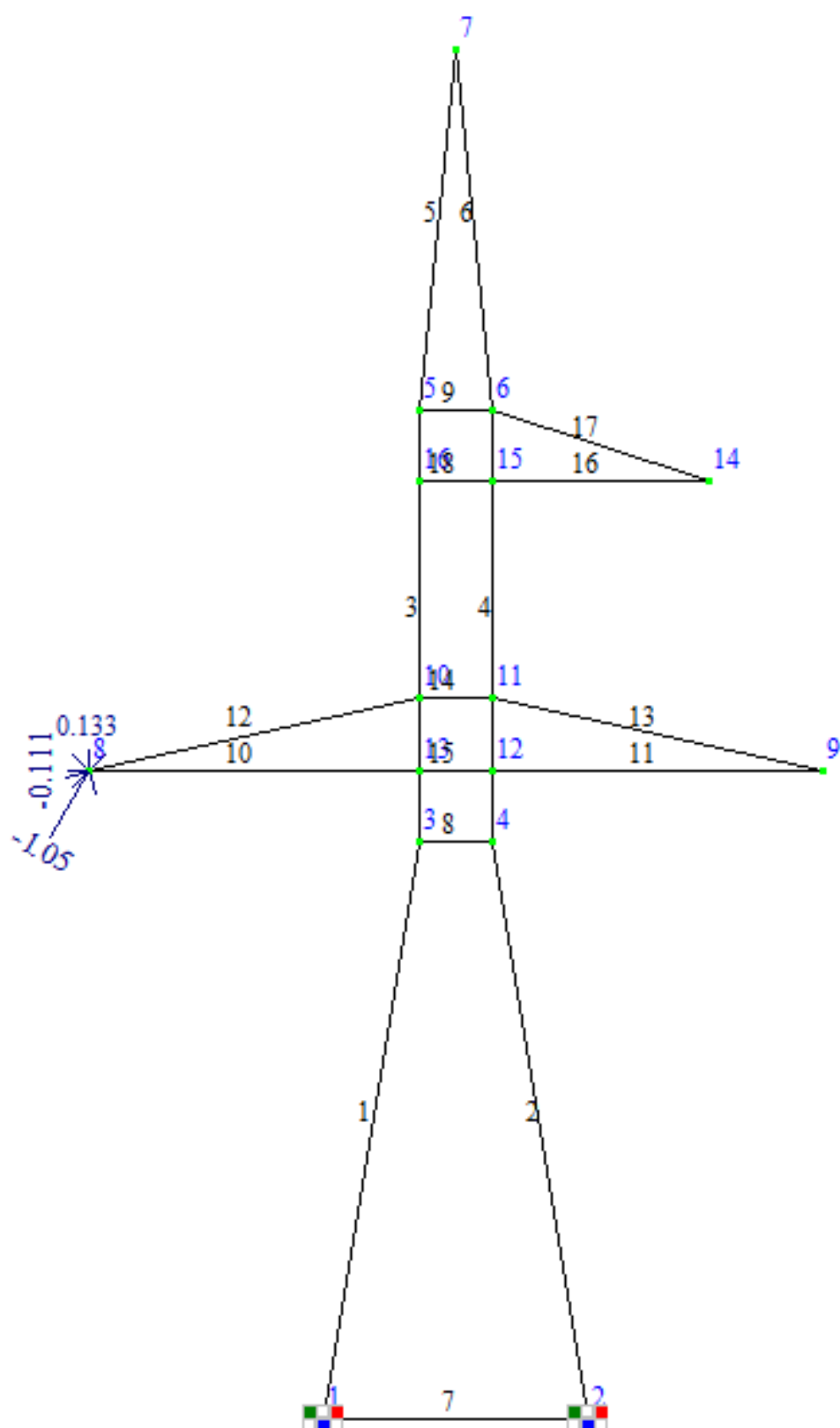
25. Загружение 4 (нагрузка от провода)



Загружение 4

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

26. Загружение 5 (нагрузка от провода)



Загружение 5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

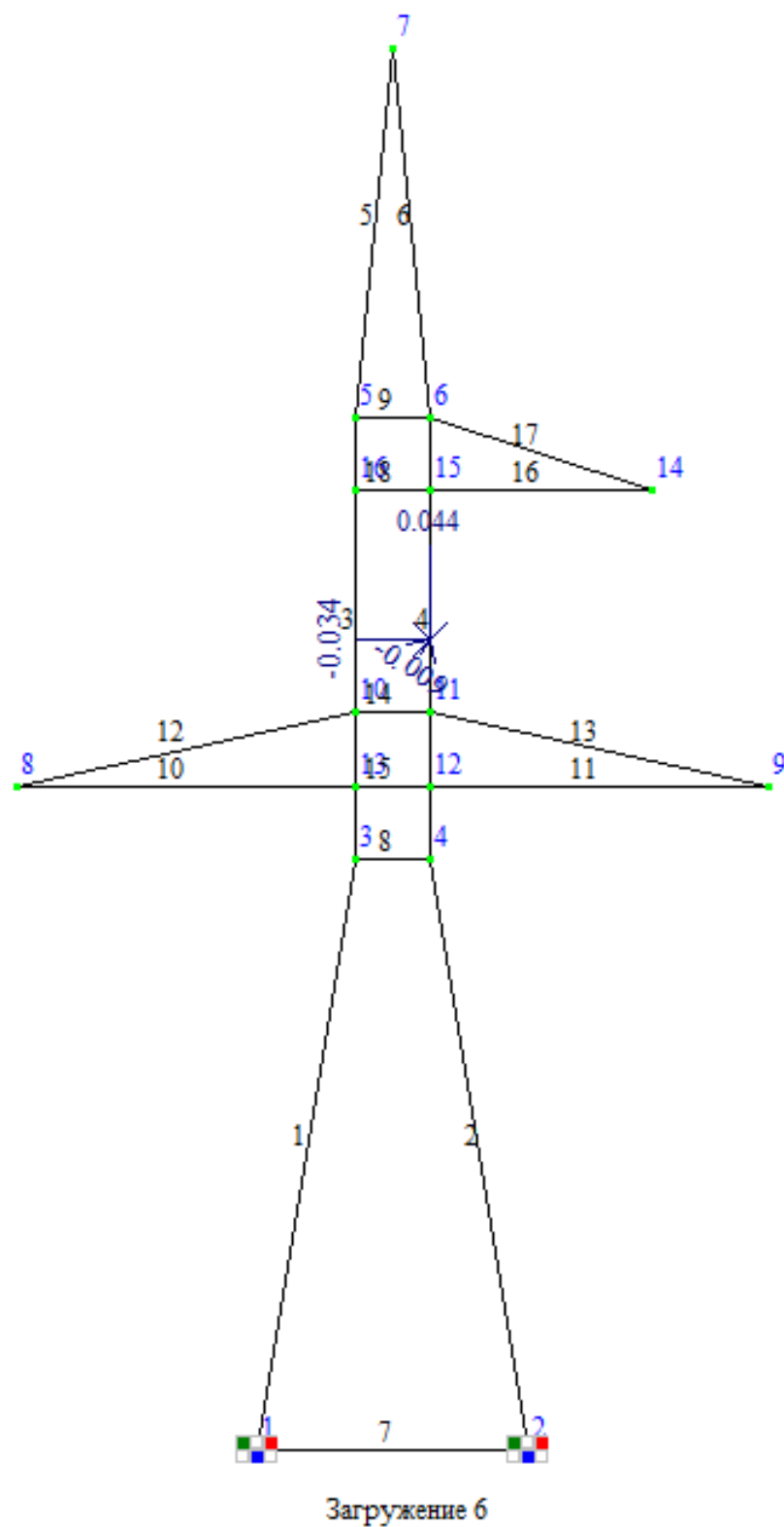
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

140

27. Загружение 6 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

141

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	Н	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	2	1		A1	1.5645	-.89530	.19837	1, 2, 3, 4, 5, 6,
1	2	1	1		A1	1.4016	.60258	.17087	1, 2, 3, 4, 5, 6,
2	1	1	1		A1	-2.5198	.63598	-.12983	1, 2, 3, 4, 5, 6,
2	2	2	1		A1	-2.6827	-.52889	-.15732	1, 2, 3, 4, 5, 6,
3	1	1	1		A1	2.0551	.61239	-.22336	1, 2, 3, 4, 5, 6,
3	2	2	1		A1	1.9871	-.72781	-.22336	1, 2, 3, 4, 5, 6,
4	1	2	1		A1	-2.7246	-.06078	-.06563	1, 2, 3, 4, 5, 6,
4	2	2	1		A1	-2.7926	-.45457	-.06563	1, 2, 3, 4, 5, 6,
5	1	1	1		A1	.48439	.03673	-.00568	1, 2, 3, 4, 5, 6,
5	2	1	1		A1	.45914	.00183	-.00820	1, 2, 3, 4, 5, 6,
6	1	1	1		A1	-.60174	.03673	-.03691	1, 2, 3, 4, 5, 6,
6	2	2	1		A1	-.62699	-.15509	-.03943	1, 2, 3, 4, 5, 6,
7	1	2	1		A1	0	-.00766	.01242	1, 2, 3, 4, 5, 6,
7	2	1	1		A1	0	.00095	.00621	1, 2, 3, 4, 5, 6,
7	3	1	1		A1	0	.00383	0	1, 2, 3, 4, 5, 6,
7	4	1	1		A1	0	.00095	-.00621	1, 2, 3, 4, 5, 6,
7	5	2	1		A1	0	-.00766	-.01242	1, 2, 3, 4, 5, 6,
8	1	2	1		A1	-.15863	-.16748	.41142	1, 2, 3, 4, 5, 6,
8	2	2	1		A1	-.15863	-.06478	.41016	1, 2, 3, 4, 5, 6,
8	3	1	1		A1	-.15863	.03759	.40890	1, 2, 3, 4, 5, 6,
8	4	1	1		A1	-.22563	.10966	.28764	1, 2, 3, 4, 5, 6,
8	5	1	1		A1	-.22563	.18141	.28637	1, 2, 3, 4, 5, 6,
9	1	1	1		A1	.16951	.61056	-1.5991	1, 2, 3, 4, 5, 6,
9	2	1	1		A1	.16951	.21062	-1.6003	1, 2, 3, 4, 5, 6,
9	3	2	1		A1	.16951	-.18963	-1.6016	1, 2, 3, 4, 5, 6,
9	4	2	1		A1	.16951	-.59020	-1.6029	1, 2, 3, 4, 5, 6,
9	5	2	1		A1	.16951	-.99108	-1.6041	1, 2, 3, 4, 5, 6,
10	1	2	1		A1	-2.1554	-2.6405	.36962	1, 2, 3, 4, 5, 6,
10	2	2	1		A1	-2.1554	-2.2188	.36381	1, 2, 3, 4, 5, 6,
10	3	2	1		A1	-2.1554	-1.8037	.35800	1, 2, 3, 4, 5, 6,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

142

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	Н	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
10	4	2	1		A1	-2.1554	-1.3954	.35220	1,2,3,4,5,6,
10	5	2	1		A1	-2.1554	-.99374	.34639	1,2,3,4,5,6,
11	1	2	1		A1	-2.1554	-.64987	.34134	1,2,3,4,5,6,
11	2	2	1		A1	-2.1554	-.26067	.33553	1,2,3,4,5,6,
11	3	1	1		A1	-2.1554	.12185	.32972	1,2,3,4,5,6,
11	4	1	1		A1	-2.1554	.49769	.32391	1,2,3,4,5,6,
11	5	1	1		A1	-2.1554	.86685	.31810	1,2,3,4,5,6,
12	1	2	1		A1	2.2743	-2.5298	.68289	1,2,3,4,5,6,
12	2	1	1		A1	2.2782	.64206	.66470	1,2,3,4,5,6,
13	1	1	1		A1	2.3475	.80510	-.34607	1,2,3,4,5,6,
13	2	2	1		A1	2.3435	-.86685	-.36427	1,2,3,4,5,6,
14	1	1	1		A1	2.3674	.64206	.16555	1,2,3,4,5,6,
14	2	1	1		A1	2.3674	.68329	.16429	1,2,3,4,5,6,
14	3	1	1		A1	2.3674	.72421	.16303	1,2,3,4,5,6,
14	4	1	1		A1	2.3674	.76481	.16177	1,2,3,4,5,6,
14	5	1	1		A1	2.3674	.80510	.16050	1,2,3,4,5,6,
15	1	2	1		A1	-2.1554	-.99374	.34639	1,2,3,4,5,6,
15	2	2	1		A1	-2.1554	-.90730	.34512	1,2,3,4,5,6,
15	3	2	1		A1	-2.1554	-.82117	.34386	1,2,3,4,5,6,
15	4	2	1		A1	-2.1554	-.73536	.34260	1,2,3,4,5,6,
15	5	2	1		A1	-2.1554	-.64987	.34134	1,2,3,4,5,6,
16	1	2	1		A1	0	-.04040	.02020	1,2,3,4,5,6,
16	2	2	1		A1	0	-.02667	.01641	1,2,3,4,5,6,
16	3	2	1		A1	0	-.01578	.01262	1,2,3,4,5,6,
16	4	2	1		A1	0	-.00773	.00883	1,2,3,4,5,6,
16	5	2	1		A1	0	-.00252	.00505	1,2,3,4,5,6,
17	1	1	1		A1	.35297	.04040	-.38852	1,2,3,4,5,6,
17	2	2	1		A1	.35692	-1.2069	-.40038	1,2,3,4,5,6,
18	2	2	1		A1	0	-.00015	-.00126	1,2,3,4,5,6,
18	3	2	1		A1	0	-.00063	-.00252	1,2,3,4,5,6,
18	4	2	1		A1	0	-.00142	-.00378	1,2,3,4,5,6,
18	5	2	1		A1	0	-.00252	-.00505	1,2,3,4,5,6,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

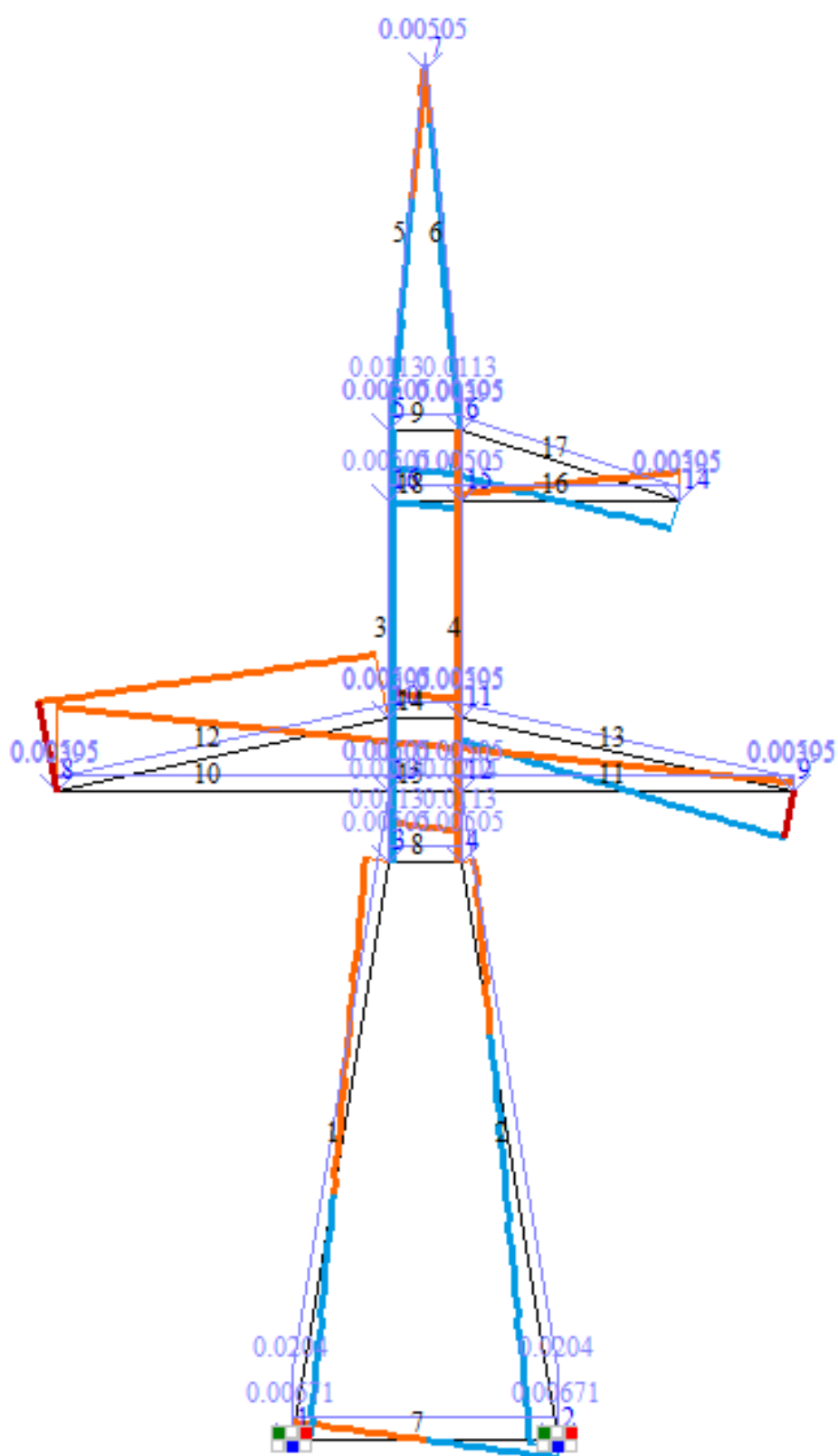
Лист

6/17-7.17-ТКР-02

143

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата
------	--------	------	---	-------	------

Эпюра Qz



Эпюра Q_z
Единицы измерения - т

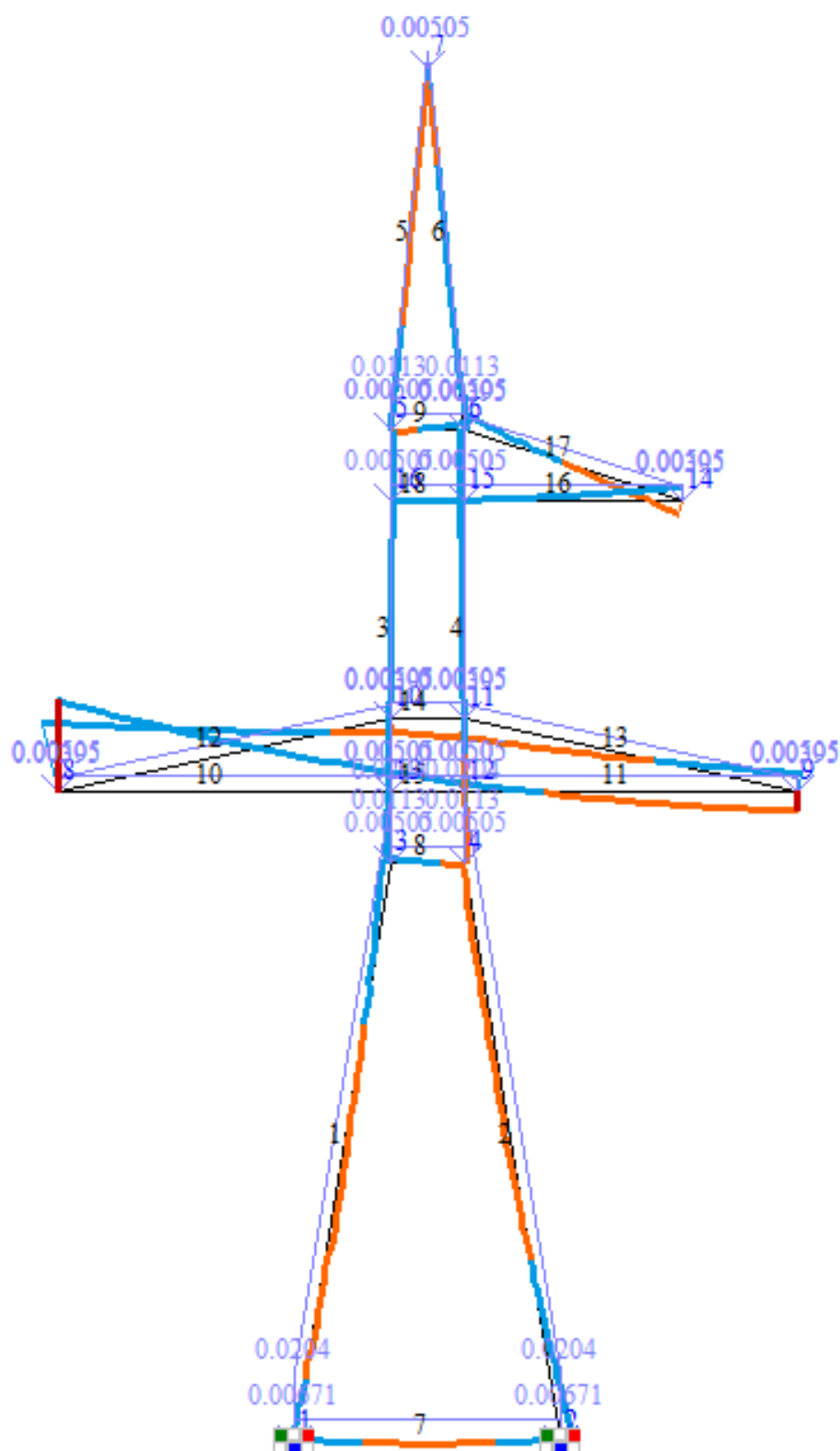
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

145

Эпюра M_y Эпюра M_y Единицы измерения - $\text{т}^*\text{м}$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

146

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
Изм.	Копч	Лист	№	Подп.	Дата		147

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
7	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
7	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
7	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
Сечение: 4.5.5.5 Уголок параллельно полкам 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
5	1		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	5.02
5	2		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	5.02
6	1		0.00		3	4	4	34	34	0	60	4	34	60	5.02
6	2		0.00		3	4	4	34	34	0	60	4	34	60	5.02
8	1		0.00		1	1	1	34	34	0	60	1	34	60	1.00
8	2		0.00		1	1	1	34	34	0	60	1	34	60	1.00
8	3		0.00		1	1	1	34	34	0	60	1	34	60	1.00
8	4		0.00		1	1	1	34	34	0	60	1	34	60	1.00
8	5		0.00		1	1	1	34	34	0	60	1	34	60	1.00
9	1		0.00		1	0	0	17	17	0	0	1	17	0	1.00
9	2		0.00		1	0	0	17	17	0	0	1	17	0	1.00
9	3		0.00		1	0	0	17	17	0	0	1	17	0	1.00
9	4		0.00		1	0	0	17	17	0	0	1	17	0	1.00
9	5		0.00		1	0	0	17	17	0	0	1	17	0	1.00
10	1		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
10	2		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
10	3		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
10	4		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
10	5		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
11	1		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
11	2		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
11	3		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
11	4		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
11	5		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	4.60
14	1		0.00		11	0	0	17	17	0	0	11	17	0	1.00
14	2		0.00		11	0	0	17	17	0	0	11	17	0	1.00
14	3		0.00		11	0	0	17	17	0	0	11	17	0	1.00
14	4		0.00		11	0	0	17	17	0	0	11	17	0	1.00
14	5		0.00		11	0	0	17	17	0	0	11	17	0	1.00

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

148

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
15	1		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	1.00
15	2		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	1.00
15	3		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	1.00
15	4		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	1.00
15	5		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	1.00
16	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
16	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
16	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
16	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
16	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00
18	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
18	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
18	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
18	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
18	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00

Вывод:

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры У110-3 полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

149

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

2.2.6 Расчет промежуточной опоры – марка П110-4В+4

Описание расчетной схемы

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 35 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) XOZ.

Конструктивная схема опоры П110-4В+4 показана на рис. 3.19.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры П110-4В+4 подлежащих расчету показаны на рис. 3.21.

Расчетная схема опоры П110-4В+4 (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.22.

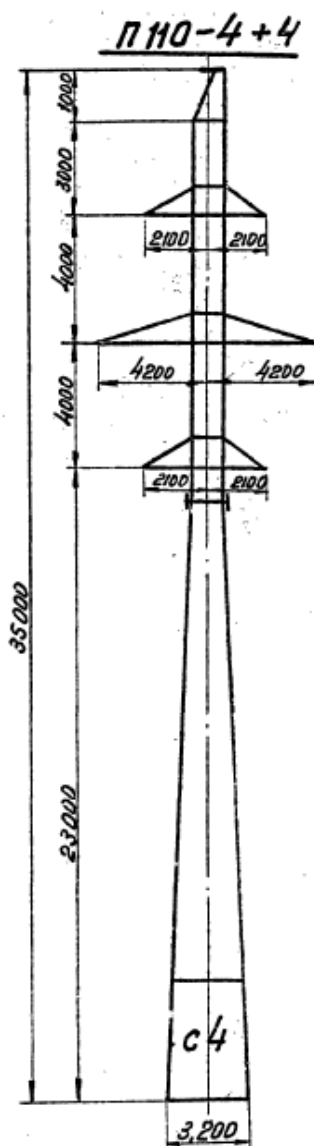
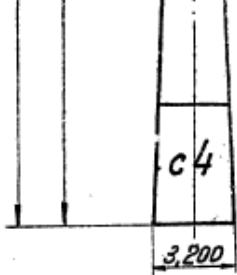


Рис. 3.19. Конструктивная схема опоры П110-4В+4 (серия №11520тм-1)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №



The drawing shows a cross-section of a support structure. It consists of two vertical lines on the left and a wider trapezoidal section on the right. The trapezoid is divided into two horizontal sections. The bottom section is labeled 'с 4'. Below the trapezoid, a dimension line indicates a width of '3,200'.

