



**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ХАНТЫ-МАНСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ-ЮГРА  
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«АКАДЕМПРОЕКТ»**

**Заказчик: «МКУ «Управление организации строительства»»**

**«Строительство полигона накопления снега в г. Губкинский,  
в том числе ПИР»**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Расчет основных конструктивных элементов**

**МК98-2020-КР.РР**

<b>Изм</b>	<b>№ док.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дата</b>
1	171-23		06.23
2	177-23		07.23



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ-ЮГРА  
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«АКАДЕМПРОЕКТ»

Заказчик: «МКУ «Управление организации строительства»»

«Строительство полигона накопления снега в г. Губкинский,  
в том числе ПИР»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Расчет основных конструктивных элементов

МК98-2020-КР.РР

Главный инженер

В.А. Верховод

Главный инженер проекта

А. Г. Карбушев

Изм	№ док.	Подп.	Дата
1	171-23		06.23
2	177-23		07.23

### СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Исходные данные для расчета.....3
- 2. Расчет фундамента основных конструкций.....5
  - 2.1. Перечень применяемых программных комплексов ..... 5
  - 2.2. Результаты расчета сваи под ПМ1 ..... 5
  - 2.3. Результаты расчета сваи под ПМ2 ..... 6
  - 2.4. Результаты расчета сваи под установку сооружений талых вод ПЛЁС ЛОС..... 8
  - 2.5. Результаты расчета сваи под операторную (КПП)..... 10
  - 2.6. Результаты расчета сваи под КТП..... 10
  - 2.7. Результаты расчета емкости V=25м3 на всплытие ..... 10
  - 2.8. Результаты расчета КНС на всплытие..... 11
  - 2.9. Результаты расчета КНС на всплытие..... 12
  - 2.10. Результаты расчета сваи под опоры ВЛ..... 14
- 3. Расчет прожекторной мачты ПМС-24 ..... 16
  - 3.1 Нагрузки ..... 16
  - 3.2 Расчет мачты ПМС-24 ..... 25
- 4. Расчет балки под КТП (поз. 2) ..... 72
- 5. Расчет балки под ПЛЕС (поз. 9) ..... 74
- 6. Расчет балки под Операторную (КПП) ..... 76
- 7. Расчет площадки (балкона) операторной (КПП)..... 78
  - 7.1 Результаты расчета ..... 79
  - 7.2 Анализ результатов конструктивного расчета ..... 88
  - 7.3 Вывод ..... 88
- 8. Лицензия программного продукта ..... 89

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Зеленцов			06.23
Н.контр.		Шершнева			06.23
ГИП		Карбушев			06.23

МК98-2020-КР.РР

Текстовая часть

Стадия	Лист	Листов
П	1	15
ООО «Академпроект»		

## 1. Исходные данные для расчета

Объект в соответствии с СП 131.13330.2016 «Строительная климатология» относится к 1Д климатическому подрайону.

Уровень ответственности – нормальный.

Сейсмическая активность - 5 баллов, согласно СП 14.13330.2014.

Согласно изысканий, основанием свайных фундаментов являются:

*Техногенные отложения (tQIV)*

ИГЭ-1 - Насыпной грунт (песок)

ИГЭ-1а - Насыпной грунт

*Биогенные отложения (bQIV)*

ИГЭ-2 - Торф среднеразложившийся с  $\tau = 0,010-0,015$  МПа

ИГЭ-2а - Торф погребенный сильноразложившийся

*Аллювиальные отложения (aQIII)*

ИГЭ-3 - Супесь пластичная

ИГЭ-3а - Супесь пластичная с примесью органических веществ

ИГЭ-4 - Супесь текучая

ИГЭ-5 - Песок средней крупности водонасыщенный средней плотности

ИГЭ-6 - Песок мелкий средней степени водонасыщения, ниже уровня подземных вод водонасыщенный, средней плотности

ИГЭ-7 - Песок пылеватый средней степени водонасыщения, ниже уровня подземных вод водонасыщенный, средней плотности

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					МК98-2020-КР.РР	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата			



## 2. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТА ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### 2.1. Перечень применяемых программных комплексов

Расчет фундаментов выполнен ПО «Фундаменты» от ООО ПСП «СТРОЙЭКСПЕРТИЗА».

### 2.2. Результаты расчета сваи под ПМ1

Расчет сваи под ПМ1. Свая железобетонная сечением 0.35м.

Расчет велся в программе «Фундамент». Лицензия №2-17-015 от 26.01.2017г.