Рис. 3.19. Конструктивная схема опоры П110-4В+4 (серия №11520тм-1)

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							150
Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата		

Спецификация элементов металлической опоры П110-4В+4

Марка поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.кг.	Примеч.
		Опора П110-4В+4		776,27	
1	Серия №3078	Уголок 90х90х7 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	2	82,0	L=8500
2		Уголок 90х90х7 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	1	32,20	L=3340
3		Уголок 80х80х6 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	2	86,11	L=11700
4		Уголок 70х70х6 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	2	74,76	L=11700
5		Уголок 70х70х6 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	7	7,67	L=1200
6		Уголок 70х70х6 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	2	30,67	L=4800
7		Уголок 63х63х5 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	2	12,51	L=2600
8		Уголок 63х63х5 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	4	11,06	L=2300
9		Уголок 50х50х5 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	4	9,31	L=2470
10		Уголок 50х50х5 ГОСТ 8509-93 С345-3 ГОСТ 27772-88	2	18,40	L=4880

Рис. 3.21. Спецификация основных конструктивных элементов опоры П110-4В+4 подлежащих расчету

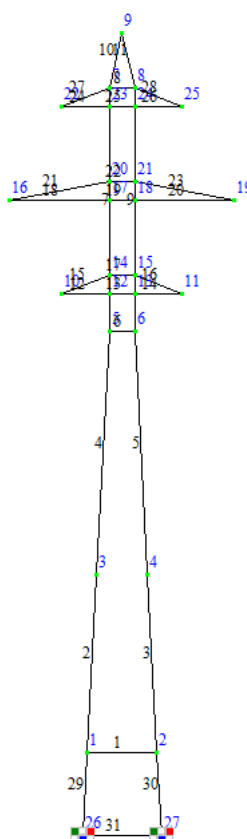


Рис. 3.22. Расчетная схема опоры П110-4В+4 (в ПК «ЛИРА»)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №									Лист
											151
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата					6/17-7.17-ТКР-02	

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры П110-4В+4 по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору П110-4В+4 представлена на рис. 3.23.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
Изм.	Коп.уч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02		Лист
								152

Схема нагрузок на опору марки П110-4В+4

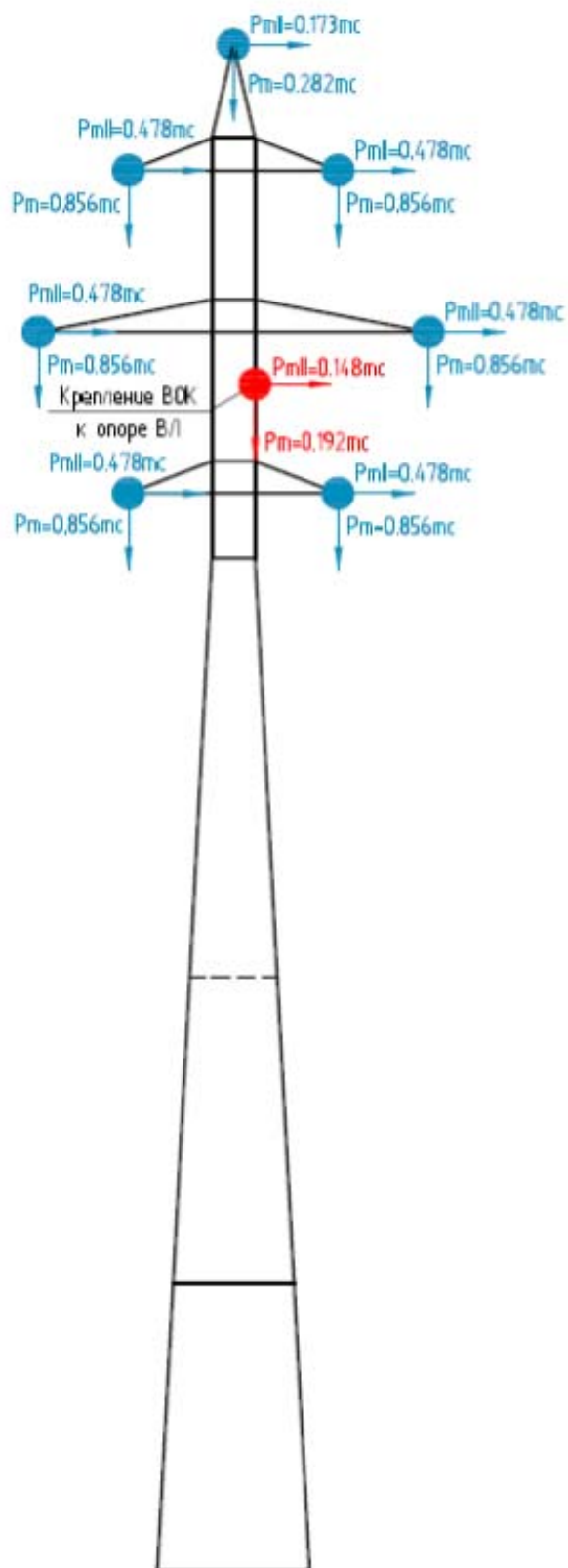


Рис. 3.23. Схема нагрузок на опору П110-4В+4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

153

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

загрузка 1 - статическое нагружение;

загрузка 2 - статическое нагружение;

загрузка 3 - статическое нагружение;

загрузка 4 - статическое нагружение;

загрузка 5 - статическое нагружение;

загрузка 6 - статическое нагружение;

загрузка 7 - статическое нагружение;

загрузка 8 - статическое нагружение;

загрузка 9 - статическое нагружение.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузок:

загрузка 1 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 4 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 5 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 6 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 7 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			154

загружение 4 - статическое загружение;
Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
загружение 5 - статическое загружение;
Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
загружение 6 - статическое загружение;
Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
загружение 7 - статическое загружение;
Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 8 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 9 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X;

Z линейное по оси Z;

UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий. В последующих графах указываются:

в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									6/17-7.17-ТКР-02	
									155	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата					

НС - номер сечения.

К РТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетание.

Индексами А или В помечаются группы РСУ:

А - группа РСУ, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа РСУ, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузений, вошедших в расчетные сочетания.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

Н - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

МК - крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

МУ изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

МZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

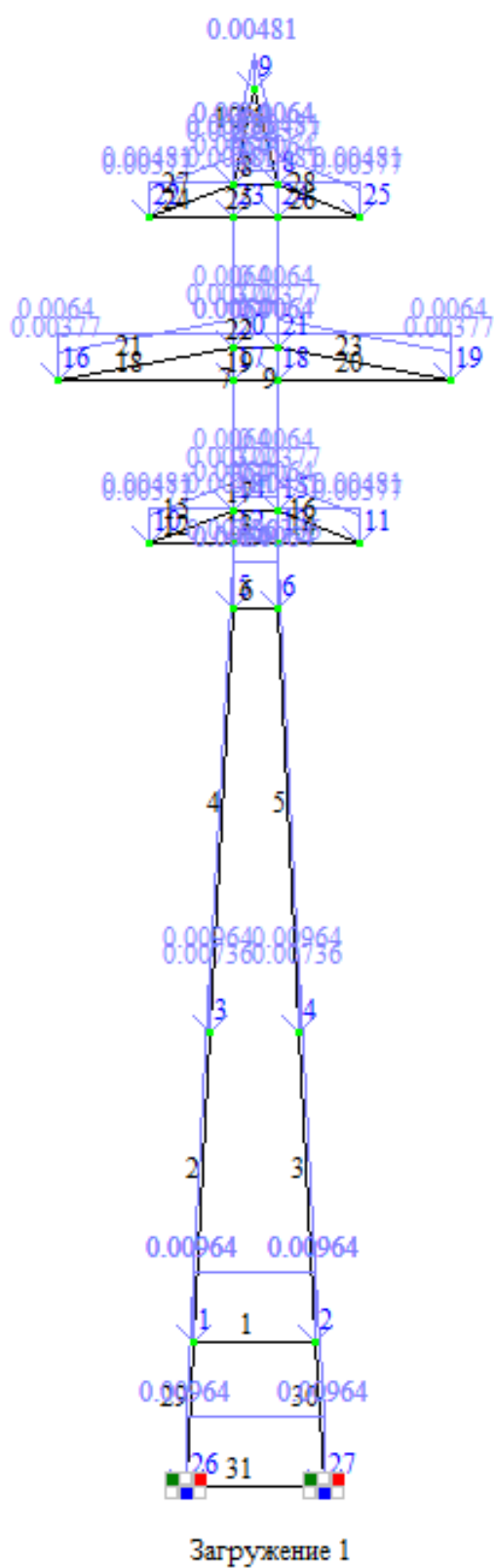
QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				156

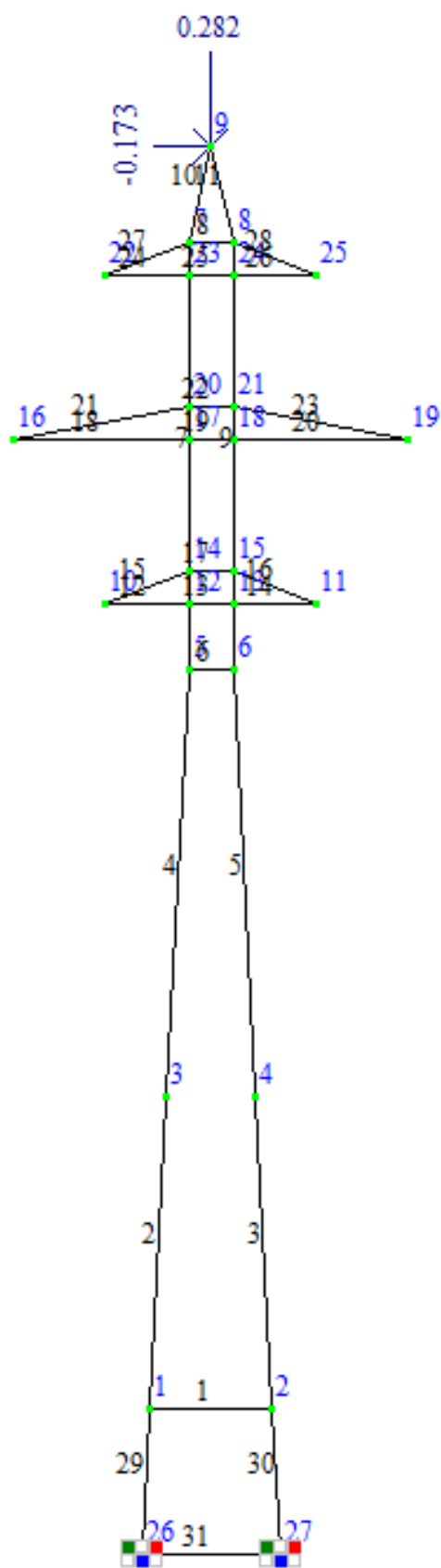
Отообразим загрузки опоры П110-4В+4 по порядку:

Загрузка 1 (собственный вес)

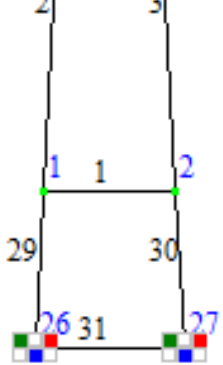


Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

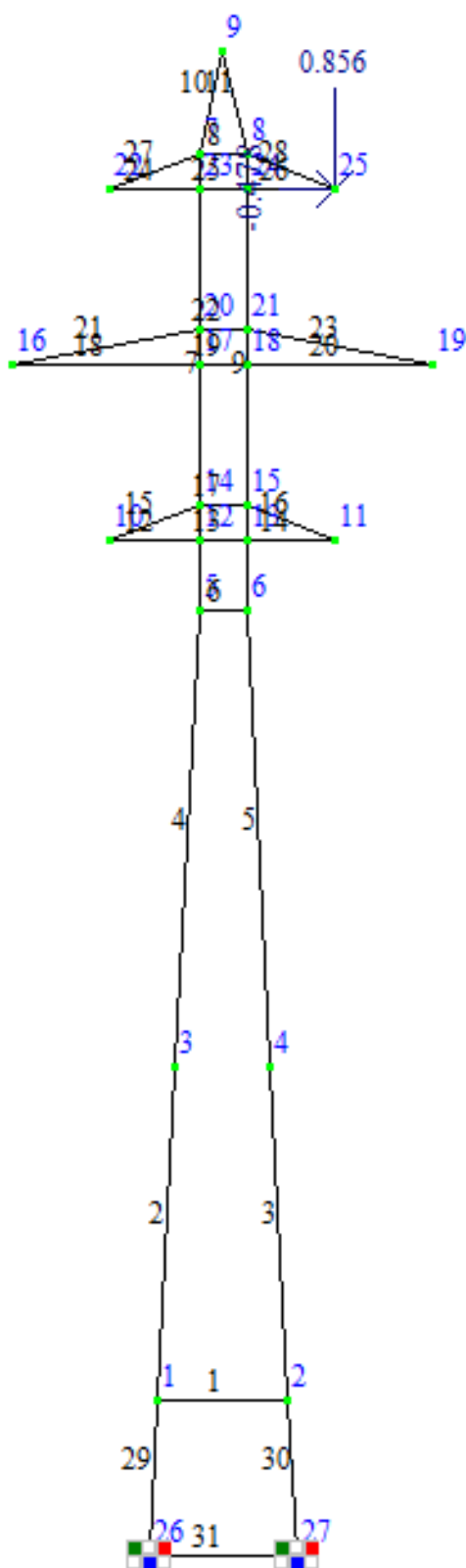
Загружение 2 (нагрузка от троса)



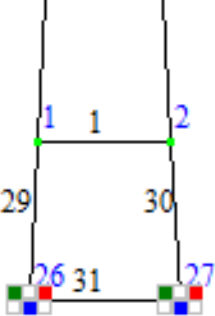
Загружение 2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №									
							6/17-7.17-ТКР-02				Лист
											158
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата						

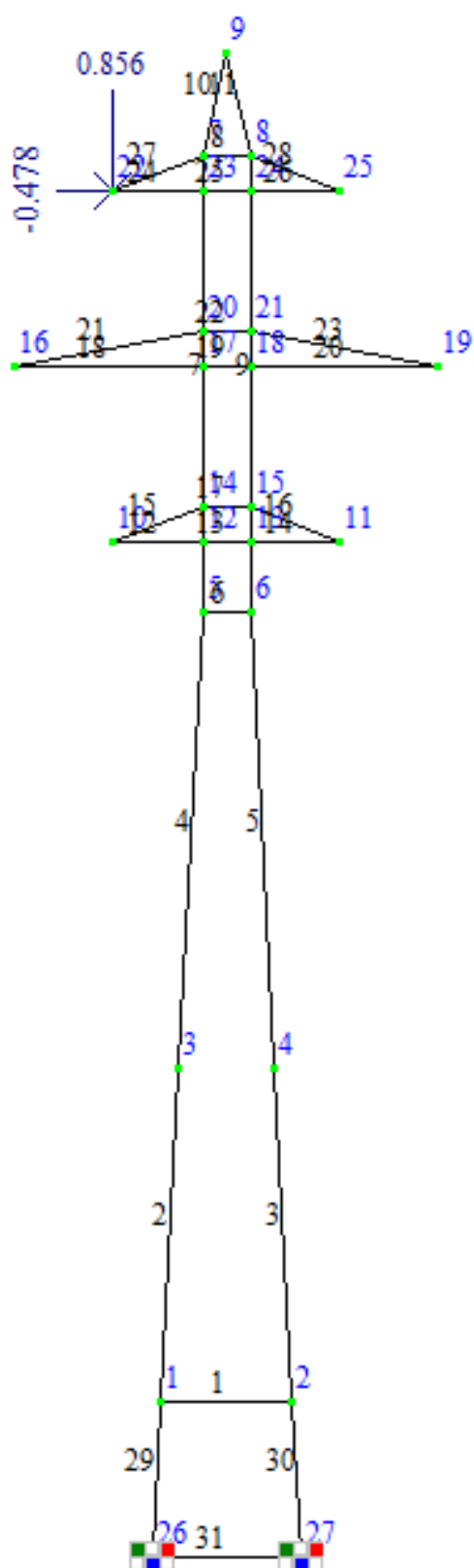
Загружение 3 (нагрузка от провода)



Загружение 3

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					 <p>Загружение 3</p>				
							6/17-7.17-ТКР-02				Лист
											159
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата						

Загрузка 4 (нагрузка от провода)

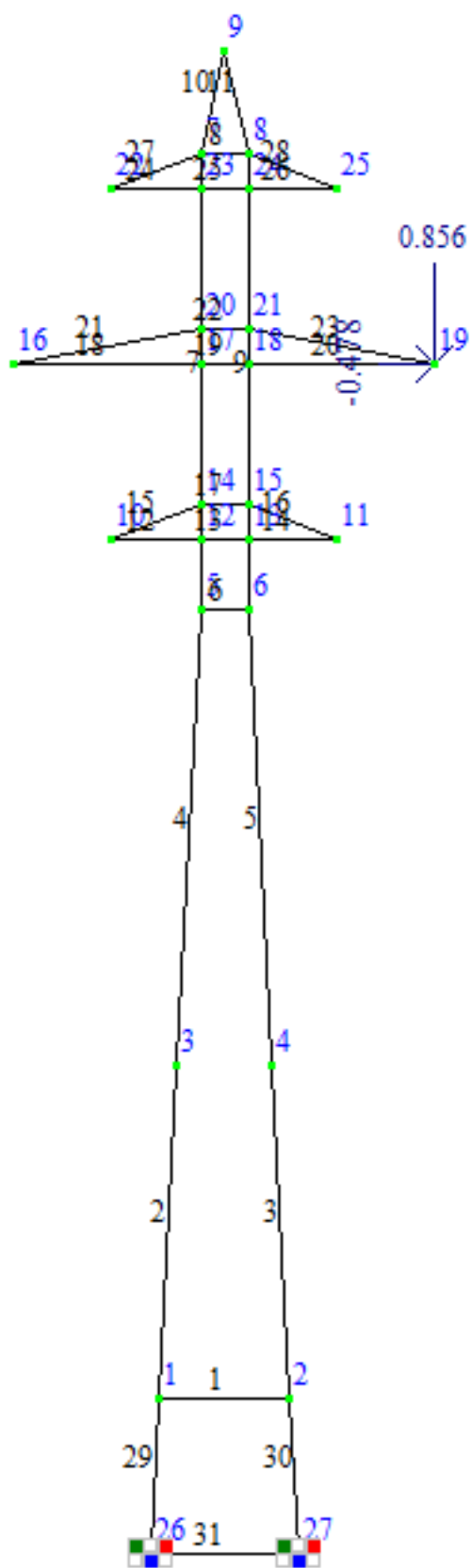


Загрузка 4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист		
									160		
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02					

Загружение 4

Загружение 5 (нагрузка от провода)



Загружение 5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

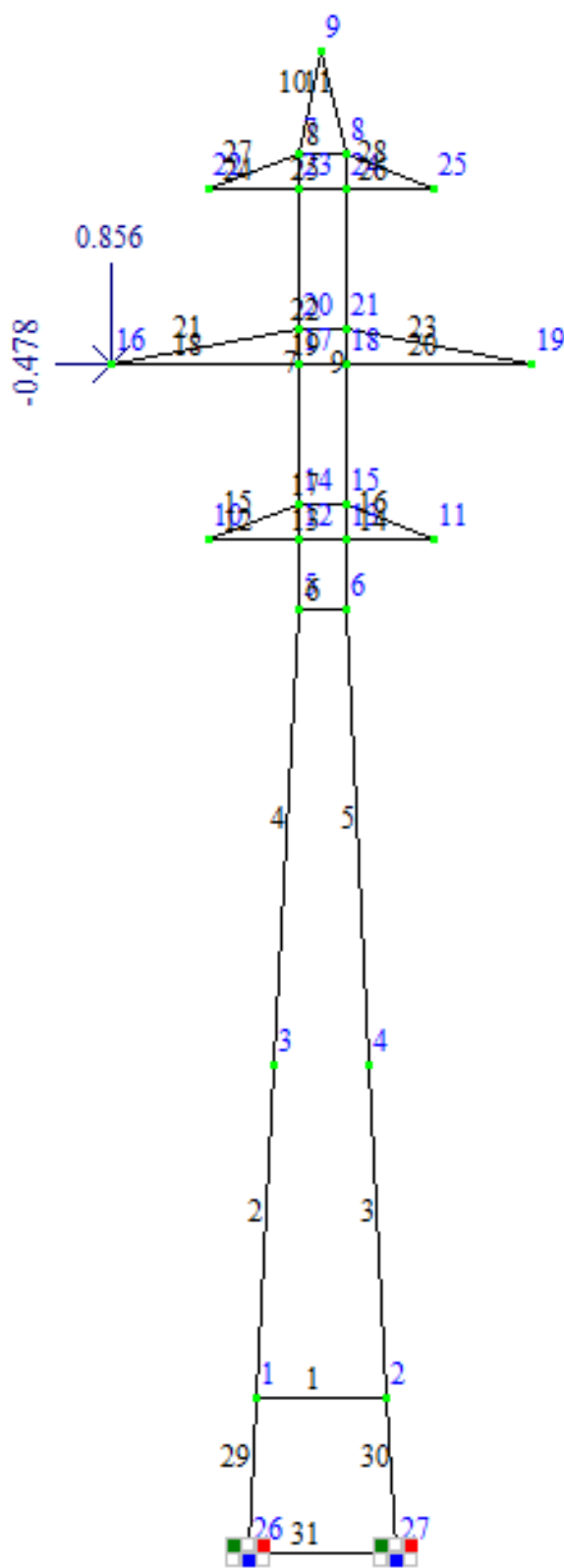
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

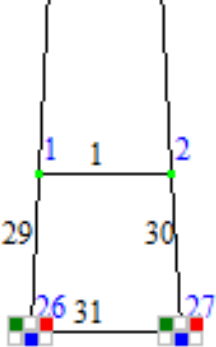
Лист

161

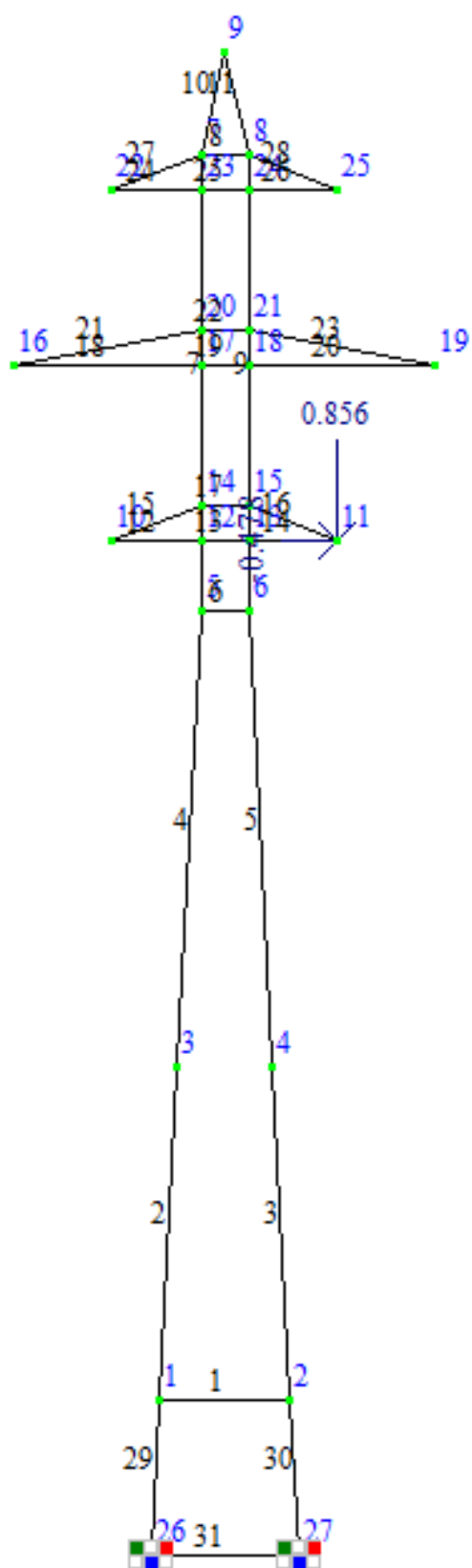
Загружение 6 (нагрузка от провода)



Загружение 6

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					 Загружение 6				Лист
							6/17-7.17-ТКР-02				162
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата						

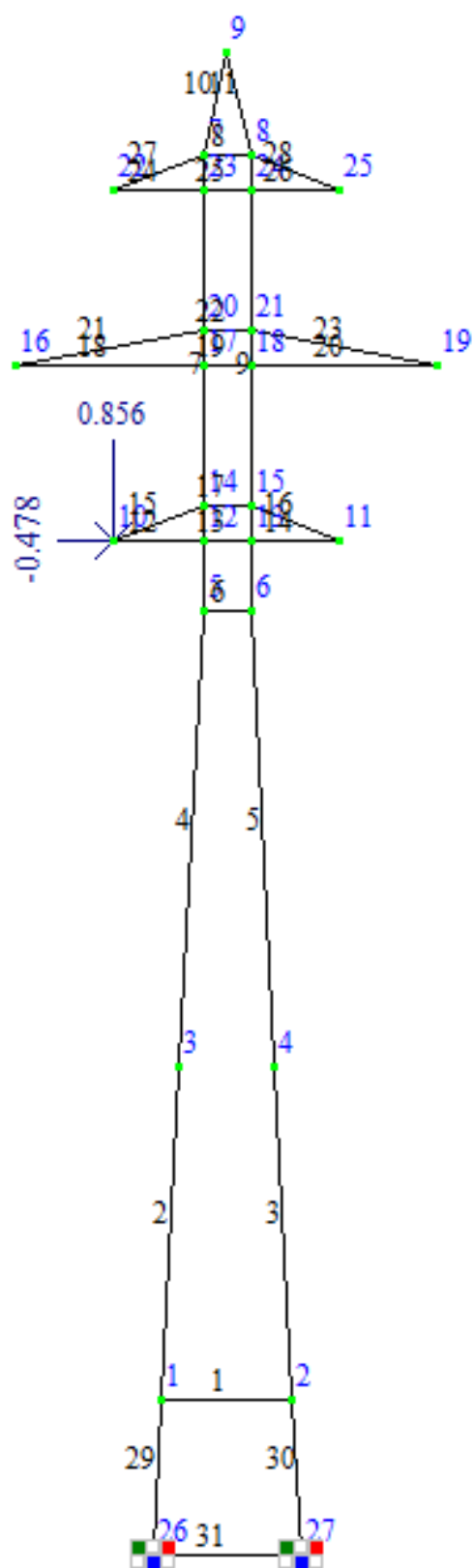
Загружение 7 (нагрузка от провода)



Загружение 7

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №								
--------------	--------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Загружение 8 (нагрузка от провода)



Загружение 8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

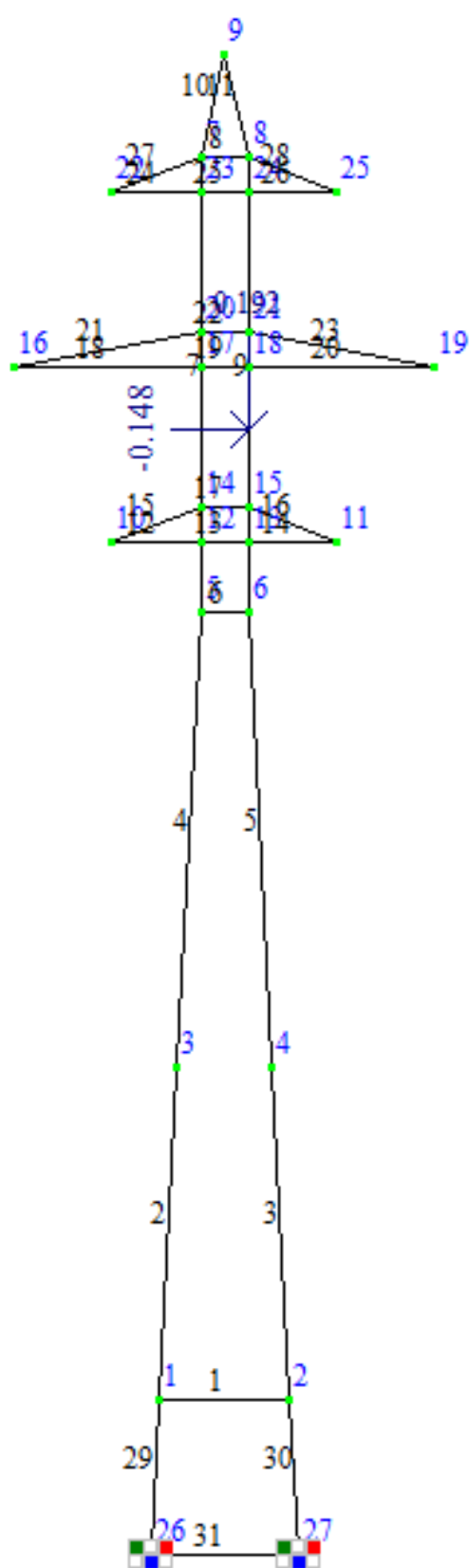
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

164

Загружение 9 (нагрузка от ВОЛС)



Загружение 9

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

165

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	1	1		A1	-.10773	.20100	-.10198	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
1	2	2	1		A1	-.10773	-.19336	-.13416	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
2	1	1	1		A1	10.127	-.12855	-.02083	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
2	2	2	1		A1	10.045	-.32485	-.02528	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	1	2	1		A1	-12.728	.15860	.01572	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
3	2	2	1		A1	-12.810	.27355	.01127	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	1	1	1		A1	10.213	.37175	-.04046	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
4	2	1	1		A1	10.127	-.12855	-.04494	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	1	2	1		A1	-12.642	-.40687	.05050	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
5	2	2	1		A1	-12.728	.15860	.04602	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	1	2	1		A1	.00549	-3.6909	6.1315	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	2	2	1		A1	.00549	-1.8518	6.1296	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	3	2	1		A1	.00549	-.01320	6.1277	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	4	1	1		A1	.00549	1.8248	6.1257	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
6	5	1	1		A1	.00549	3.6622	6.1238	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
7	1	1	1		A1	4.0740	3.2905	-.56496	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
7	2	2	1		A1	4.1488	-3.3196	-.56496	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	1	1	1		A1	2.2460	2.5595	-4.2706	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	2	1	1		A1	2.2460	1.2781	-4.2725	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	3	1	1		A1	2.2460	-.00394	-4.2744	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	4	2	1		A1	2.2460	-1.2865	-4.2764	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
8	5	2	1		A1	2.2460	-2.5697	-4.2783	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	1	1	1		A1	-6.2246	3.3150	-.56403	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
9	2	2	1		A1	-6.2994	-3.2841	-.56403	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	1	1	1		A1	.80030	.34931	-.12912	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	2	1	1		A1	.80342	.26293	-.12984	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	3	1	1		A1	.80655	.17607	-.13056	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	4	1	1		A1	.80968	.08873	-.13128	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
10	5	1	1		A1	.81280	.00091	-.13200	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	1	2	1		A1	-1.1021	.00091	-.13235	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

166

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
11	2	2	1		A1	-1.1052	-0.08761	-0.13307	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	3	2	1		A1	-1.1083	-0.17663	-0.13379	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	4	2	1		A1	-1.1115	-0.26612	-0.13451	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
11	5	2	1		A1	-1.1146	-0.35610	-0.13524	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	1	2	1		A1	-2.1468	-2.6361	.62334	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	2	2	1		A1	-2.1468	-2.2785	.62057	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	3	2	1		A1	-2.1468	-1.9224	.61780	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	4	2	1		A1	-2.1468	-1.5680	.61504	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
12	5	2	1		A1	-2.1468	-1.2151	.61227	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	1	2	1		A1	-2.1468	-1.2151	.61227	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	2	2	1		A1	-2.1468	-1.0317	.61035	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	3	2	1		A1	-2.1468	-0.84896	.60843	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	4	2	1		A1	-2.1468	-0.66671	.60652	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
13	5	2	1		A1	-2.1468	-0.48504	.60460	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	1	2	1		A1	-2.1468	-0.48504	.60460	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	2	2	1		A1	-2.1468	-0.13819	.60183	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	3	1	1		A1	-2.1468	.20706	.59907	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	4	1	1		A1	-2.1468	.55073	.59630	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
14	5	1	1		A1	-2.1468	.89281	.59353	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	1	2	1		A1	2.3391	-2.4912	1.2253	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	2	2	1		A1	2.3399	-1.7353	1.2232	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	3	2	1		A1	2.3408	-0.98074	1.2210	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	4	2	1		A1	2.3416	-0.22747	1.2188	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
15	5	1	1		A1	2.3425	.52445	1.2167	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	1	1	1		A1	2.5433	.85517	-0.70340	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	2	1	1		A1	2.5425	.42018	-0.70557	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	3	1	1		A1	2.5416	-0.01614	-0.70774	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	4	2	1		A1	2.5408	-0.45381	-0.70990	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
16	5	2	1		A1	2.5399	-0.89281	-0.71207	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	1	1	1		A1	2.6248	.52445	.27943	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	2	1	1		A1	2.6248	.60799	.27751	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	3	1	1		A1	2.6248	.69096	.27560	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	4	1	1		A1	2.6248	.77336	.27368	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
17	5	1	1		A1	2.6248	.85517	.27176	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	1	1	1		A1	-2.5947	1.3666	-0.87851	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	2	1	1		A1	-2.5947	.30784	-0.88618	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	3	2	1		A1	-2.5947	-0.76018	-0.89386	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	4	2	1		A1	-2.5947	-1.8374	-0.90153	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
18	5	2	1		A1	-2.5947	-2.9238	-0.90921	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

167

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
19	1	2	1		A1	-1.6387	-4.0191	.91631	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	2	2	1		A1	-1.6387	-3.7445	.91440	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	3	2	1		A1	-1.6387	-3.4705	.91248	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	4	2	1		A1	-1.6387	-3.1970	.91056	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
19	5	2	1		A1	-1.6387	-2.9242	.90864	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	1	2	1		A1	-1.6387	-2.9242	.90864	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	2	2	1		A1	-1.6387	-1.8384	.90097	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	3	2	1		A1	-1.6387	-.76188	.89329	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	4	1	1		A1	-1.6387	.30546	.88562	1,2,3,4,5,6,7,8,9,
20	5	1	1		A1	-1.6387	1.3636	.87794	1,2,3,4,5,6,7,8,9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

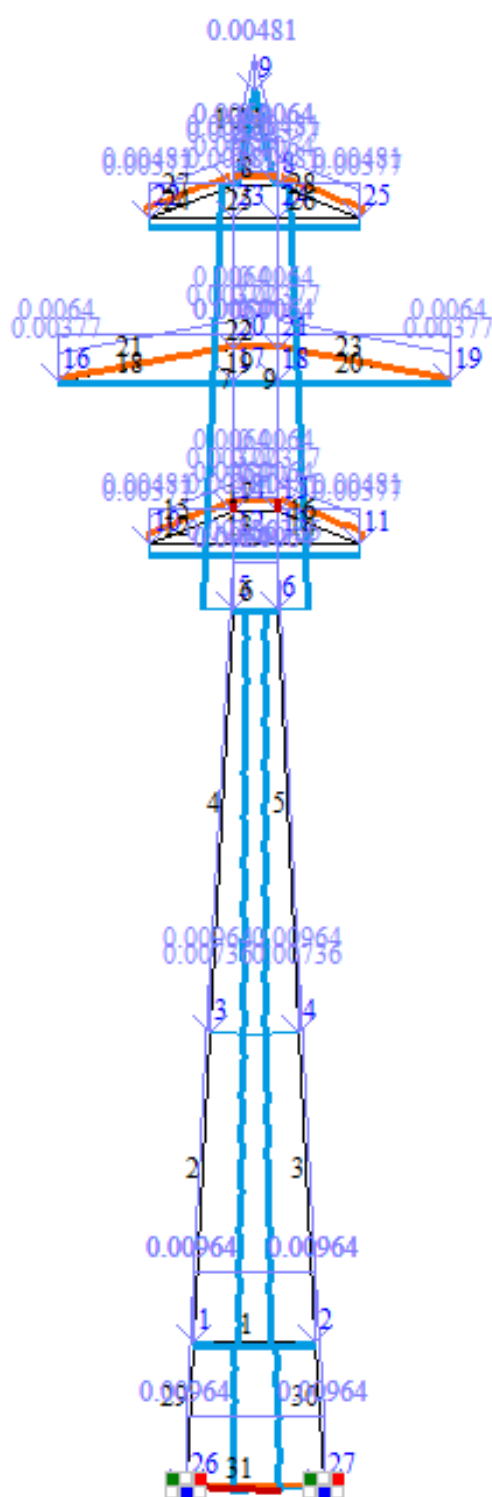
168

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Отообразим эпюры согласно назначенных загрузжений по порядку:

Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My.

Эпюра N

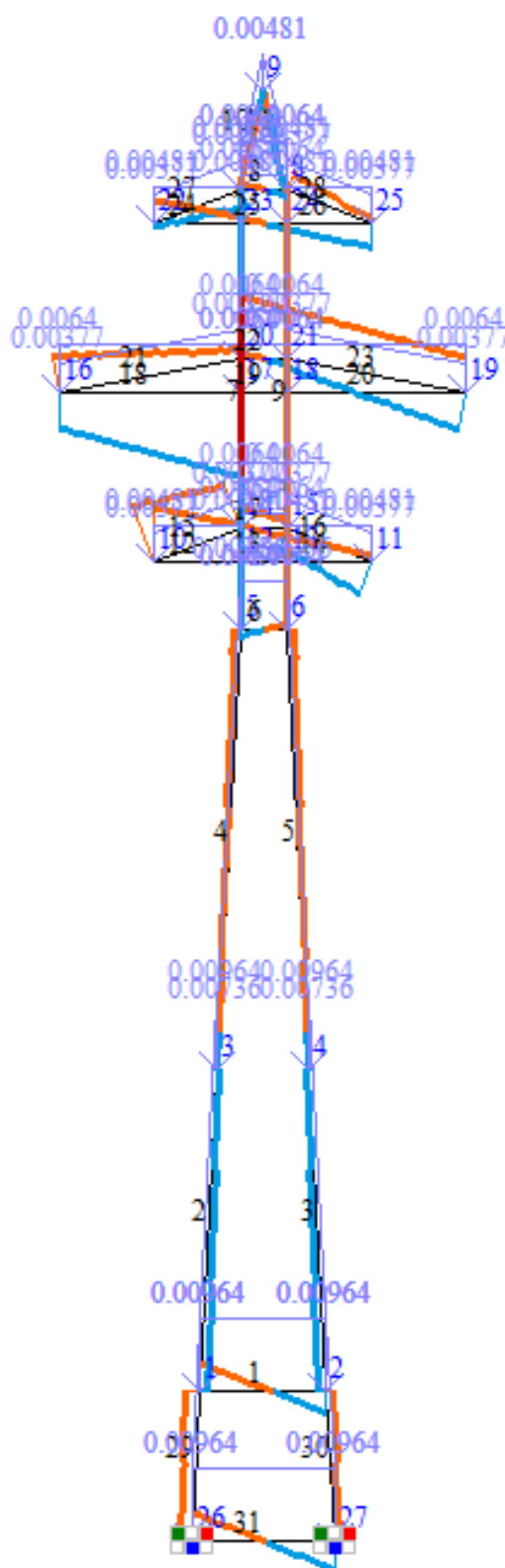


Эпюра N
Единицы измерения - т

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист	
										169
			Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	

Эпюра N
Единицы измерения - т

Эпюра Qz

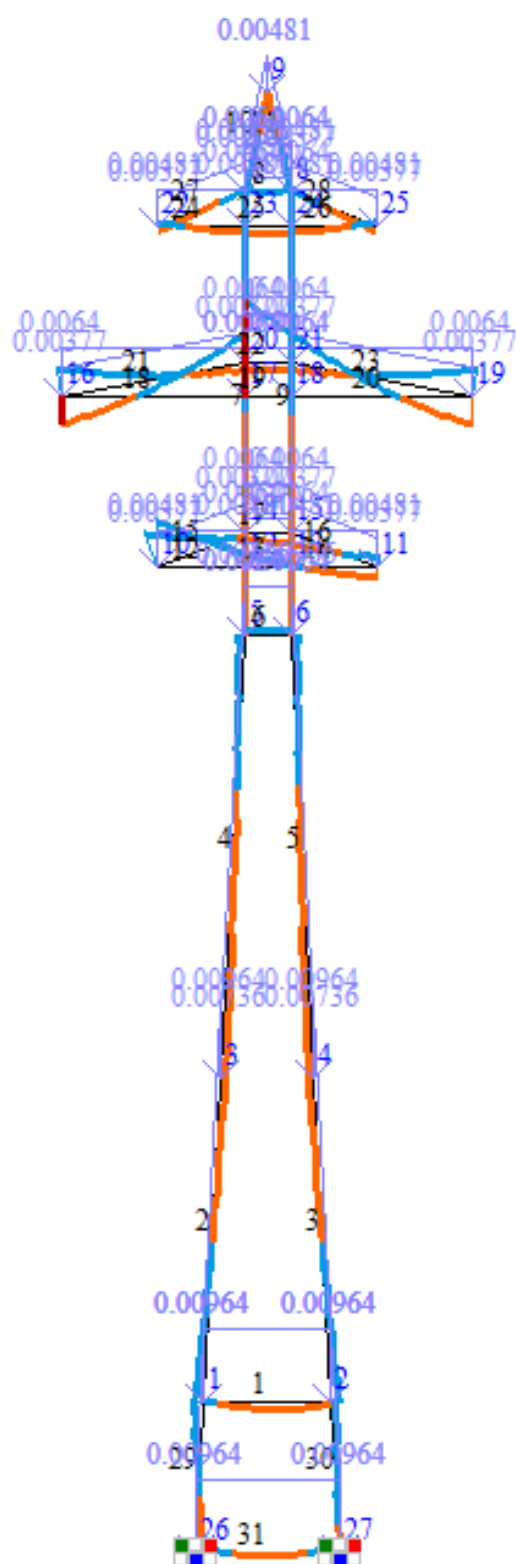


Эпюра Qz
Единицы измерения - т

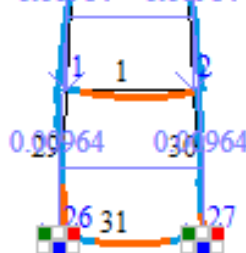
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			Лист
									170

Эпюра Qz
Единицы измерения - т

Эпюра Му



Эпюра Му
Единицы измерения - т*м

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	<div><p>Эпюра M_y Единицы измерения - т*м</p></div>						Лист
			Изм.	Колуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02

Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

В расчете учтен физический износ металлических решетчатых опор, коррозия стенок и полок профилей принята 1,5 мм – процент износа равен порядка 20%.

Промежуточная двухцепная опора П110-4В+4

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 1.5.5.5 Уголок параллельно полкам 90 х 90 х 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 90 х 90 х 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 – 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
1	1		0.00		0	0	0	24	24	0	67	0	24	67	3.34
1	2		0.00		0	0	0	24	24	0	67	0	24	67	3.34
2	1		0.00		24	0	0	12	12	0	0	24	12	0	8.51
2	2		0.00		24	0	0	12	12	0	0	24	12	0	8.51
3	1		0.00		30	34	34	24	24	0	67	34	24	67	8.51
3	2		0.00		31	34	34	24	24	0	67	34	24	67	8.51
Сечение: 2.5.5.5 Уголок параллельно полкам 80 х 80 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 80 х 80 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 – 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
4	1		0.00		32	0	0	14	14	0	0	32	14	0	11.72
4	2		0.00		32	0	0	14	14	0	0	32	14	0	11.72
5	1		0.00		39	46	46	27	27	0	68	46	27	68	11.72
5	2		0.00		40	46	46	27	27	0	68	46	27	68	11.72
Сечение: 3.5.5.5 Уголок параллельно полкам 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 – 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
6	1		0.00		0	0	0	16	16	0	0	0	16	0	1.20
6	2		0.00		0	0	0	16	16	0	0	0	16	0	1.20

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

172

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
6	3		0.00		0	0	0	16	16	0	0	0	16	0	1.20
6	4		0.00		0	0	0	16	16	0	0	0	16	0	1.20
6	5		0.00		0	0	0	16	16	0	0	0	16	0	1.20
7	1		0.00		15	0	0	16	16	0	0	15	16	0	11.70
7	2		0.00		15	0	0	16	16	0	0	15	16	0	11.70
8	1		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
8	2		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
8	3		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
8	4		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
8	5		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
9	1		0.00		22	27	27	31	31	0	57	27	31	57	11.70
9	2		0.00		23	27	27	31	31	0	57	27	31	57	11.70
13	1		0.00		8	9	9	31	31	0	57	9	31	57	1.20
13	2		0.00		8	9	9	31	31	0	57	9	31	57	1.20
13	3		0.00		8	9	9	31	31	0	57	9	31	57	1.20
13	4		0.00		8	9	9	31	31	0	57	9	31	57	1.20
13	5		0.00		8	9	9	31	31	0	57	9	31	57	1.20
17	1		0.00		9	0	0	16	16	0	0	9	16	0	1.20
17	2		0.00		9	0	0	16	16	0	0	9	16	0	1.20
17	3		0.00		9	0	0	16	16	0	0	9	16	0	1.20
17	4		0.00		9	0	0	16	16	0	0	9	16	0	1.20
17	5		0.00		9	0	0	16	16	0	0	9	16	0	1.20
18	1		0.00		9	11	11	31	31	0	57	11	31	57	4.80
18	2		0.00		9	11	11	31	31	0	57	11	31	57	4.80
18	3		0.00		9	11	11	31	31	0	57	11	31	57	4.80
18	4		0.00		9	11	11	31	31	0	57	11	31	57	4.80
18	5		0.00		9	11	11	31	31	0	57	11	31	57	4.80
19	1		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	1.20
19	2		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	1.20
19	3		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	1.20
19	4		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	1.20
19	5		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	1.20
20	1		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	4.80
20	2		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	4.80
20	3		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	4.80
20	4		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	4.80
20	5		0.00		6	7	7	31	31	0	57	7	31	57	4.80

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

173

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При-мечание	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
22	1		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
22	2		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
22	3		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
22	4		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
22	5		0.00		8	0	0	16	16	0	0	8	16	0	1.20
25	1		0.00		8	10	10	31	31	0	57	10	31	57	1.20
25	2		0.00		8	10	10	31	31	0	57	10	31	57	1.20
25	3		0.00		8	10	10	31	31	0	57	10	31	57	1.20
25	4		0.00		8	10	10	31	31	0	57	10	31	57	1.20
25	5		0.00		8	10	10	31	31	0	57	10	31	57	1.20
Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При-мечание	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	

Сечение: 4.5.5.5 Уголок параллельно полкам 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм

Профиль: 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86

Сталь: С345; ГОСТ 27772-88

Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент

10	1		0.00		4	0	0	17	17	0	0	4	17	0	2.67
10	2		0.00		4	0	0	17	17	0	0	4	17	0	2.67
10	3		0.00		4	0	0	17	17	0	0	4	17	0	2.67
10	4		0.00		4	0	0	17	17	0	0	4	17	0	2.67
10	5		0.00		4	0	0	17	17	0	0	4	17	0	2.67
11	1		0.00		5	7	7	34	34	0	60	7	34	60	2.67
11	2		0.00		5	7	7	34	34	0	60	7	34	60	2.67
11	3		0.00		5	7	7	34	34	0	60	7	34	60	2.67
11	4		0.00		5	7	7	34	34	0	60	7	34	60	2.67
11	5		0.00		5	7	7	34	34	0	60	7	34	60	2.67
12	1		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
12	2		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
12	3		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
12	4		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
12	5		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
14	1		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
14	2		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
14	3		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
14	4		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
14	5		0.00		10	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

174

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
24	1		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
24	2		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
24	3		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
24	4		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
24	5		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
26	1		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
26	2		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
26	3		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
26	4		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30
26	5		0.00		11	13	13	34	34	0	60	13	34	60	2.30

Сечение: 5.5.5.5 Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм

Профиль: 50 х 50 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86

Сталь: С345; ГОСТ 27772-88

Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент

15	1		0.00		14	0	0	22	22	0	0	14	22	0	2.47
15	2		0.00		14	0	0	22	22	0	0	14	22	0	2.47
15	3		0.00		14	0	0	22	22	0	0	14	22	0	2.47
15	4		0.00		14	0	0	22	22	0	0	14	22	0	2.47
15	5		0.00		14	0	0	22	22	0	0	14	22	0	2.47
16	1		0.00		16	0	0	22	22	0	0	16	22	0	2.47
16	2		0.00		16	0	0	22	22	0	0	16	22	0	2.47
16	3		0.00		16	0	0	22	22	0	0	16	22	0	2.47
16	4		0.00		15	0	0	22	22	0	0	15	22	0	2.47
16	5		0.00		15	0	0	22	22	0	0	15	22	0	2.47
21	1		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
21	2		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
21	3		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
21	4		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
21	5		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
23	1		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
23	2		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
23	3		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
23	4		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
23	5		0.00		13	0	0	22	22	0	0	13	22	0	4.88
27	1		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	2.47
27	2		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	2.47

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

175

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Элемент	НС	Группа	Шаг планок, м	При- меча- ние	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
27	3		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	2.47
27	4		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	2.47
27	5		0.00		12	0	0	22	22	0	0	12	22	0	2.47
28	1		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	2.47
28	2		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	2.47
28	3		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	2.47
28	4		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	2.47
28	5		0.00		17	0	0	22	22	0	0	17	22	0	2.47

Вывод:

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры П110-4В+4 полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									176	
			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	

2.2.7 Расчет промежуточной опоры – марка П110-6

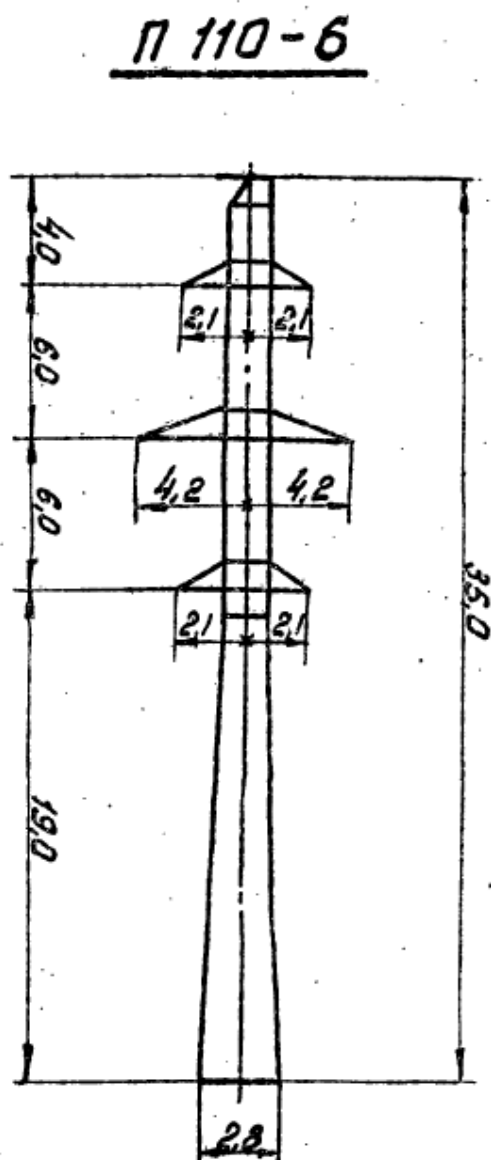
Описание расчетной схемы

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 110 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) ХОZ.

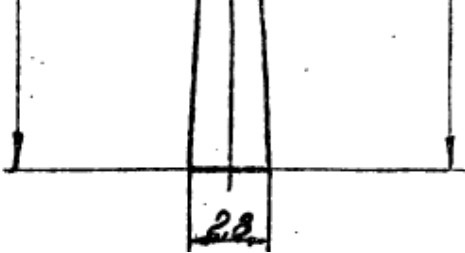
Конструктивная схема опоры П110-6В показана на рис. 3.19.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры П110-6В подлежащих расчету показаны на рис. 3.21.

Расчетная схема опоры П110-6В (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.22.



. Рис. 3.1. Конструктивная схема опоры П110-6В (серия №11520тм-1)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №																											
. Рис. 3.1. Конструктивная схема опоры П110-6В (серия №11520тм-1)																													
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Копуч.</td><td>Лист</td><td>№</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr></table>																			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02		<table><tr><td>Лист</td></tr><tr><td>177</td></tr></table>	Лист	177
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата																								
Лист																													
177																													

Упора П110-6В

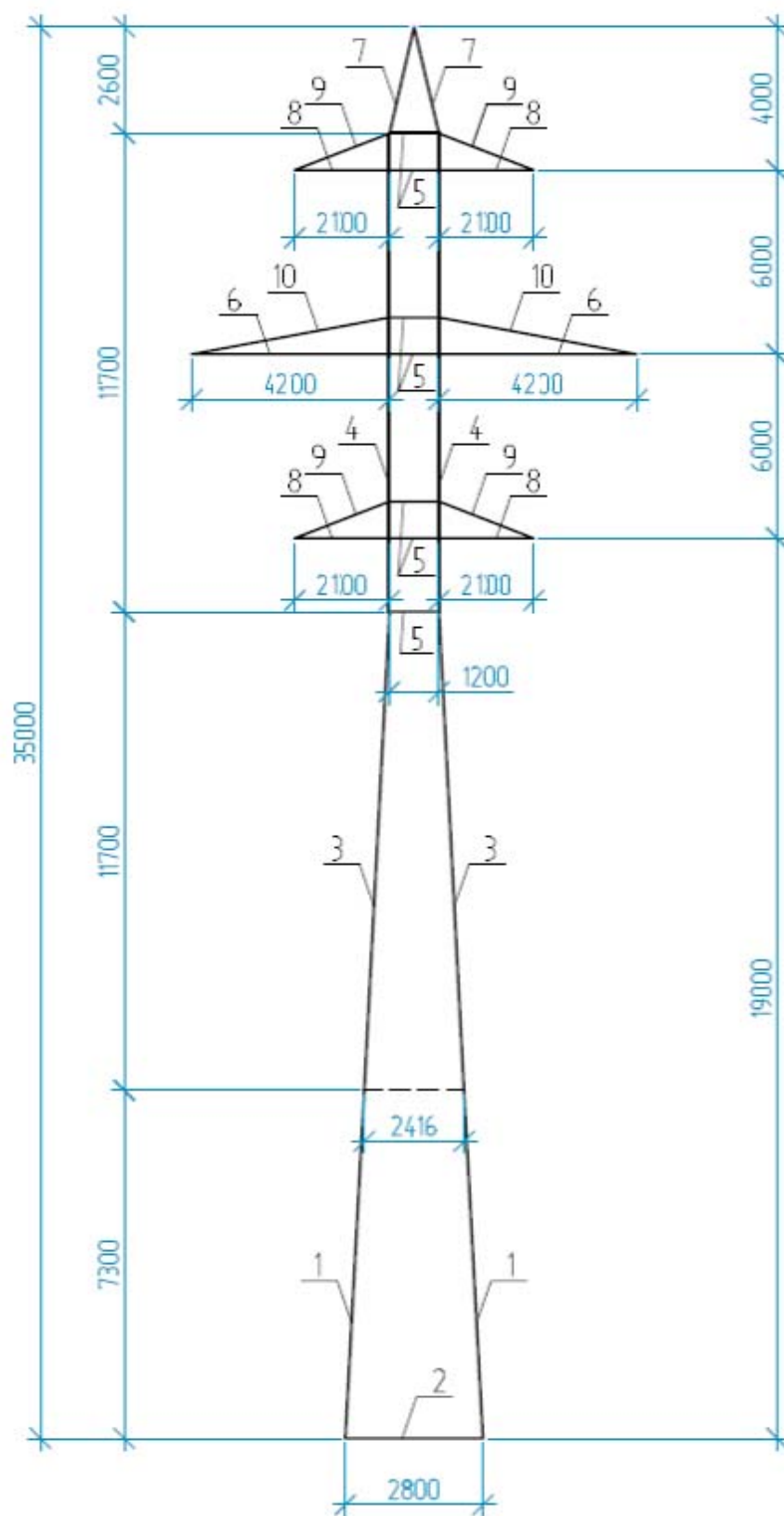


Рис. 3.2. Конструктивная схема опоры П110-6В выполненная в программе AutoCad 2012 для интегрирования в программу ПК «Ли́ра»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

178

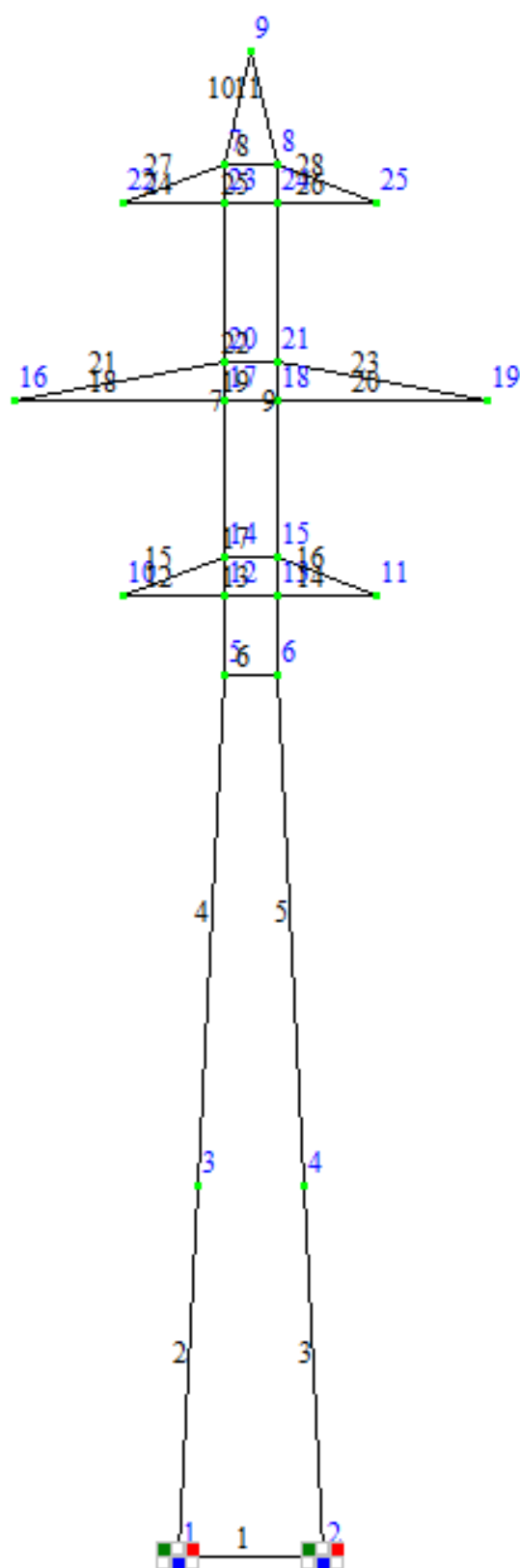


Рис. 3.4. Расчетная схема опоры П110-6В (в ПК «ЛИРА»)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

179

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры П110-6В по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору П110-6В представлена на рис. 3.5.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				180

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

загрузка 1 - статическое нагружение;

загрузка 2 - статическое нагружение;

загрузка 3 - статическое нагружение;

загрузка 4 - статическое нагружение;

загрузка 5 - статическое нагружение;

загрузка 6 - статическое нагружение;

загрузка 7 - статическое нагружение;

загрузка 8 - статическое нагружение;

загрузка 9 - статическое нагружение.

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загрузок:

загрузка 1 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 4 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 5 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 6 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 7 - статическое нагружение;

Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Коп.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			182

загружение 4 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 5 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 6 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка. загружение 7 - статическое загружение; Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
--

загружение 8 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

загружение 9 - статическое загружение.

Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X;

Z линейное по оси Z;

UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий. В последующих графах указываются:

в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

Взам. инв. №		<p>указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются:</p> <p>в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;</p> <p>во второй строке - номера первых двух узлов.</p> <p>В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:</p> <p>ЭЛМ - номер элемента.</p>						
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
							6/17-7.17-ТКР-02	Лист
								183
		Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	

НС - номер сечения.

К РТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетание.

Индексами А или В помечаются группы РСУ:

А - группа РСУ, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа РСУ, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузений, вошедших в расчетные сочетания.

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

Н - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

МК - крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

МУ изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

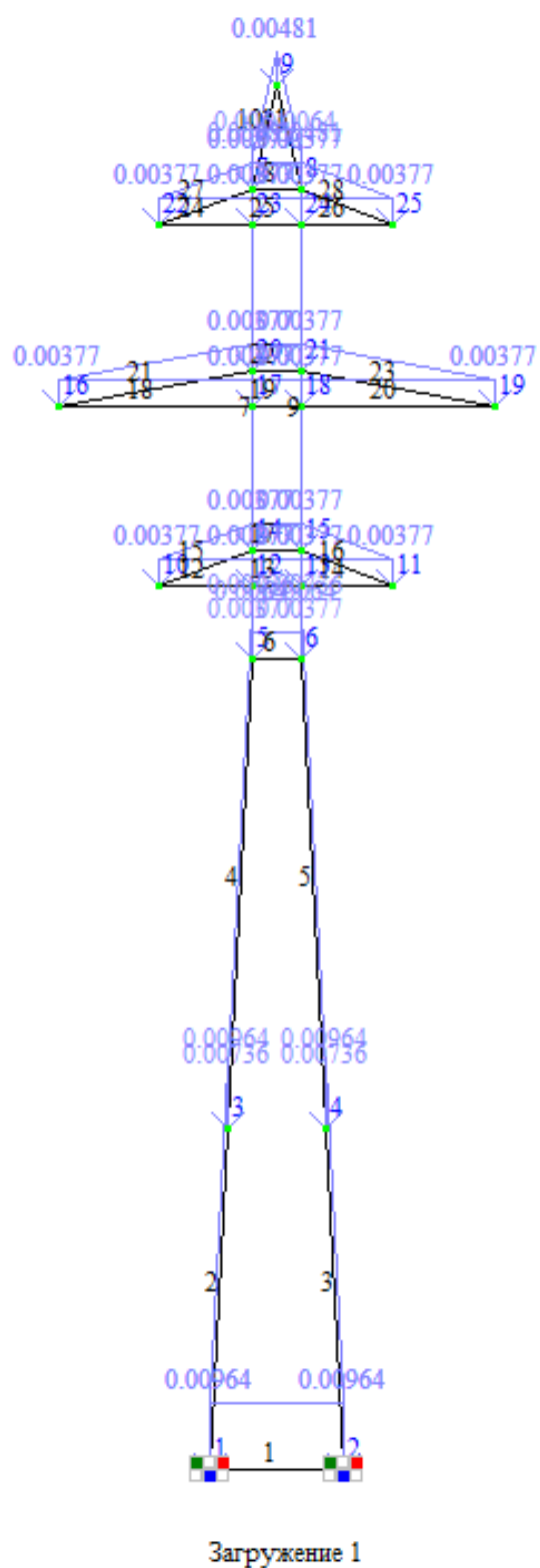
МZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

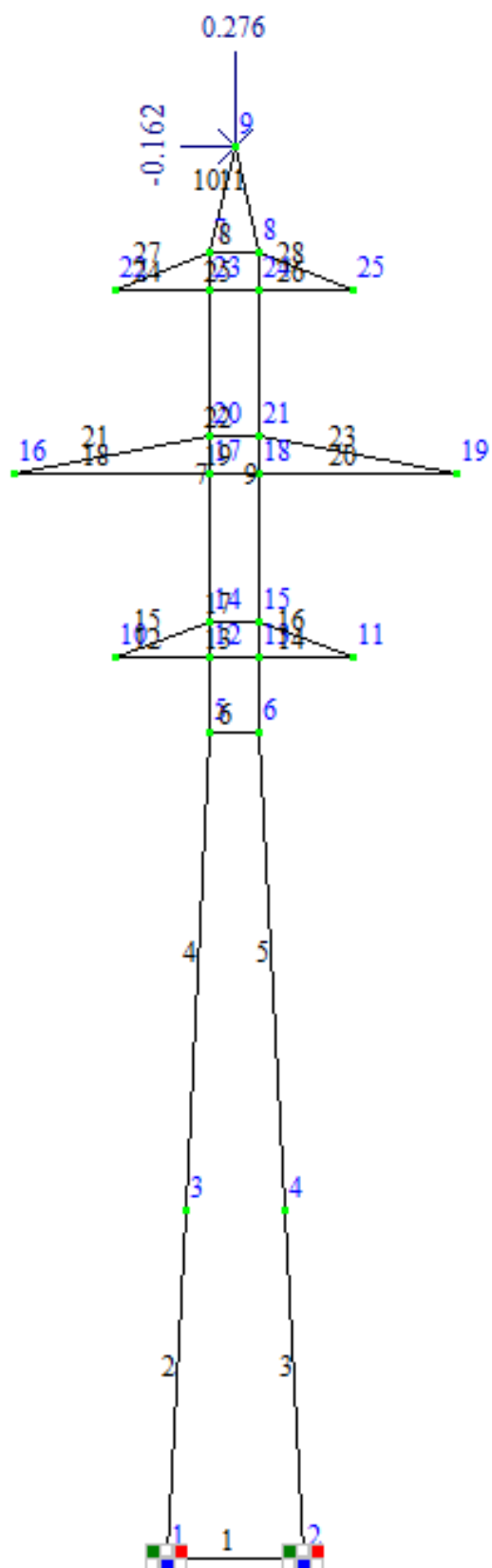
QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			184

Загрузка 1 (собственный вес)



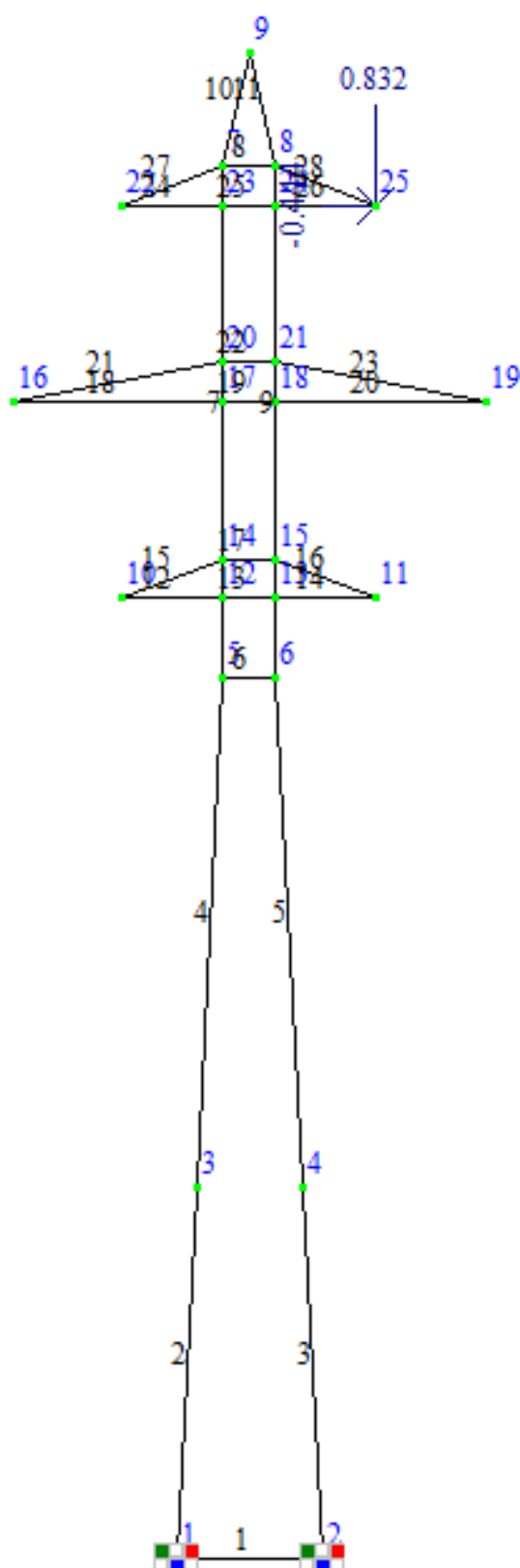
Загружение 2 (нагрузка от троса)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата

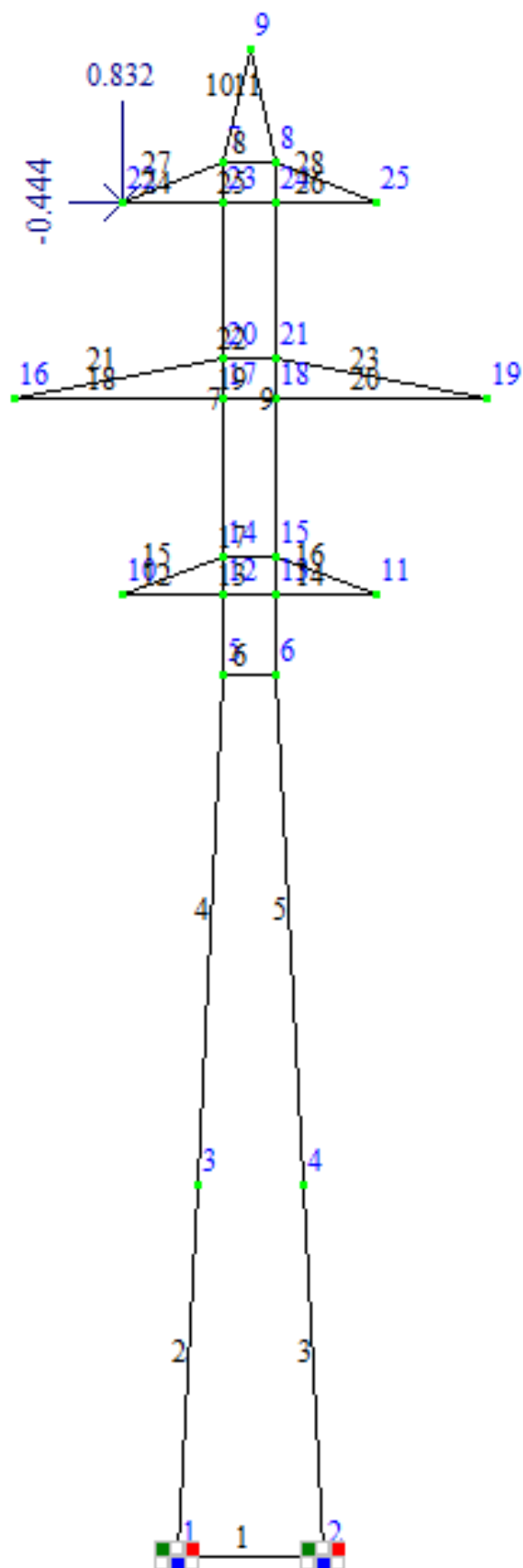
Загружение 3 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

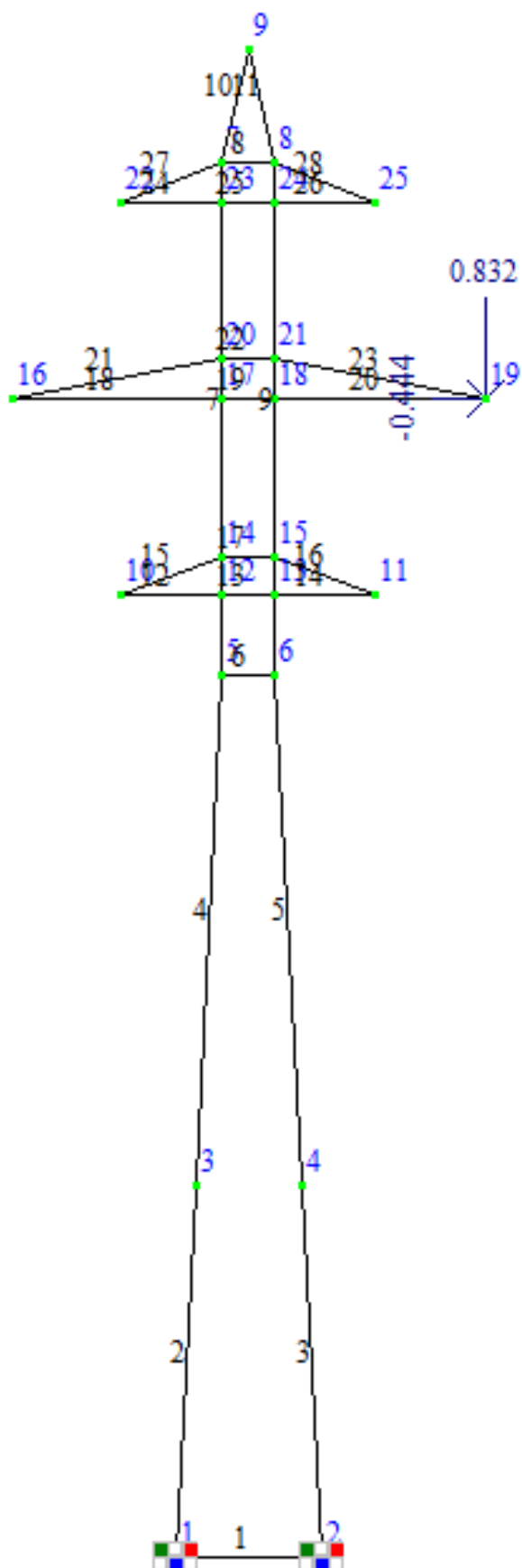
Загружение 4 (нагрузка от провода)



Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							188
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата		

Загружение 5 (нагрузка от провода)

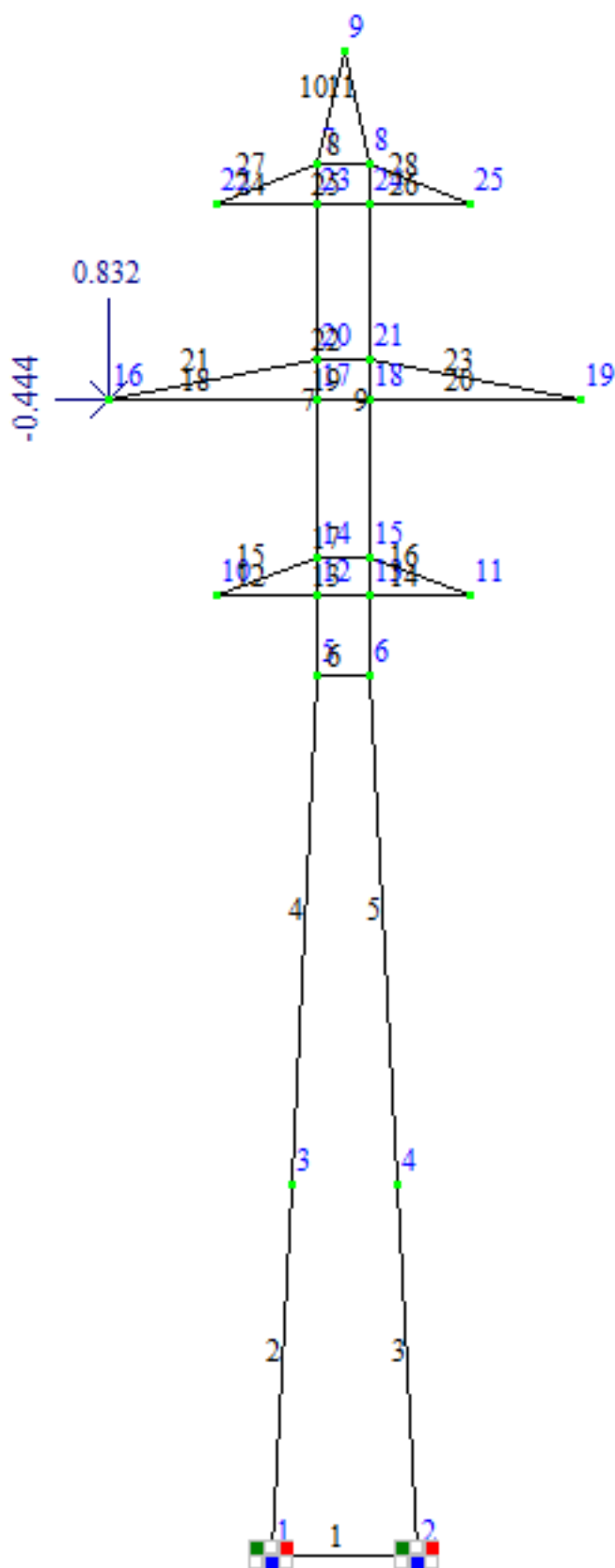


Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-TKP-02

Загружение 6 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

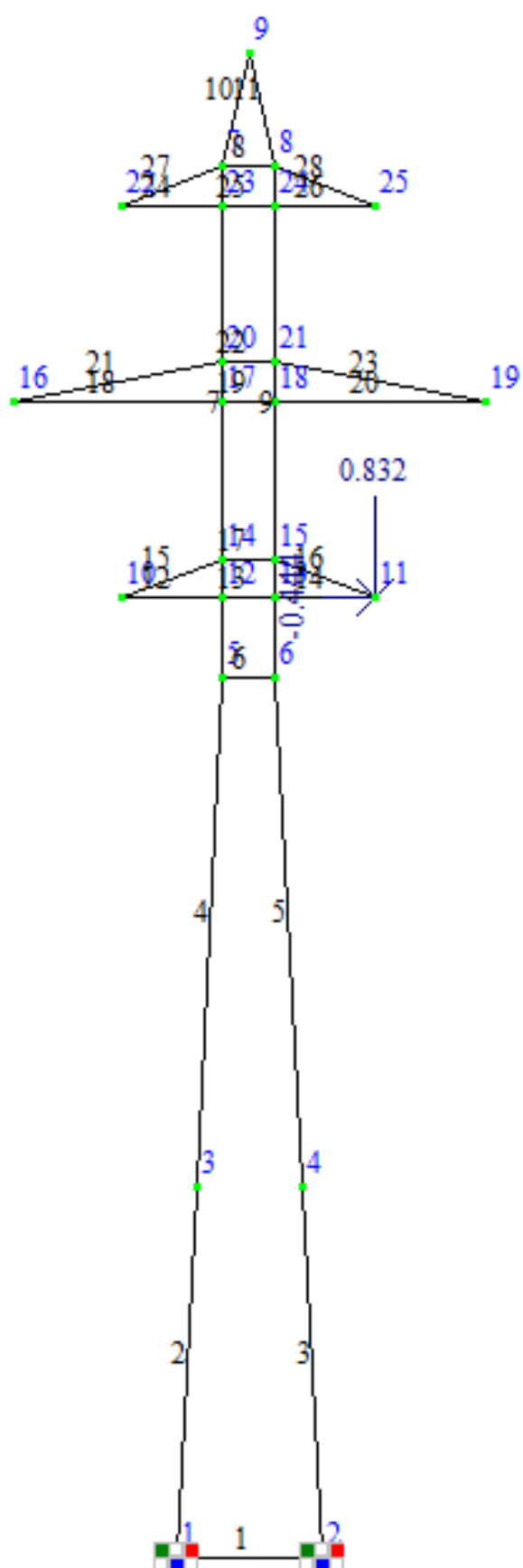
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

190

Загружение 7 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

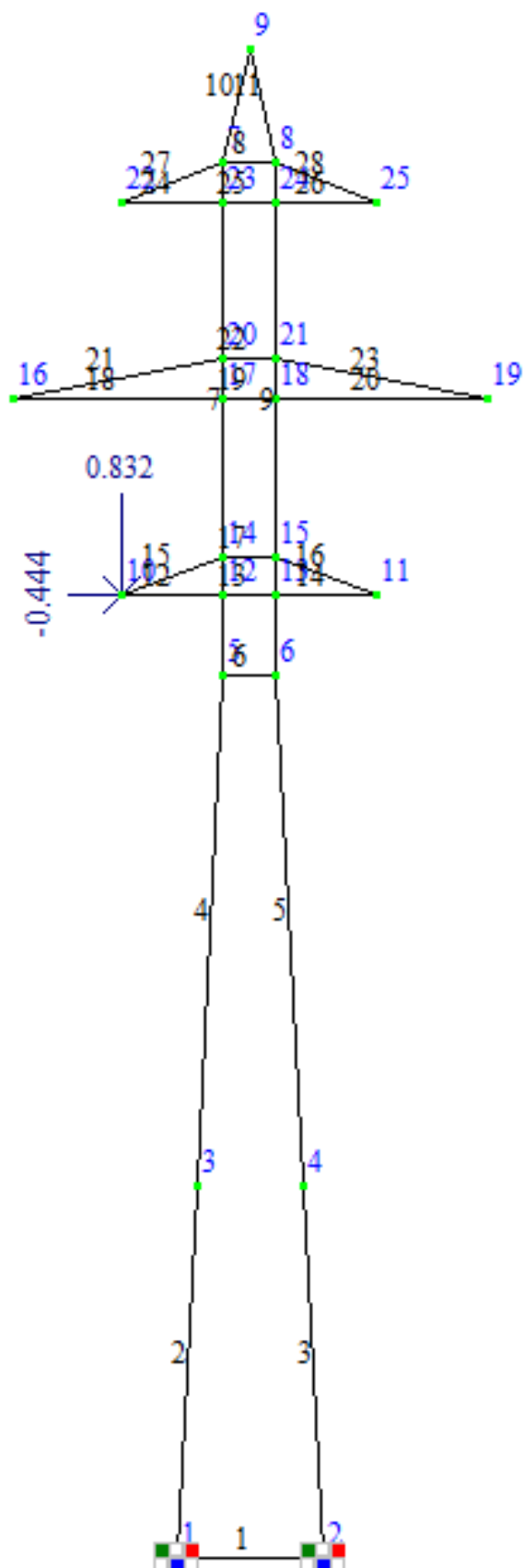
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

191

Загружение 8 (нагрузка от провода)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

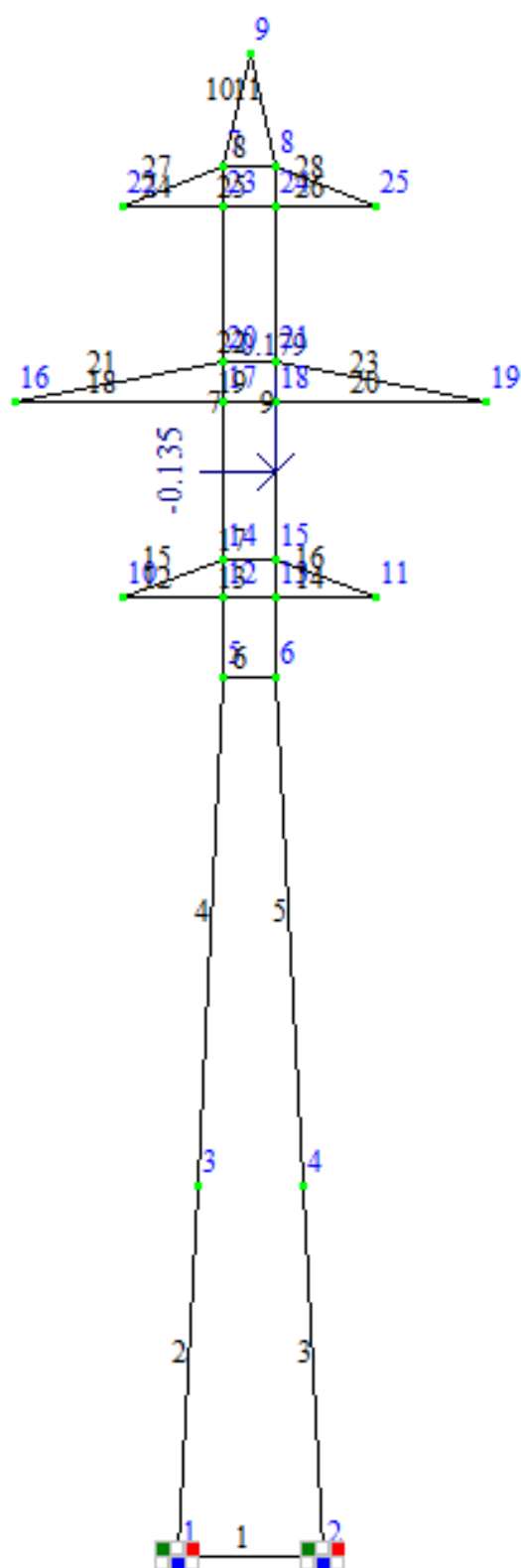
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

192

Загружение 9 (нагрузка от ВОЛС)



Загружение 9

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

193

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
1	1	2	1		A	0	-.00895	.01609	1,2,3,4,5,6,7,8
1	2	2	1		A	0	-.00895	-.01609	1,2,3,4,5,6,7,8
2	1	1	1		A	-.18569	.02822	.01485	1,2,3,4,5,6,7,8
2	2	1	1		A	-.26759	.13574	.01040	1,2,3,4,5,6,7,8
3	1	2	1		A	-.81170	-.00994	-.01791	1,2,3,4,5,6,7,8
3	2	2	1		A	-.89361	-.18137	-.02236	1,2,3,4,5,6,7,8
4	1	2	1		A	-.09954	-.17723	.01977	1,2,3,4,5,6,7,8
4	2	1	1		A	-.18565	.02822	.01529	1,2,3,4,5,6,7,8
5	1	1	1		A	-.72563	.15106	-.01150	1,2,3,4,5,6,7,8
5	2	2	1		A	-.81174	-.00994	-.01598	1,2,3,4,5,6,7,8
6	1	1	1		A	-.02585	.14881	-.26222	1,2,3,4,5,6,7,8
6	2	1	1		A	-.02585	.06985	-.26414	1,2,3,4,5,6,7,8
6	3	2	1		A	-.02585	-.00967	-.26606	1,2,3,4,5,6,7,8
6	4	2	1		A	-.02585	-.08978	-.26798	1,2,3,4,5,6,7,8
6	5	2	1		A	-.02585	-.17046	-.26990	1,2,3,4,5,6,7,8
7	1	1	1		A	.17152	.00677	-.00094	1,2,3,4,5,6,7,8
7	2	1	1		A	.24634	-.00423	-.00094	1,2,3,4,5,6,7,8
8	1	2	1		A	-.77750	-.13881	.23087	1,2,3,4,5,6,7,8
8	2	2	1		A	-.77750	-.06983	.22895	1,2,3,4,5,6,7,8
8	3	2	1		A	-.77750	-.00144	.22703	1,2,3,4,5,6,7,8
8	4	1	1		A	-.77750	.06638	.22511	1,2,3,4,5,6,7,8
8	5	1	1		A	-.77750	.13362	.22319	1,2,3,4,5,6,7,8
9	1	2	1		A	-.91265	.00140	-.00031	1,2,3,4,5,6,7,8
9	2	2	1		A	-.98747	-.00225	-.00031	1,2,3,4,5,6,7,8
10	1	2	1		A	.32568	-.02238	.00978	1,2,3,4,5,6,7,8
10	2	2	1		A	.32881	-.01609	.00906	1,2,3,4,5,6,7,8
10	3	2	1		A	.33194	-.01028	.00834	1,2,3,4,5,6,7,8
10	4	1	1		A	.33506	-.00496	.00763	1,2,3,4,5,6,7,8
10	5	1	1		A	.33819	0	.00690	1,2,3,4,5,6,7,8
11	1	2	1		A	-1.7158	0	.00862	1,2,3,4,5,6,7,8
11	2	2	1		A	-1.7189	.00539	.00789	1,2,3,4,5,6,7,8
11	3	2	1		A	-1.7221	.01042	.00717	1,2,3,4,5,6,7,8
11	4	2	1		A	-1.7252	.01497	.00645	1,2,3,4,5,6,7,8
11	5	2	1		A	-1.7283	.01903	.00573	1,2,3,4,5,6,7,8
12	1	2	1		A	0	-.00877	.01490	1,2,3,4,5,6,7,8

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

194

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
12	2	2	1		A	0	-.00100	.01213	1,2,3,4,5,6,7,8,
12	3	1	1		A	0	.00518	.00936	1,2,3,4,5,6,7,8,
12	4	1	1		A	0	.00977	.00660	1,2,3,4,5,6,7,8,
12	5	1	1		A	0	.01277	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	1	1	1		A	0	.01277	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	2	1	1		A	0	.01363	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	3	1	1		A	0	.01392	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	4	1	1		A	0	.01363	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
13	5	1	1		A	0	.01277	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	1	1	1		A	0	.01277	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	2	1	1		A	0	.00977	-.00660	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	3	1	1		A	0	.00518	-.00936	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	4	2	1		A	0	-.00100	-.01213	1,2,3,4,5,6,7,8,
14	5	2	1		A	0	-.00877	-.01490	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	1	1	1		A	-.04018	.00877	-.00161	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	2	1	1		A	-.03933	.00710	-.00378	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	3	1	1		A	-.03848	.00410	-.00594	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	4	2	1		A	-.03764	-.00023	-.00811	1,2,3,4,5,6,7,8,
15	5	2	1		A	-.03679	-.00591	-.01027	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	1	2	1		A	-.03679	-.00591	.01027	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	2	2	1		A	-.03764	-.00023	.00811	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	3	1	1		A	-.03848	.00410	.00594	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	4	1	1		A	-.03933	.00710	.00378	1,2,3,4,5,6,7,8,
16	5	1	1		A	-.04018	.00877	.00161	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	1	2	1		A	-.03801	-.00591	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	2	2	1		A	-.03801	-.00504	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	3	2	1		A	-.03801	-.00476	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	4	2	1		A	-.03801	-.00504	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
17	5	2	1		A	-.03801	-.00591	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	1	2	1		A	0	-.03134	.03453	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	2	1	1		A	0	.00549	.02686	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	3	1	1		A	0	.03311	.01918	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	4	1	1		A	0	.05153	.01151	1,2,3,4,5,6,7,8,
18	5	1	1		A	0	.06074	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	1	1	1		A	0	.06074	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	2	1	1		A	0	.06160	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	3	1	1		A	0	.06189	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	4	1	1		A	0	.06160	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
19	5	1	1		A	0	.06074	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	1	1	1		A	0	.06074	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	2	1	1		A	0	.05153	-.01151	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	3	1	1		A	0	.03311	-.01918	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	4	1	1		A	0	.00549	-.02686	1,2,3,4,5,6,7,8,
20	5	2	1		A	0	-.03134	-.03453	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	1	1	1		A	-.13291	.03134	-.00230	1,2,3,4,5,6,7,8,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

195

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	N	M	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ
21	2	1	1		A	-.13206	.02577	-.00682	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	3	1	1		A	-.13121	.01468	-.01134	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	4	2	1		A	-.13037	-.00192	-.01586	1,2,3,4,5,6,7,8,
21	5	2	1		A	-.12952	-.02404	-.02038	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	1	2	1		A	-.13106	-.02404	.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	2	2	1		A	-.13106	-.02318	.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	3	2	1		A	-.13106	-.02289	0	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	4	2	1		A	-.13106	-.02318	-.00191	1,2,3,4,5,6,7,8,
22	5	2	1		A	-.13106	-.02404	-.00383	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	1	2	1		A	-.12952	-.02404	.02038	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	2	2	1		A	-.13037	-.00192	.01586	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	3	1	1		A	-.13121	.01468	.01134	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	4	1	1		A	-.13206	.02577	.00682	1,2,3,4,5,6,7,8,
23	5	1	1		A	-.13291	.03134	.00230	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	1	2	1		A	0	-.07721	.03862	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	2	2	1		A	0	-.05580	.03585	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	3	2	1		A	0	-.03598	.03309	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	4	2	1		A	0	-.01775	.03032	1,2,3,4,5,6,7,8,
24	5	2	1		A	0	-.00111	.02755	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	1	2	1		A	0	-.00111	.02755	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	2	1	1		A	0	.00686	.02563	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	3	1	1		A	0	.01427	.02372	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	4	1	1		A	0	.02110	.02180	1,2,3,4,5,6,7,8,
25	5	1	1		A	0	.02735	.01988	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	1	1	1		A	0	.02735	.01988	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	2	1	1		A	0	.03799	.01711	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	3	1	1		A	0	.04704	.01435	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	4	1	1		A	0	.05449	.01158	1,2,3,4,5,6,7,8,
26	5	1	1		A	0	.06036	.00882	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	1	1	1		A	-.71029	.07721	-.09391	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	2	1	1		A	-.70944	.01856	-.09608	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	3	2	1		A	-.70859	-.04143	-.09824	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	4	2	1		A	-.70774	-.10276	-.10041	1,2,3,4,5,6,7,8,
27	5	2	1		A	-.70690	-.16543	-.10257	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	1	1	1		A	-1.2901	.15407	-.08249	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	2	1	1		A	-1.2910	.10247	-.08465	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	3	1	1		A	-1.2918	.04952	-.08682	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	4	2	1		A	-1.2927	-.00474	-.08898	1,2,3,4,5,6,7,8,
28	5	2	1		A	-1.2935	-.06036	-.09115	1,2,3,4,5,6,7,8,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

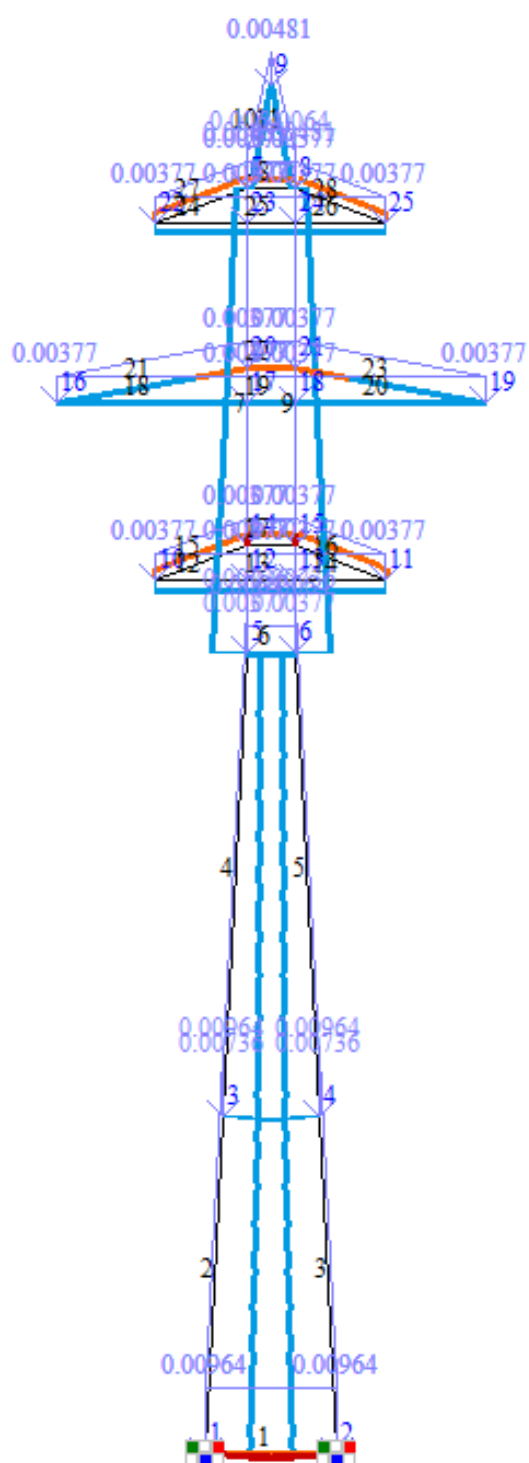
196

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Отобразим эпюры согласно назначенных нагрузок по порядку:

Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My.

Эпюра N

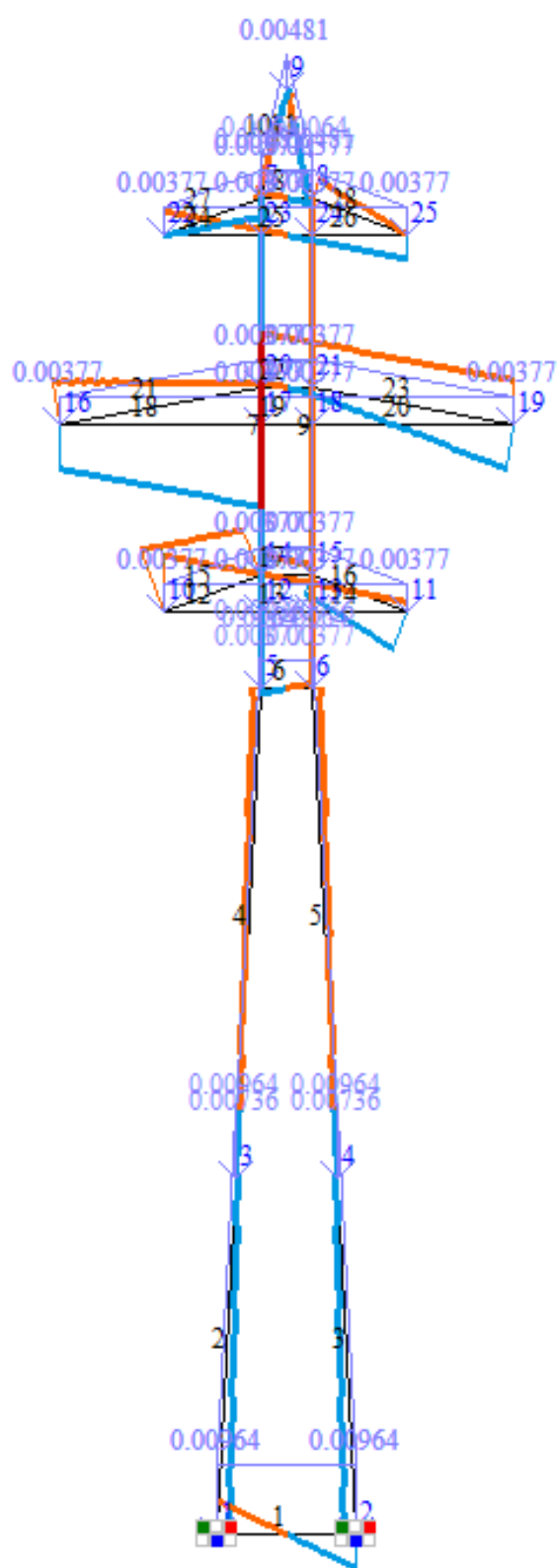


Эпюра N

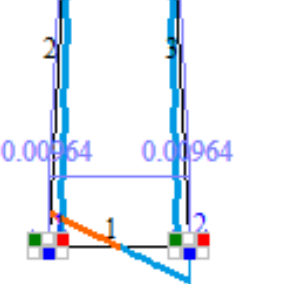
Единицы измерения - т

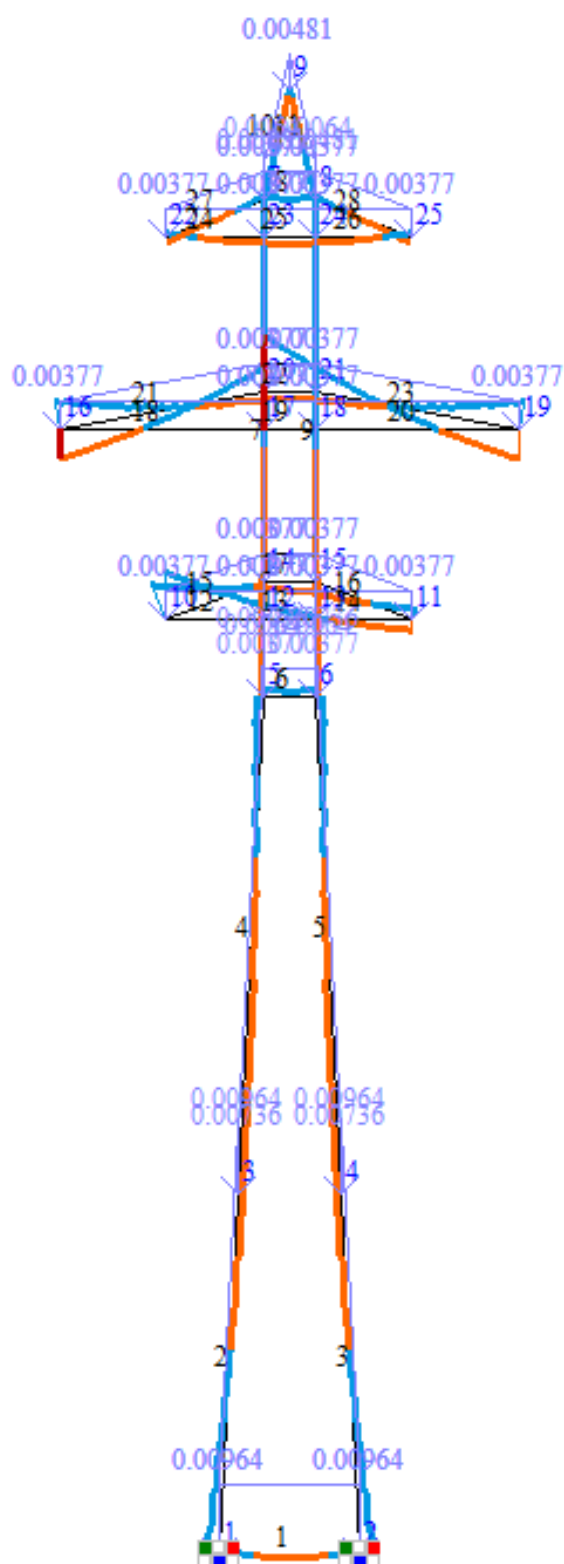
Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Изм.	Копуч.
Лист	№
Подп.	Дата

Эпюра Qz



Эпюра Q_z
Единицы измерения - т

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	 <p>Эпюра Q_z Единицы измерения - т</p>						Лист
			6/17-7.17-ТКР-02						198
			Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	

Эпюра М_yЭпюра М_y

Единицы измерения - т*м

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

199

Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

Промежуточная двухцепная опора П110-6В

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 1. Уголок параллельно полкам 90 х 90 х 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 90 х 90 х 7, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
1	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.34
1	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.34
2	1		0.00		0	0	0	24	24	0	67	0	24	67	8.51
2	2		0.00		1	1	1	24	24	0	67	1	24	67	8.51
3	1		0.00		2	2	2	24	24	0	67	2	24	67	8.51
3	2		0.00		2	2	2	24	24	0	67	2	24	67	8.51
Сечение: 2. Уголок параллельно полкам 80 х 80 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 80 х 80 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
4	1		0.00		0	0	0	27	27	0	68	0	27	68	11.72
4	2		0.00		1	1	1	27	27	0	68	1	27	68	11.72
5	1		0.00		2	3	3	27	27	0	68	3	27	68	11.72
5	2		0.00		3	3	3	27	27	0	68	3	27	68	11.72
Сечение: 3. Уголок параллельно полкам 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 70 х 70 х 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
6	1		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
6	2		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
6	3		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
6	4		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
6	5		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
7	1		0.00		1	0	0	16	16	0	0	1	16	0	11.70
7	2		0.00		1	0	0	16	16	0	0	1	16	0	11.70
8	1		0.00		3	3	3	31	31	0	57	3	31	57	1.20
8	2		0.00		3	3	3	31	31	0	57	3	31	57	1.20
8	3		0.00		3	3	3	31	31	0	57	3	31	57	1.20

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

200

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
8	4		0.00		3	3	3	31	31	0	57	3	31	57	1.20
8	5		0.00		3	3	3	31	31	0	57	3	31	57	1.20
9	1		0.00		3	4	4	31	31	0	57	4	31	57	11.70
9	2		0.00		4	4	4	31	31	0	57	4	31	57	11.70
13	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
13	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
13	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
13	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
13	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
17	1		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
17	2		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
17	3		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
17	4		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
17	5		0.00		0	0	0	31	31	0	57	0	31	57	1.20
18	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
18	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
18	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
18	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
18	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
19	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
19	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
19	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
19	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
19	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
20	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
20	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
20	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
20	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
20	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
22	1		0.00		0	1	1	31	31	0	57	1	31	57	1.20
22	2		0.00		0	1	1	31	31	0	57	1	31	57	1.20
22	3		0.00		0	1	1	31	31	0	57	1	31	57	1.20
22	4		0.00		0	1	1	31	31	0	57	1	31	57	1.20
22	5		0.00		0	1	1	31	31	0	57	1	31	57	1.20
25	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
25	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
25	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
25	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
25	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.20
Сечение: 4. Уголок параллельно полкам 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 63 х 63 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

201

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
10	1		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	2		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	3		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	4		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
10	5		0.00		2	0	0	17	17	0	0	2	17	0	2.67
11	1		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	2		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	3		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	4		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
11	5		0.00		8	10	10	29	29	0	60	10	29	60	2.67
12	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
12	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
12	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
12	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
12	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
14	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
14	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
14	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
14	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
14	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
24	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
24	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
24	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
24	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
24	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
26	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
26	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
26	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
26	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
26	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.30
Сечение: 5. Уголок параллельно полкам 50 x 50 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 50 x 50 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
15	1		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
15	2		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
15	3		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
15	4		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
15	5		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

202

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Элем ент	Н С	Груп па	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
16	1		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
16	2		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
16	3		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
16	4		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
16	5		0.00		0	0	0	36	36	0	44	0	36	44	2.47
21	1		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
21	2		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
21	3		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
21	4		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
21	5		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
23	1		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
23	2		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
23	3		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
23	4		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
23	5		0.00		1	1	1	36	36	0	44	1	36	44	4.88
27	1		0.00		4	6	6	36	36	0	44	6	36	44	2.47
27	2		0.00		4	6	6	36	36	0	44	6	36	44	2.47
27	3		0.00		4	6	6	36	36	0	44	6	36	44	2.47
27	4		0.00		4	6	6	36	36	0	44	6	36	44	2.47
27	5		0.00		4	6	6	36	36	0	44	6	36	44	2.47
28	1		0.00		8	11	11	36	36	0	44	11	36	44	2.47
28	2		0.00		8	11	11	36	36	0	44	11	36	44	2.47
28	3		0.00		8	11	11	36	36	0	44	11	36	44	2.47
28	4		0.00		8	11	11	36	36	0	44	11	36	44	2.47
28	5		0.00		8	11	11	36	36	0	44	11	36	44	2.47

Вывод:

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры П110-6В полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

203

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

2.2.8 Расчет промежуточной опоры – марка У110-4+5

Описание расчетной схемы

Решетчатая конструкция опоры ВЛ 110 кВ. Признак схемы – три степени свободы в узле (два перемещения с поворотом) ХОZ.

Конструктивная схема опоры У110-4+5 показана на рис. 3.11.

Конструктивная схема опоры У110-4+5 выполненная в программе AutoCAD 2012 для интегрирования в программу ПК «Лира» показана на рис. 3.12.

Спецификация основных конструктивных элементов опоры У110-4+5 подлежащих расчету показаны на рис. 3.13.

Расчетная схема опоры У110-4+5 (в ПК «ЛИРА») показана на рис. 3.14.

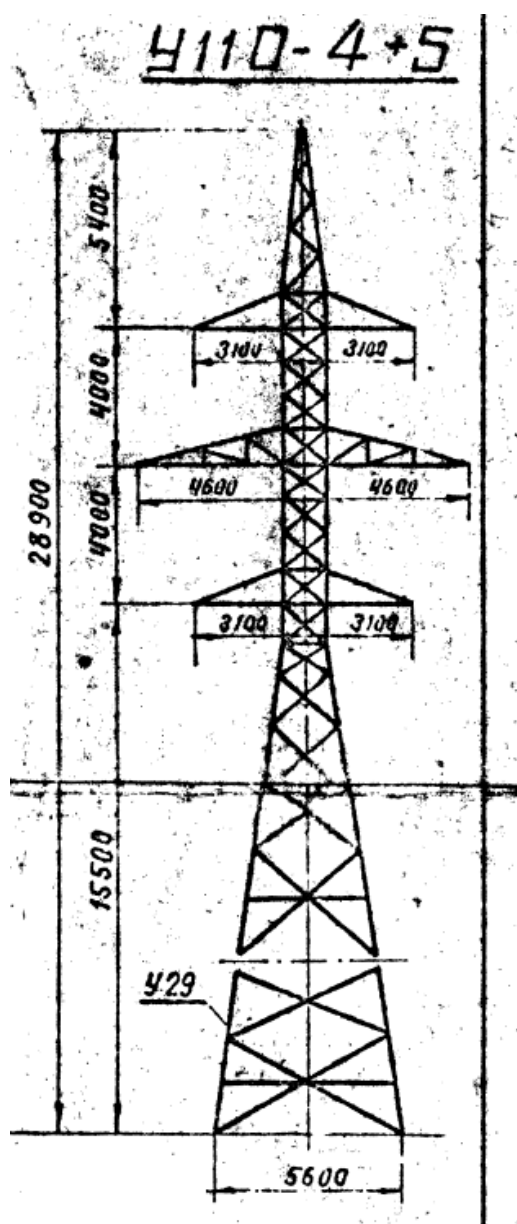


Рис. 3.11. Конструктивная схема опоры У110-4+5 (серия №3078тм)

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №				
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				
						Лист				
						204				

Опора У110-4+5

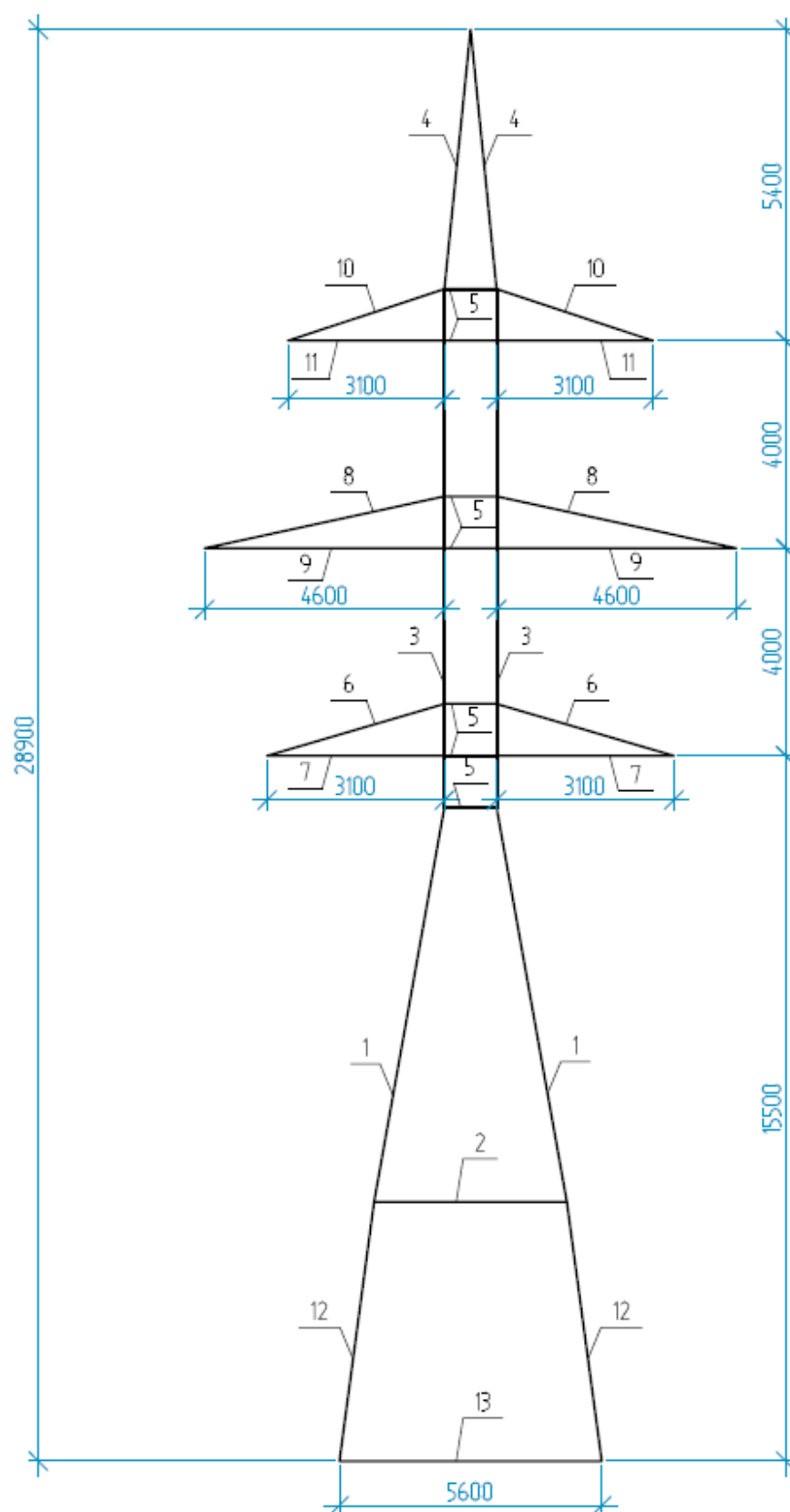


Рис. 3.12. Конструктивная схема опоры У110-4+5 выполненная в программе AutoCAD 2012
для интегрирования в программу ПК «Ли́ра»

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

205

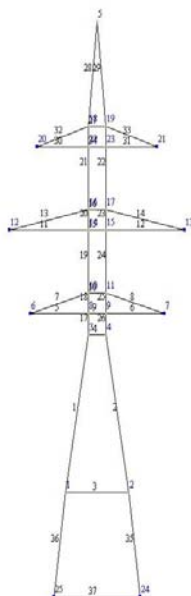


Рис. 3.14. Расчетная схема опоры У110-4+5 (в ПК «ЛИРА»)

Цель расчета:

Целью данного расчета является проверка несущей способности и устойчивости конструкций опоры У110-4+5 по первой и второй группе предельных состояний в программе комплексе «ЛИРА» на действие климатических воздействий и эксплуатационных нагрузок при наиболее неблагоприятных сочетаниях.

Сбор нагрузок

В ПК «ЛИРА» задаются расчетные нагрузки. В результате работы основного расчетного процесса вычисляются расчетные перемещения и расчетные усилия. Вспомогательные расчетные процессы и конструирующие системы оперируют расчетными усилиями. Коэффициенты надежности по нагрузке служат для перехода от расчетных усилий к нормативным.

При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.

Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.

Жёсткости элементов

Взам. инв. №		усилий к нормативным.					Лист 206
Подп. и дата		При этом полученные расчетные сочетания усилий используют конструирующими системами при расчете по первому предельному состоянию, а нормативные сочетания усилий – при расчете по второму предельному состоянию.					
Инв. № подл.		Собственный вес конструкций учтен автоматически в ПК «ЛИРА» 9.6 с коэффициентом надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,10$.					
		<u>Жёсткости элементов</u>					
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	

Жесткостные характеристики стержневых и пластинчатых элементов рассчитываются автоматически ПК «ЛИРА».

Схема нагрузок на опору У110-4+5 представлена на рис. 3.15.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				207

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<p>Данное грузоподъемное устройство учитывается как постоянная нагрузка.</p> <p>загружение 6 - статическое нагружение;</p> <p>Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.</p> <p>загружение 7 - статическое нагружение;</p> <p>Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.</p> <p>загружение 8 - статическое нагружение.</p> <p>Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.</p> <p>загружение 9 - статическое нагружение.</p> <p>Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.</p> <p><u>Результаты счета разбиты на следующие разделы:</u></p>														
			<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Копуч</td><td>Лист</td><td>№</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr></table>							Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата												

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.

Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы. В первой графе находится номер загрузки и индексация перемещений. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие. Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

10.X линейное по оси X;

11.Z линейное по оси Z;

12.UY угловое вокруг оси Y.

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы. В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий. В последующих графах указываются:

7.в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

8.во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий в элементах для каждого сечения, и дополнительная информация о сочетаниях усилий. Шапка таблицы содержит следующие графы:

ЭЛМ - номер элемента.

НС - номер сечения.

КРТ - номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий (печатаются только неповторяющиеся сочетания).

СТ - номер столбца коэффициентов сочетаний (номер сочетания нагрузок).

КС - информация о наличии крановых и сейсмических воздействий, вошедших в сочетания.

Индексами А или В помечаются группы PCY:

А - группа PCY, содержащая только те загрузки, которые имеют длительность.

В - группа PCY, содержащая все загрузки.

Далее следуют списки видов усилий от расчетных нагрузок и номера загрузок, вошедших в расчетные сочетания.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									6/17-7.17-ТКР-02	
			Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	210	

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

M_K - крутящий момент относительно оси X_1 ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

M_Y изгибающий момент относительно оси Y_1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

M_Z изгибающий момент относительно оси Z_1 ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z_1 , на сечение, принадлежащее концу стержня.

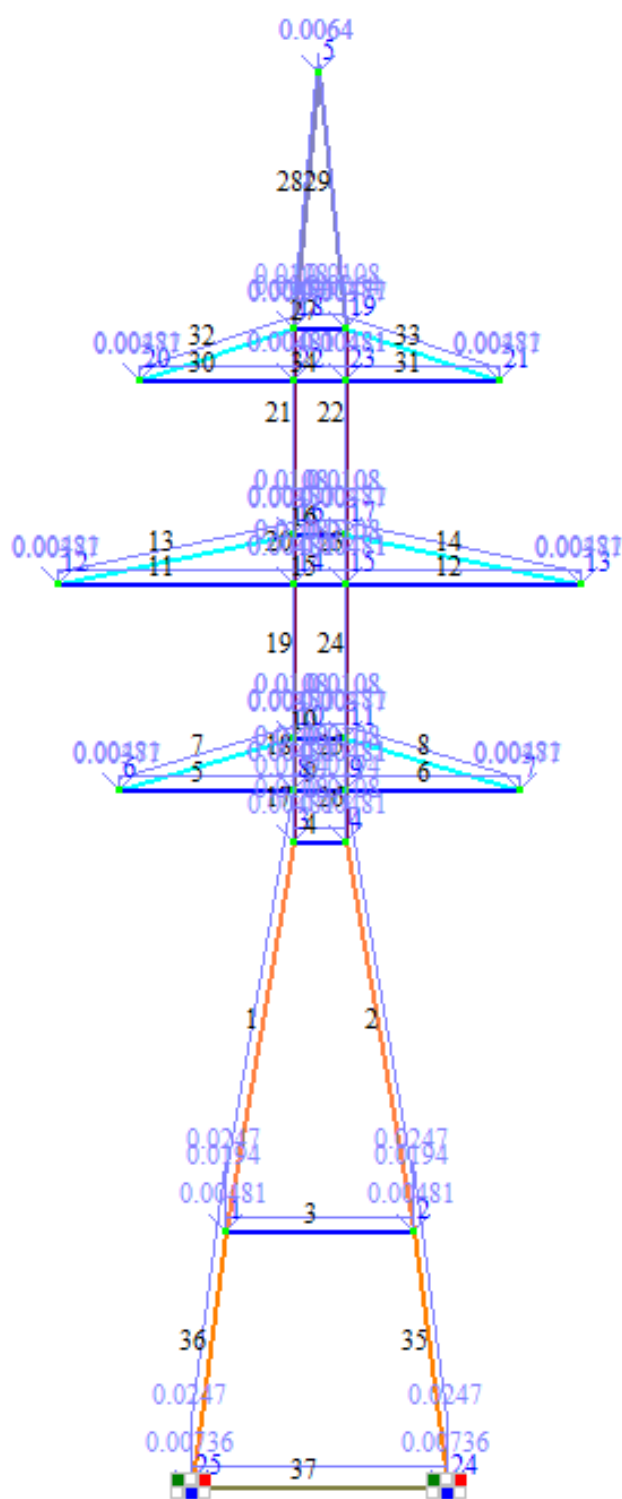
Q_Y перерезывающая сила вдоль оси Y_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y_1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Q_Z перерезывающая сила вдоль оси Z_1 ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z_1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02				211

Отообразим загрузки опоры У110-4+5 по порядку:

28.Загрузка 1 (собственный вес)



Загрузка 1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

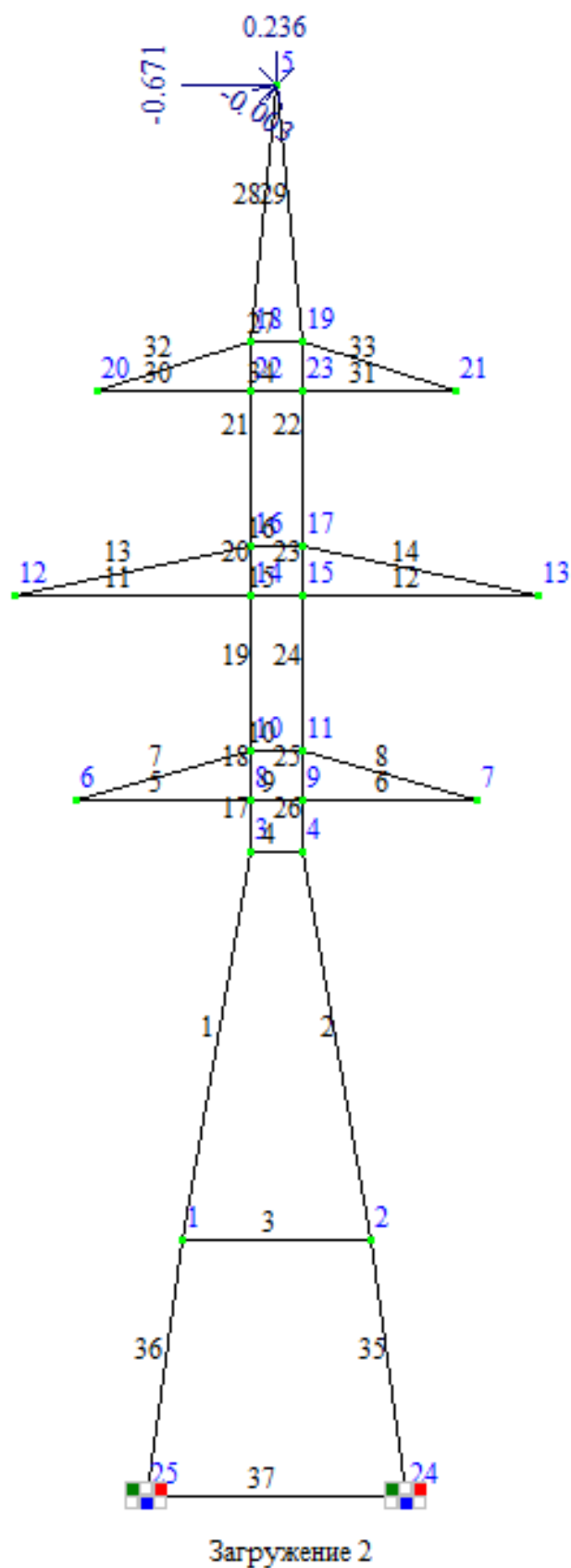
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

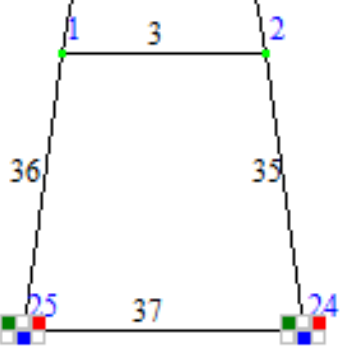
6/17-7.17-ТКР-02

Лист

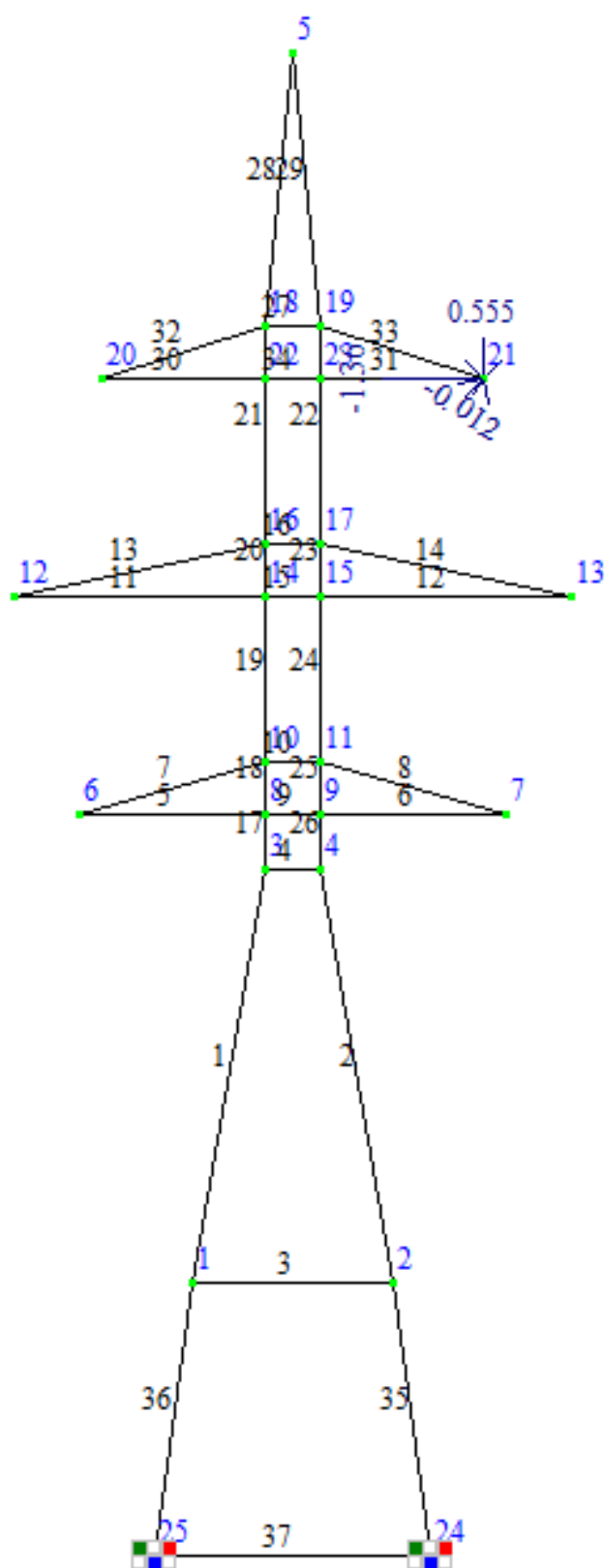
212

29. Загружение 2 (нагрузка от троса)



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<div><p>Загрузка 2</p></div>									
Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02					Лист	
											213	

30. Загрузка 3 (нагрузка от провода)



Загрузка 3

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

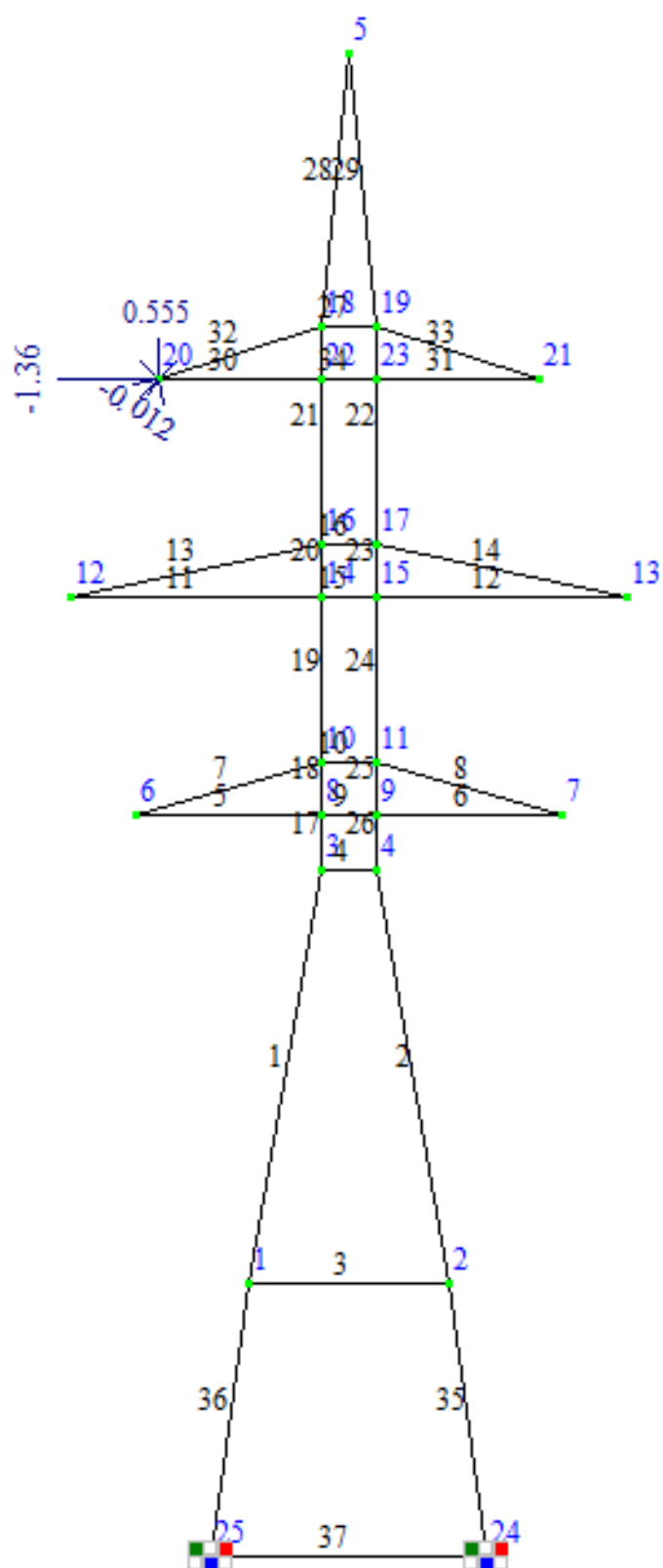
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

214

31.Загружение 4 (нагрузка от провода)



Загружение 4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

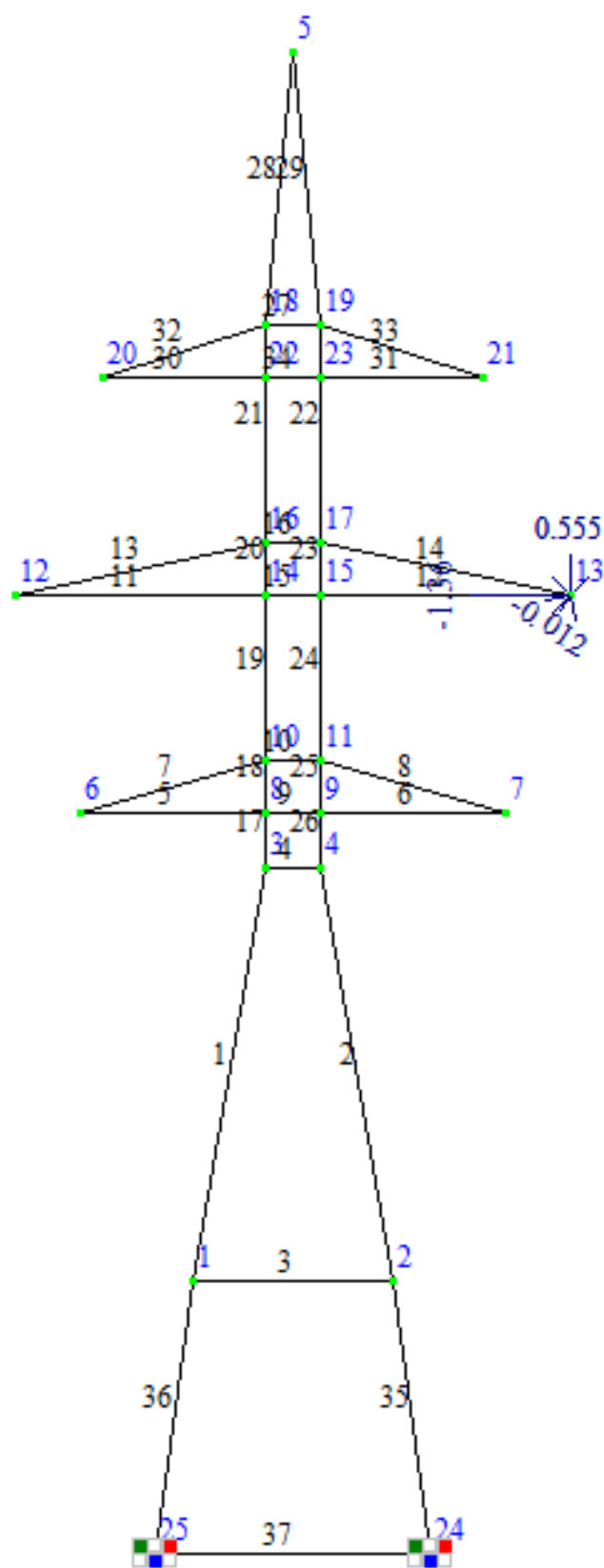
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

215

32. Загружение 5 (нагрузка от провода)



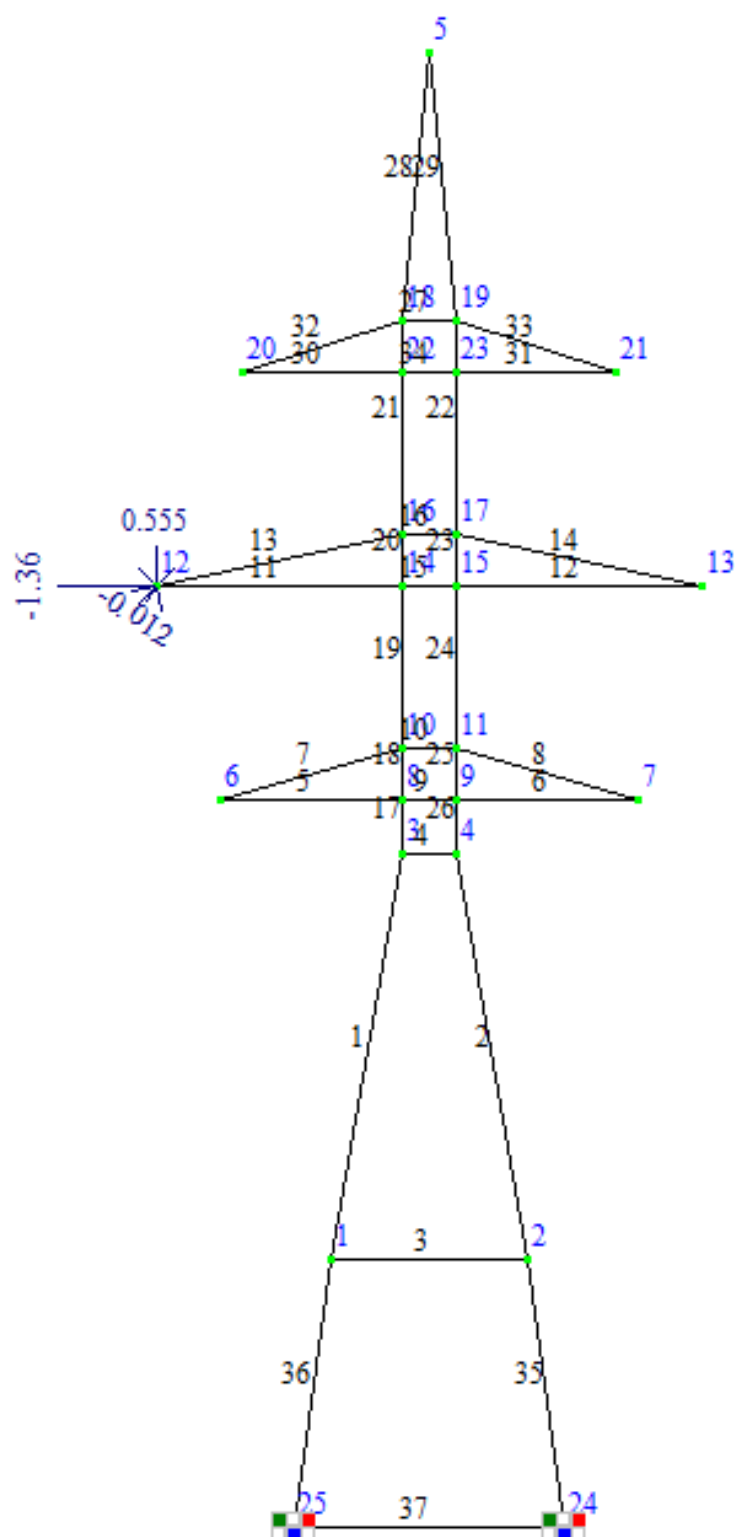
Загружение 5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-TKP-02

33.Загрузка 6 (нагрузка от провода)



Загрузка 6

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

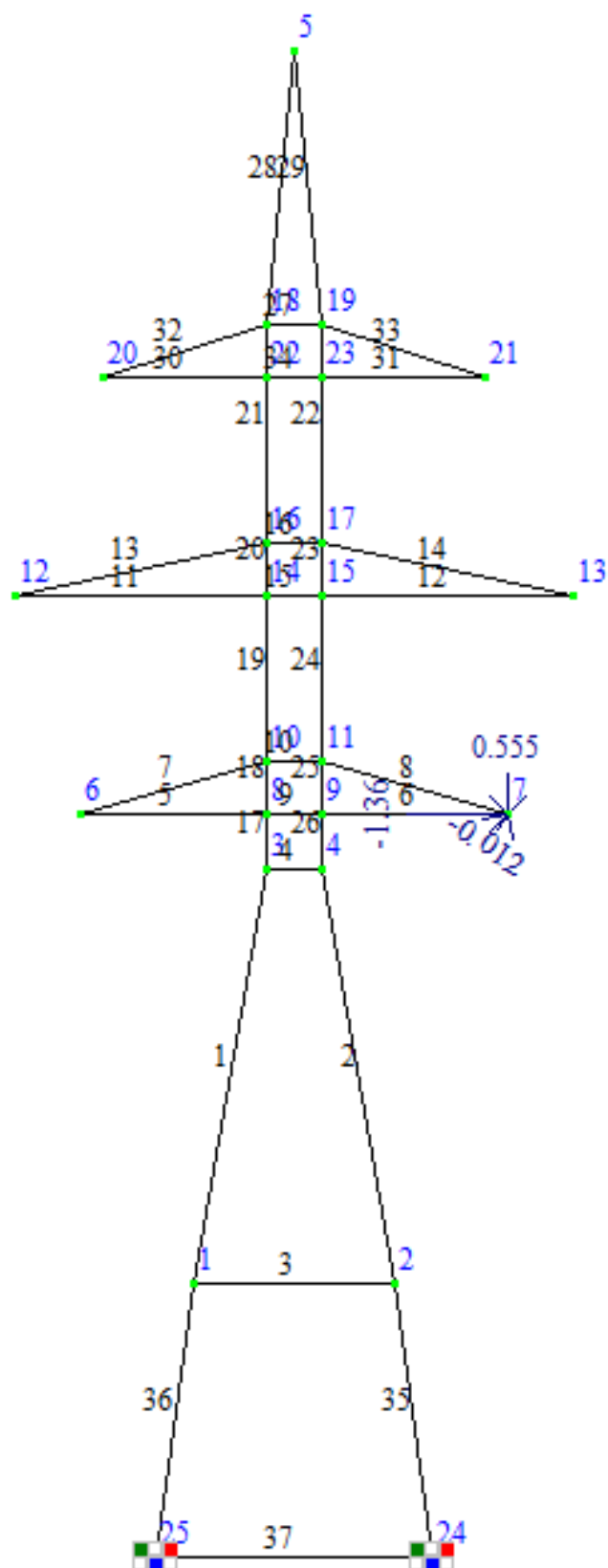
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

217

34.Загрузка 7 (нагрузка от провода)



Загрузка 7

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

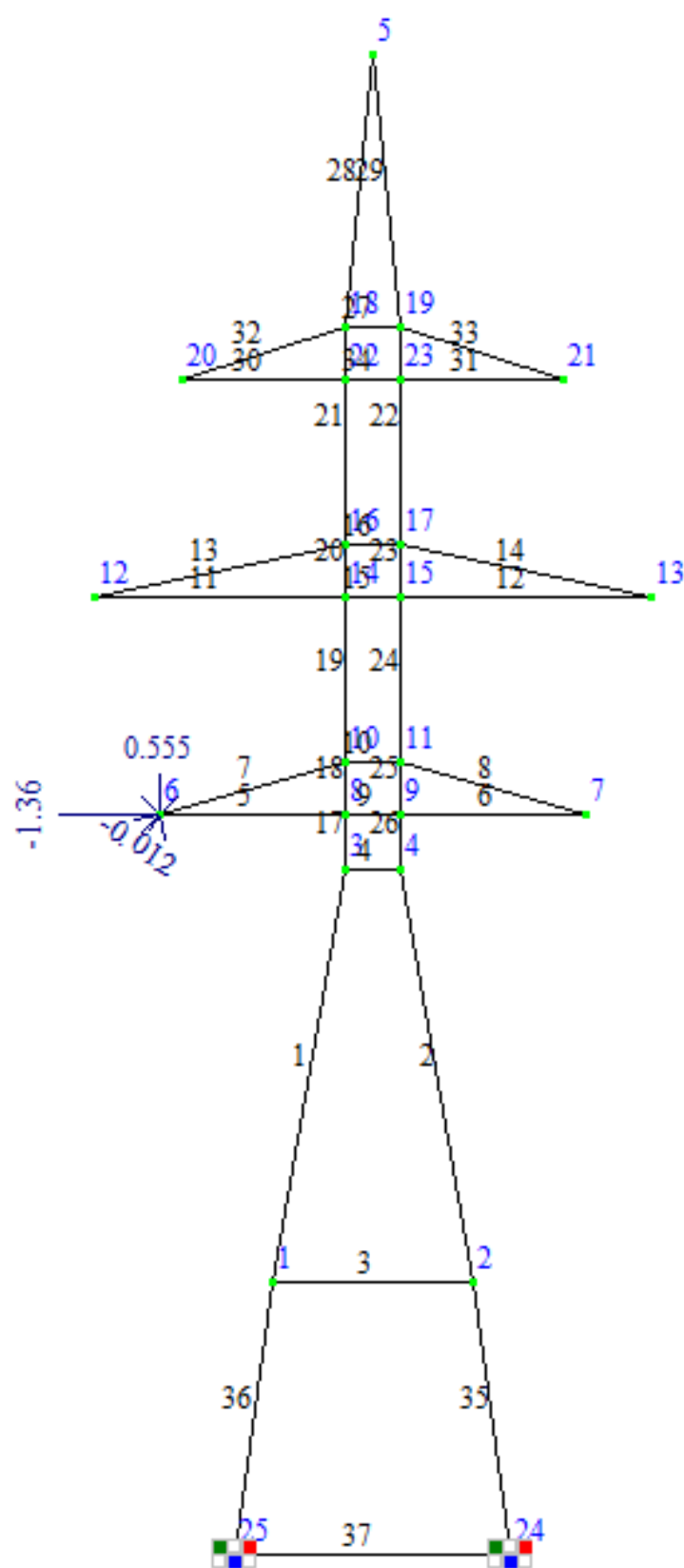
Изм.	Колуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

218

35.Загрузка 8 (нагрузка от провода)



Загрузка 8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №									Лист
											219
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02					

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ

Единицы измерения усилий: т;

Единицы измерения напряжений: т/м²;

Единицы измерения моментов: т*м;

Единицы измерения распределённых моментов: (т*м) /м;

Единицы измерения распределённых перерезывающих сил: т/м;

Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м.

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	Н	М	Q	ЗАГРУЖЕНИЯ.
1	1	1	1		A1	169.39	29.872	-9.0194	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
1	2	2	1		A1	169.54	-39.849	-9.0456	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
2	1	1	1		A1	-171.17	39.823	-9.0209	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
2	2	2	1		A1	-171.32	-29.910	-9.0471	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	1	2	1		A1	0	-.00548	.00889	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	2	1	1		A1	0	.00068	.00444	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	3	1	1		A1	0	.00274	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	4	1	1		A1	0	.00068	-.00444	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
3	5	2	1		A1	0	-.00548	-.00889	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	1	2	1		A1	.29783	-10.648	21.297	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	2	2	1		A1	.29783	-5.3243	21.296	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	3	1	1		A1	.29783	-.00044	21.295	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	4	1	1		A1	-.65216	5.3232	21.293	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
4	5	1	1		A1	-.65216	10.646	21.292	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	1	2	1		A1	-7.3454	-.33085	.43098	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	2	2	1		A1	-7.3454	.03374	.42689	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	3	1	1		A1	-7.3454	.39487	.42280	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	4	1	1		A1	-7.3454	.75251	.41871	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
5	5	1	1		A1	-7.3454	1.1066	.41463	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	1	2	1		A1	6.1187	-1.1253	.43719	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	2	2	1		A1	6.1187	-.75552	.43310	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	3	2	1		A1	6.1187	-.38911	.42901	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	4	1	1		A1	6.1187	-.02619	.42492	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
6	5	1	1		A1	6.1187	.33325	.42083	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
7	1	1	1		A1	1.3998	.33085	-.21470	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
7	2	2	1		A1	1.4036	-.45277	-.22751	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
8	1	1	1		A1	-.12050	.44114	-.21210	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
8	2	2	1		A1	-.12427	-.33325	-.22491	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
9	1	1	1		A1	-.58912	9.1070	-18.213	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
9	2	1	1		A1	-.58912	4.5536	-18.214	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
9	3	2	1		A1	-.58912	-.00009	-18.215	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

221

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

9	4	2	1		A1	-.58912	-4.5541	-18.216	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
9	5	2	1		A1	-.58912	-9.1084	-18.217	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10	1	1	1		A1	.60750	19.275	-38.551	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10	2	1	1		A1	.60750	9.6379	-38.552	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10	3	1	1		A1	.60750	-.00030	-38.553	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10	4	2	1		A1	.60750	-9.6388	-38.554	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10	5	2	1		A1	.60750	-19.277	-38.556	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
11	1	2	1		A1	-6.9603	.04864	-.01622	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
11	2	2	1		A1	-6.9603	.02680	-.02175	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
11	3	2	1		A1	-6.9603	-.00140	-.02729	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
11	4	2	1		A1	-6.9603	-.03596	-.03282	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
11	5	2	1		A1	-6.9603	-.07689	-.03835	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
12	1	1	1		A1	5.2650	.04536	-.00854	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
12	2	1	1		A1	5.2650	.03235	-.01408	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
12	3	1	1		A1	5.2650	.01298	-.01961	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
12	4	1	1		A1	5.2650	-.01274	-.02514	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
12	5	1	1		A1	5.2650	-.04484	-.03067	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
13	1	2	1		A1	.90952	-.04864	.04035	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
13	2	1	1		A1	.91328	.10055	.02303	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
14	1	2	1		A1	.82612	-.12109	.04391	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
14	2	1	1		A1	.82235	.04484	.02658	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
15	1	1	1		A1	-.85617	22.418	-44.838	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
15	2	1	1		A1	-.85617	11.209	-44.839	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
15	3	2	1		A1	-.85617	-.00103	-44.840	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
15	4	2	1		A1	-.85617	-11.211	-44.842	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
15	5	2	1		A1	-.85617	-22.422	-44.843	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
16	1	1	1		A1	.85794	20.175	-40.350	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
16	2	1	1		A1	.85794	10.087	-40.351	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
16	3	1	1		A1	.85794	-.00059	-40.352	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
16	4	2	1		A1	.85794	-10.088	-40.353	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
16	5	2	1		A1	.85794	-20.177	-40.354	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
17	1	1	1		A1	189.80	29.200	-20.447	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
17	2	1	1		A1	189.81	8.7530	-20.447	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
18	1	1	1		A1	171.19	16.753	-13.691	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
18	2	1	1		A1	171.20	3.0618	-13.691	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
19	1	1	1		A1	133.26	22.790	-14.366	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
19	2	2	1		A1	133.29	-20.308	-14.366	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
20	1	1	1		A1	88.498	2.1869	-8.2623	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
20	2	2	1		A1	88.508	-6.0753	-8.2623	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
21	1	1	1		A1	48.330	13.999	-8.3016	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

222

21	2	2	1		A1	48.373	-19.207	-8.3016	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
22	1	1	1		A1	-48.916	19.198	-8.2973	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
22	2	2	1		A1	-48.959	-13.991	-8.2973	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
23	1	1	1		A1	-89.532	6.0653	-8.2373	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
23	2	2	1		A1	-89.543	-2.1719	-8.2373	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
24	1	1	1		A1	-134.37	20.295	-14.358	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
24	2	2	1		A1	-134.41	-22.780	-14.358	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
25	1	2	1		A1	-172.72	-3.0611	-13.695	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
25	2	2	1		A1	-172.74	-16.756	-13.695	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
26	1	2	1		A1	-191.39	-8.7734	-20.403	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
26	2	2	1		A1	-191.40	-29.176	-20.403	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	1	1	1		A1	.55969	8.7280	-17.456	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	2	1	1		A1	.55969	4.3636	-17.458	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	3	1	1		A1	.55969	-.00101	-17.459	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	4	2	1		A1	.55969	-4.3659	-17.460	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
27	5	2	1		A1	.55969	-8.7312	-17.461	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
28	1	1	1		A1	31.819	4.7246	-.93770	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
28	2	1	1		A1	31.872	-.00075	-.94309	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
29	1	2	1		A1	-31.905	-.00075	-.93944	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
29	2	2	1		A1	-31.959	-4.7349	-.94484	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	1	2	1		A1	-.55407	-2.2495	.65588	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	2	2	1		A1	-.55407	-1.7589	.65227	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	3	2	1		A1	-.55407	-1.2711	.64867	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	4	2	1		A1	-.55407	-.78599	.64506	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
30	5	2	1		A1	-.55407	-.30355	.64145	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	1	1	1		A1	-.55407	.33549	.63664	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	2	1	1		A1	-.55407	.81162	.63303	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	3	1	1		A1	-.55407	1.2850	.62942	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	4	1	1		A1	-.55407	1.7557	.62582	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
31	5	1	1		A1	-.55407	2.2237	.62221	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
32	1	1	1		A1	-4.9650	2.2495	-2.5255	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
32	2	2	1		A1	-4.9612	-5.7548	-2.5368	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
33	1	1	1		A1	6.1382	5.7320	-2.5102	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
33	2	2	1		A1	6.1345	-2.2237	-2.5215	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	1	2	1		A1	-.55407	-.30355	.64145	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	2	2	1		A1	-.55407	-.14333	.64025	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	3	1	1		A1	-.55407	.01657	.63904	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	4	1	1		A1	-.55407	.17618	.63784	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
34	5	1	1		A1	-.55407	.33549	.63664	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

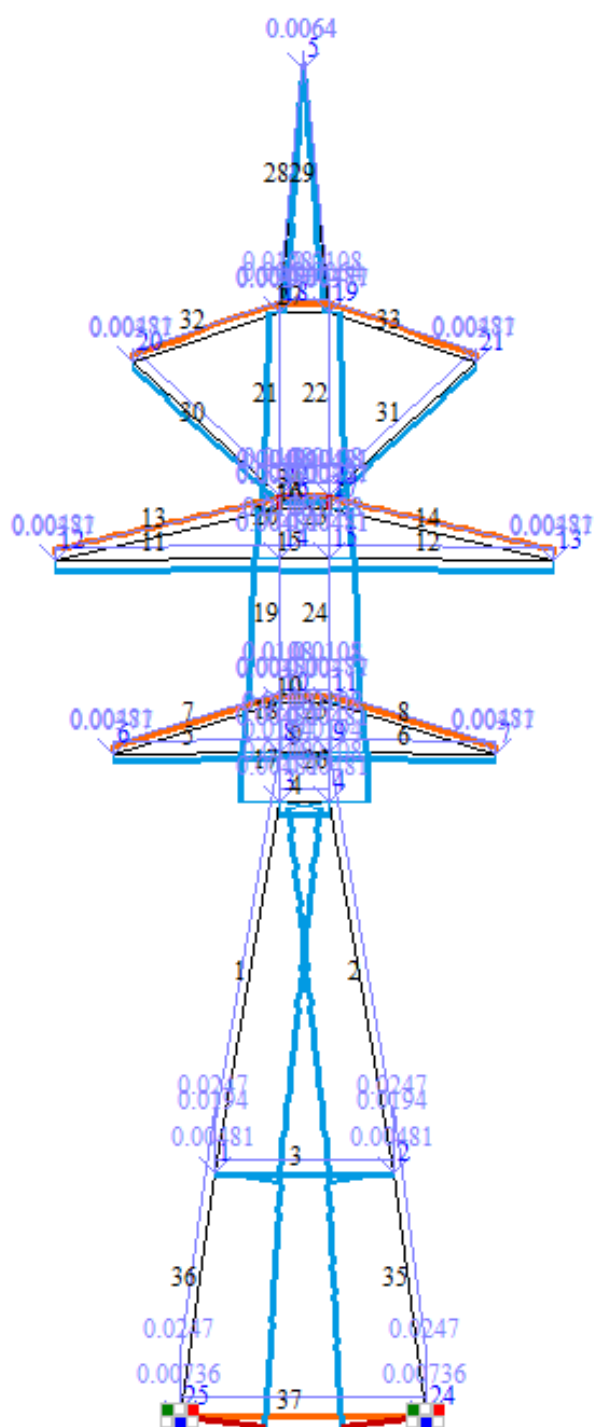
Лист

223

Отообразим эпюры согласно назначенных нагрузжений по порядку:

Эпюра N, Эпюра Qz, Эпюра My.

Эпюра N



Эпюра N

Единицы измерения - т

Эпюра Qz

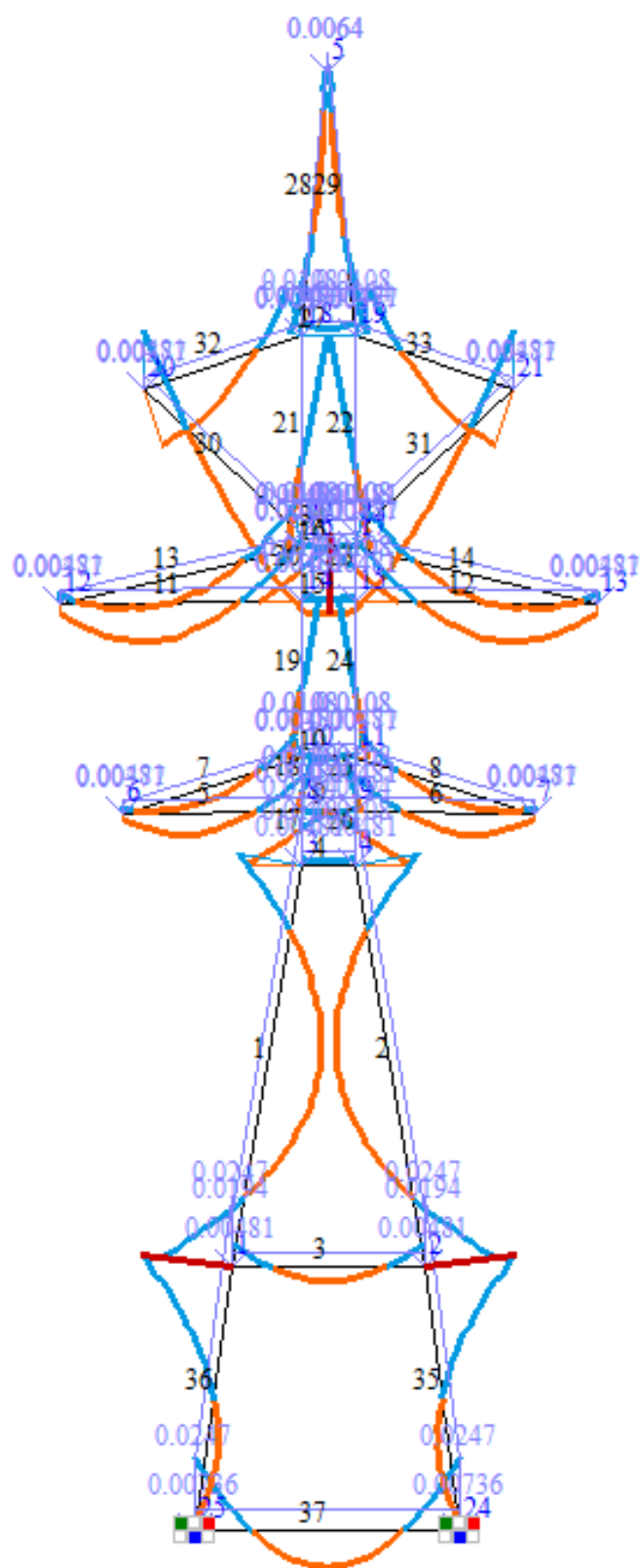
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.уч.	Лист	№	Подп.	Дата

Эпюра N
Единицы измерения - т

Эпюра Qz

6/17-7.17-ТКР-02					Лист
					224

Эпюра M_y Эпюра M_y Единицы измерения - $\text{т} \cdot \text{м}$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

226

Произведем проверку сечений металлических элементов опоры согласно приложенным нагрузкам и усилиям. Для этого импортируем данную схему в программу ЛИРА-СТК (программа проверки и подбора металлических сечений). Произведем расчет по РСУ. Таблица с проверкой сечений представлена ниже.

ЛИРА 9.6 (ЛИР-СТК)

Результат проверки сечений основных элементов опоры

Имя задачи: расчет анкерно-угловой двухцепной опоры У110-4+5 принятой по типовой серии №3078тм "Унифицированные стальные конструкции промежуточных и анкерно-угловых опор 35-110 кВ для нормальных условий".

Расчет плоской системы, состоящей из стержневых элементов на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий.

В расчете учтен физический износ металлических решетчатых опор, коррозия стенок и полок профилей принята 1,5 мм – процент износа равен порядка 20%.

Анкерно-угловая двухцепная опора У110-4+5

Элем ент	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и- ме ча- ни е	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
					но р	УУ 1	УЗ 1	ГУ 1	ГЗ 1	УС	УП	1П С	2П С	М. У	
Сечение: 1. Уголок параллельно полкам 140 x 140 x 9, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 140 x 140 x 9, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
1			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 36 x 36 x 3												
			Профиль: 36 x 36 x 3; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
1	1		0.00		91	0	0	30	30	0	0	91	30	0	7.72
1	2		0.00		94	0	0	30	30	0	0	94	30	0	7.72
2			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 x 50 x 4												
			Профиль: 50 x 50 x 4; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
2	1		0.00		63	87	87	51	51	0	65	87	51	65	7.72
2	2		0.00		64	88	88	51	51	0	66	88	51	66	7.72
Сечение: 2. Уголок параллельно полкам 100 x 100 x 7															
Профиль: 100 x 100 x 7; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
17			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 36 x 36 x 3												
			Профиль: 36 x 36 x 3; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
17	1		0.00		91	0	0	30	30	0	0	91	30	0	1.00
17	2		0.00		91	0	0	30	30	0	0	91	30	0	1.00

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02	Лист
							227

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м	
18			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 36 х 36 х 3													
			Профиль: 36 х 36 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
18	1		0.00		92	0	0	30	30	0	0	92	30	0	1.00	
18	2		0.00		92	0	0	30	30	0	0	92	30	0	1.00	
19			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 40 х 40 х 3													
			Профиль: 40 х 40 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
19	1		0.00		91	0	0	27	27	0	0	91	27	0	3.00	
19	2		0.00		92	0	0	27	27	0	0	92	27	0	3.00	
20			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 40 х 40 х 3													
			Профиль: 40 х 40 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
20	1		0.00		98	0	0	27	27	0	0	98	27	0	1.00	
20	2		0.00		98	0	0	27	27	0	0	98	27	0	1.00	
21			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 45 х 45 х 3													
			Профиль: 45 х 45 х 3; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
21	1		0.00		94	0	0	24	24	0	0	94	24	0	4.00	
21	2		0.00		94	0	0	24	24	0	0	94	24	0	4.00	
22			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 56 х 56 х 4													
			Профиль: 56 х 56 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
22	1		0.00		66	86	86	45	45	0	76	86	45	76	4.00	
22	2		0.00		66	86	86	45	45	0	76	86	45	76	4.00	
23			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
23	1		0.00		70	97	97	53	53	0	69	97	53	69	1.00	
23	2		0.00		70	97	97	53	53	0	69	97	53	69	1.00	
24			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
24	1		0.00		67	93	93	52	52	0	67	93	52	67	3.00	
24	2		0.00		67	93	93	52	52	0	67	93	52	67	3.00	
25			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
25	1		0.00		61	85	85	50	50	0	64	85	50	64	1.00	
25	2		0.00		61	85	85	50	50	0	65	85	50	65	1.00	
26			Подобрано:1. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 4													
			Профиль: 50 х 50 х 4; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
26	1		0.00		61	85	85	50	50	0	64	85	50	64	1.00	
26	2		0.00		61	85	85	50	50	0	64	85	50	64	1.00	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

228

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
Сечение: 3. Уголок параллельно полкам 70 x 70 x 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 70 x 70 x 6, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм ; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
28			Подобрано:3. Уголок параллельно полкам 36 x 36 x 4												
			Профиль: 36 x 36 x 4; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
28	1		0.00		97	0	0	30	30	0	0	97	30	0	5.02
28	2		0.00		98	0	0	30	30	0	0	98	30	0	5.02
29			Подобрано:2. Уголок параллельно полкам 56 x 56 x 4												
			Профиль: 56 x 56 x 4; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
29	1		0.00		72	93	93	46	46	0	79	93	46	79	5.02
29	2		0.00		72	93	93	47	47	0	79	93	47	79	5.02
Сечение: 4. Уголок параллельно полкам 63 x 63 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм															
Профиль: 63 x 63 x 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86															
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент															
3			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
3	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
3	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
3	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
3	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
3	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.70
4			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
4	1		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00
4	2		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00
4	3		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00
4	4		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00
4	5		0.00		4	26	26	93	93	0	17	26	93	17	1.00
5			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 32 x 32 x 3												
			Профиль: 32 x 32 x 3; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
5	1		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40
5	2		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40
5	3		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40
5	4		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40
5	5		0.00		33	80	80	63	63	0	43	80	63	43	3.40
6			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 x 20 x 3												
			Профиль: 20 x 20 x 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

229

Изм. Копия Лист № Подп. Дата

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м
6	1		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40
6	2		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40
6	3		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40
6	4		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40
6	5		0.00		55	0	0	56	56	0	0	55	56	0	3.40
9			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3												
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
9	1		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00
9	2		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00
9	3		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00
9	4		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00
9	5		0.00		0	0	0	56	56	0	0	0	56	0	1.00
10			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3												
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
10	1		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00
10	2		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00
10	3		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00
10	4		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00
10	5		0.00		3	20	20	93	93	0	17	20	93	17	1.00
11			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3												
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
11	1		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60
11	2		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60
11	3		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60
11	4		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60
11	5		0.00		10	64	64	98	98	0	17	64	98	17	4.60
12			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3												
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
12	1		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60
12	2		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60
12	3		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60
12	4		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60
12	5		0.00		10	0	0	56	56	0	0	10	56	0	4.60
15			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3												
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86												
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88												
15	1		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00
15	2		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00
15	3		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00
15	4		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00
15	5		0.00		0	2	2	93	93	0	17	2	93	17	1.00

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

230

	Н С	Группа	Шаг планок, м	Пр и-	Проценты истощения несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента, м	
16			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
16	1		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	
16	2		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	
16	3		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	
16	4		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	
16	5		0.00		3	17	17	93	93	0	17	17	93	17	1.00	
27			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
27	1		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00	
27	2		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00	
27	3		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00	
27	4		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00	
27	5		0.00		7	42	42	93	93	0	17	42	93	17	1.00	
30			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
30	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
30	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
30	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
30	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
30	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
31			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
31	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
31	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
31	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
31	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
31	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	
34			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													
			Профиль: 20 х 20 х 3 ; ГОСТ 8509 - 86													
			Сталь: С345; ГОСТ 27772-88													
34	1		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	
34	2		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	
34	3		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	
34	4		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	
34	5		0.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	
Сечение: 5. Уголок параллельно полкам 50 х 50 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм																
Профиль: 50 х 50 х 5, коррозия dTf=1,5 мм, dTw=1,5 мм; ГОСТ 8509 - 86																
Сталь: С345; ГОСТ 27772-88																
Сортамент: Уголок равнополочный. Сокращенный сортамент																
7			Подобрано:4. Уголок параллельно полкам 20 х 20 х 3													

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

6/17-7.17-ТКР-02

Лист

231

Изм. Копуч. Лист № Подп. Дата

Как видно из представленных выше расчетов, исходные значения металлических конструкций, составляющих опоры У110-4+5 полностью удовлетворяют данным нагрузкам, условие жесткости и пространственной неизменяемости выполняется.

3 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТЫ ОПОР ВЛ 110 КВ

Опора У110-4

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-1,58	26,20	-1,58	-22,10
		Qy	0,50	2,58	0,50	2,07
		Qx	-0,560	0	-0,560	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 118,5 тс;
- N выд. = 26,30 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 26,20 тс;
- N выд. = 22,10 тс.

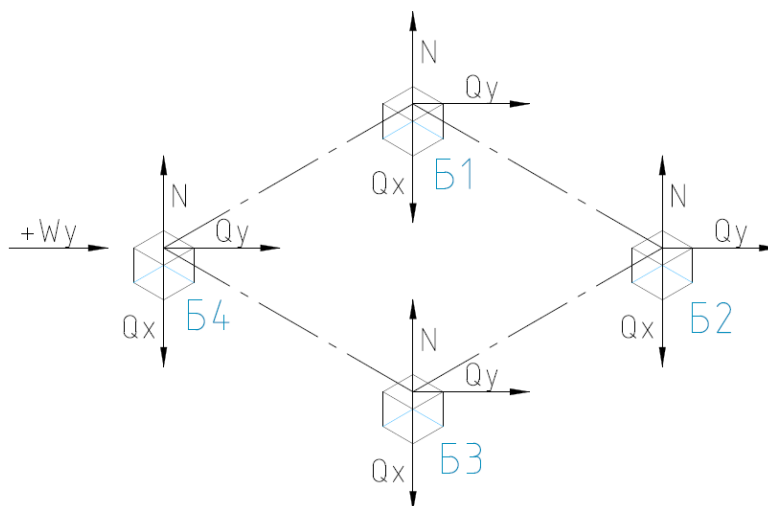


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

Опора У110-2+5

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-1,44	12,50	-1,44	-9,50
		Qy	0,31	1,10	0,31	0,97
		Qx	-0,120	0	-0,120	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 92,31 тс;
- N выд. = 15,42 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 12,50 тс;
- N выд. = 9,50 тс.

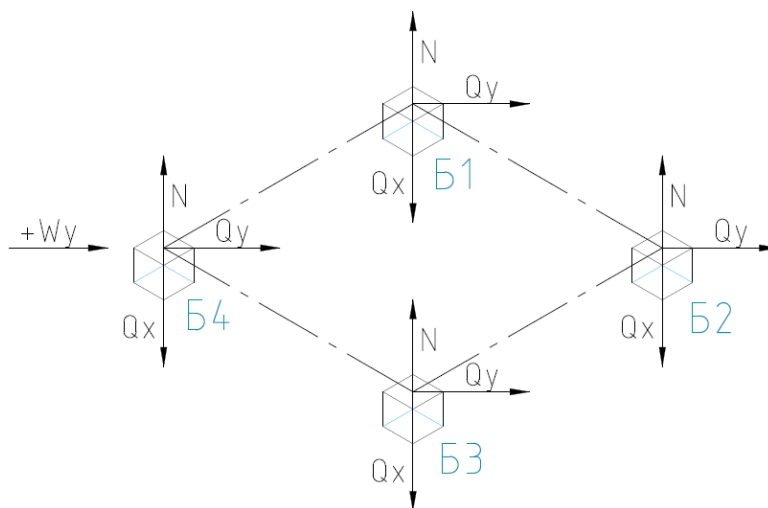


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

Опора П110-4В

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-1,89	27,20	-1,89	-25,00
		Qy	0,69	1,85	0,69	1,56
		Qx	-0,741	0	-0,741	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 152,35 тс;
- N выд. = 31,48 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 27,20 тс;
- N выд. = 25,00 тс.

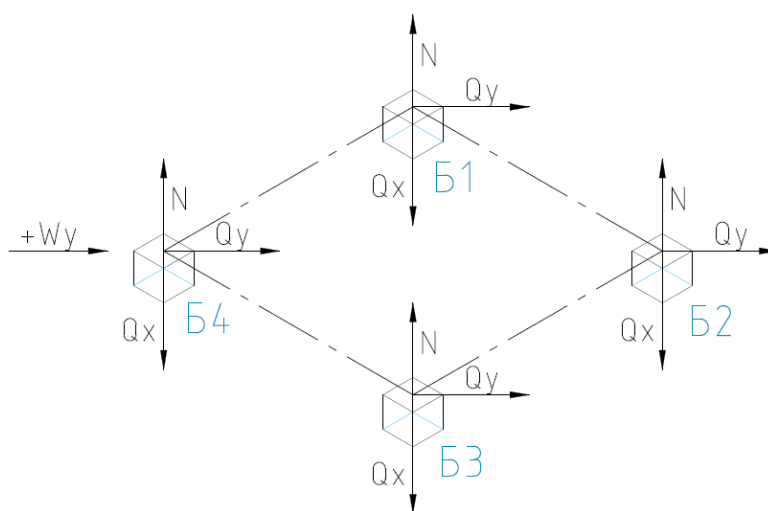


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

Опора П110-4В+4

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-2,05	31,30	-2,05	-29,00
		Qy	0,85	1,96	0,85	1,73
		Qx	-0,852	0	-0,852	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 163,18 тс;
- N выд. = 32,56 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 31,30 тс;
- N выд. = 29,00 тс.

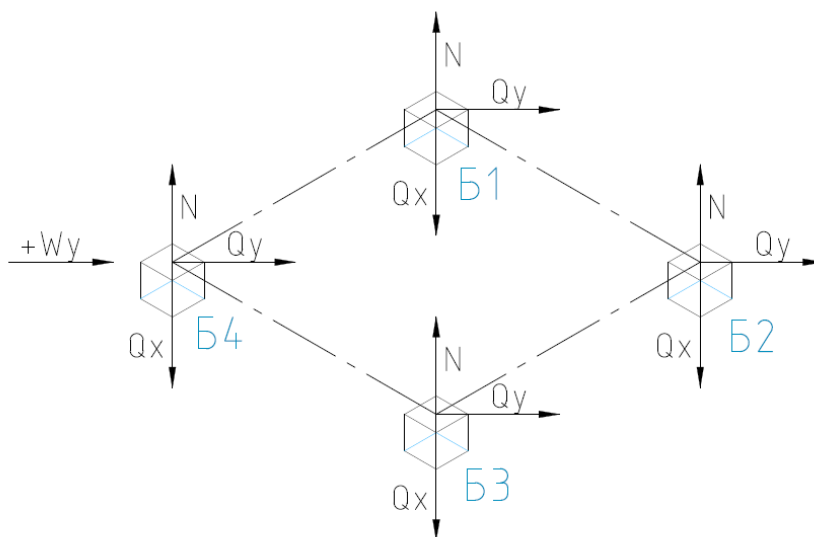


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата

Опора У110-3

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-0,96	10,80	-0,96	-8,80
		Qy	0,42	1,02	0,42	0,99
		Qx	-0,245	0	-0,245	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 78,25 тс;
- N выд. = 22,47 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 10,80 тс;
- N выд. = 8,80 тс.

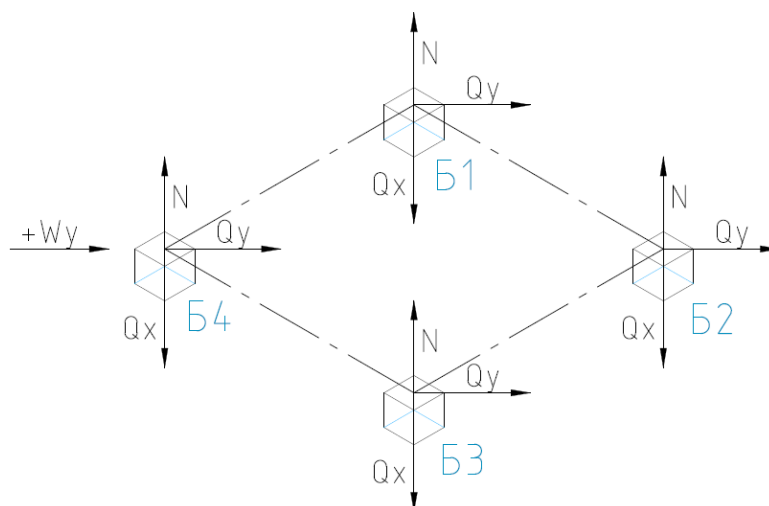


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

237

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Опора У110-4+5

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-0,96	78,80	-0,96	-75,30
		Qy	0,42	1,02	0,42	0,99
		Qx	-0,245	0	-0,245	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 92,34 тс;
- N выд. = 85,12 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 78,80 тс;
- N выд. = 75,30 тс.

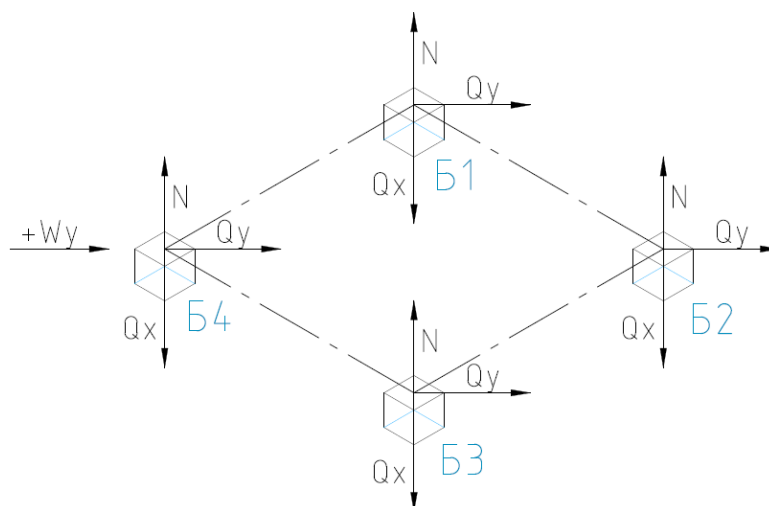


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

238

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Опора П110-6В

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+Wy	N	-1,89	22,80	-1,89	-20,20
		Qy	0,69	1,85	0,69	1,56
		Qx	-0,741	0	-0,741	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 54,78 тс;
- N выд. = 31,48 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 22,80 тс;
- N выд. = 20,20 тс.

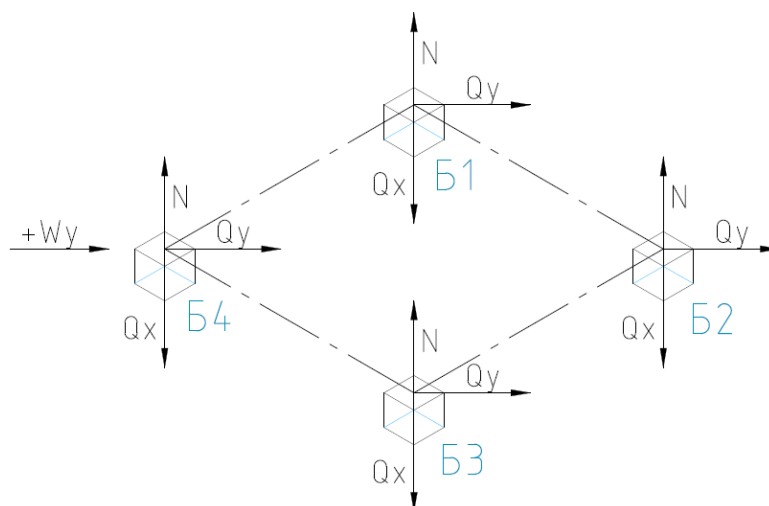


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

239

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Опора УС110-8

На рис 3.1 представлена схема нагрузок на фундамент опоры.

В таблице 3.1 приведена информация по расчетным нагрузкам на фундамент опоры.

Табл. 3.1 – Расчетная нагрузка на фундамент опоры

Сочетание нагрузок		Усилия, тс	Тип базы			
			Б1	Б2	Б3	Б4
Ветер по оси Y	+W _y	N	-0,96	18,50	-0,96	-15,70
		Q _y	0,42	1,02	0,42	0,99
		Q _x	-0,245	0	-0,245	0

Усилия, действующие на фундаменты опоры не превышают предельно допустимые:

- Нсж. = 36,41 тс;
- N выд. = 25,42 тс.

Максимальные усилия, передаваемые на фундамент:

- Нсж. = 18,50 тс;
- N выд. = 15,70 тс.

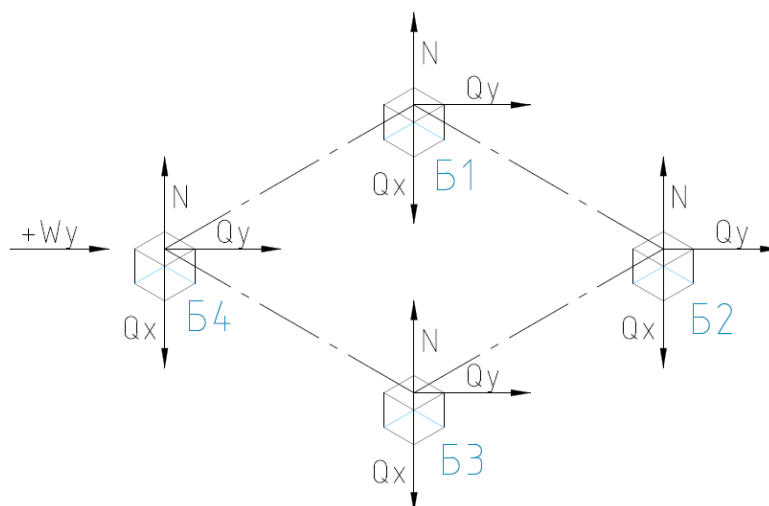


Рис. 3.1 – Схема нагрузок на фундамент опоры

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

6/17-7.17-ТКР-02

240

Изм. Колуч. Лист № Подп. Дата

Проведя все необходимые расчеты конструкций опор можно сделать вывод, что самые неблагоприятные сочетания нагрузок (максимальные вертикальные + горизонтальные нагрузки), от проводов, тросов, ВОК и т.д., а также от суммарных нагрузок от кабелей ВОЛС не являются критичными и не влияют на жесткость и пространственную неизменяемость конструкций металлических опор.

- поясов, раскосов, распорок – ОБЕСПЕЧЕНА;
- деформативность НЕ ПРЕВЫШАЕТ нормативных значений;
- усилия, действующие на фундаменты опор ВЛ-110 кВ НЕ ПРИВЫШАЮТ предельно допустимые.

Подвес ВОЛС на опорах ВЛ-110 кВ ДОПУСКАЕТСЯ.

5 Список литературы

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия

СП 16.13330.2011 Стальные конструкции

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Копуч.	Лист	№	Подп.	Дата	6/17-7.17-ТКР-02			242