#### Результаты расчета

Тип сваи  
Висячая забивная

#### Исходные данные:

Сваи и способы их устройства:

Погружение сплошных и полых с закрытым нижним концом свай механическими (подвесными) паровоздушными и дизельными молотами

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Качество	Количество	Толщина слоя, м	Ед.изм.
Слой 1	Насыпной	-	4,54 м	
Слой 2	Глинистый	IL=1	0,9 м	
Слой 3	Глинистый	IL=0,7	3,3 м	
Слой 4	Песчаный	Пылеватые	1,3 м	
Слой 5	Песчаный	Мелкие	1,96 м	

Грунты в основании сваи:

Средней плотности

Насыпной слой грунта:

Результат планировки

Исходные данные для расчета:

Длина сваи 12 м

Диаметр (сторона) сваи 0,35 м

Глубина котлована (hk) 0 м

#### Выводы:

Несущая способность сваи (без учета Gk) (Fd) 53,46 тс

Несущая способность сваи на выдергивание (без Gk) (Fdq) 17,97 тс

Несущая способность грунта в основании сваи 30,99 тс

По боковой поверхности сваи:

Номер слоя	Несущая способность	Ед.измерения

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Слой 1 0 тс  
 Слой 2 0,5 тс  
 Слой 3 4,16 тс  
 Слой 4 5,73 тс  
 Слой 5 12,07 тс

Одиночную сваю по несущей способности грунта основания рассчитываем исходя из условия:

$$N \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_c \cdot \gamma_s}$$

где  $N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании). Для данного расчета сжимающая и нагрузка на отрыв складываются из типового проекта №3.407.9-172 и веса сваи и фундамента:  $N_{сж}/N_{отр.} = 10,49/2,36$  тс;

$F_d$  - несущая способность грунта основания одиночной сваи;

$\gamma_0$  - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения, принимаемый равным 1,0 для сооружений II (нормальный) уровня ответственности;

$\gamma_c$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4 на сжимающую нагрузку, 1,75 на отрыв.

$$\frac{1,0 \times 53,46}{1,0 \times 1,4} = 38,19 \text{ тс};$$

$$10,49 \text{ тс} < 38,19 \text{ тс.}$$

$$\frac{1,0 \times 17,97}{1,0 \times 1,75} = 10,27 \text{ тс};$$

$$2,36 \text{ тс} < 10,27 \text{ тс.}$$

Несущая способность сваи на сжимающую нагрузку достаточна.

### 2.3. Результаты расчета сваи под ПМ2

#### Результаты расчета

Тип сваи  
 Висячая забивная

#### Исходные данные:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					МК98-2020-КР.РР	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		

Сваи и способы их устройства:

Погружение сплошных и полых с закрытым нижним концом свай механическими (подвесными) паровоздушными и дизельными молотами

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Качество	Количество	Толщина слоя, м	Ед.изм.
Слой 1	Насыпной	-	2,89 м	
Слой 2	Песчаный	Мелкие	0,8 м	
Слой 3	Глинистый	IL=0,62	1,3 м	
Слой 4	Песчаный	Мелкие	3,01 м	

Грунты в основании сваи:

Средней плотности

Насыпной слой грунта:

Результат планировки

Исходные данные для расчета:

Длина сваи 8 м

Диаметр (сторона) сваи 0,35 м

Глубина котлована (hk) 0 м

**Выводы:**

Несущая способность сваи (без учета Gk) (Fd) 46,55 тс

Несущая способность сваи на выдергивание (без Gk) (Fdq) 15,68 тс

Несущая способность грунта в основании сваи 26,95 тс

По боковой поверхности сваи:

Номер слоя Несущая способность Ед.измерения

Слой 1 0 тс

Слой 2 2,58 тс

Слой 3 1,64 тс

Слой 4 15,38 тс

Одиночную сваю по несущей способности грунта основания рассчитываем исходя из условия:

$$N \leq \frac{\gamma_1 F_d}{\gamma_2 \gamma_3}$$

где  $N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании). Для данного расчета сжимающая и нагрузка на отрыв складываются из

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
			МК98-2020-КР.РР				
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

типового проекта №3.407.9-172 и веса сваи и фундамента:  $N_{сж}/N_{отр.} = 9,28/3,57$  тс;

$F_d$  - несущая способность грунта основания одиночной сваи;

$\gamma_0$  - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения, принимаемый равным 1,0 для сооружений II (нормальный) уровня ответственности;

$\gamma_k$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4 на сжимающую нагрузку, 1,75 на отрыв.

$$\frac{1,0 \times 46,55}{1,0 \times 1,4} = 33,25 \text{ тс};$$

$$9,28 \text{ тс} < 33,25 \text{ тс.}$$

$$\frac{1,0 \times 15,68}{1,0 \times 1,75} = 8,96 \text{ тс};$$

$$3,57 \text{ тс} < 8,96 \text{ тс.}$$

Несущая способность сваи на сжимающую нагрузку достаточна.

## 2.4. Результаты расчета сваи под установку сооружений талых вод ПЛЁС ЛОС

### Результаты расчета

Тип сваи

Висячая забивная

Металлические сваи из труб

### Исходные данные:

Сваи и способы их устройства:

Погружение сплошных и полых с закрытым нижним концом свай механическими (подвесными) паровоздушными и дизельными молотами

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя    Качество    Количество    Толщина слоя, м    Ед.изм.

Слой 1    Насыпной    -    2,1 м

Слой 2    Песчаный    Мелкие    0,8 м

Слой 3    Глинистый     $I_L=0,62$     1,3 м

Слой 4    Песчаный    Мелкие    3,8 м

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					МК98-2020-КР.РР	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		
							7	

Грунты в основании сваи:  
Средней плотности

Насыпной слой грунта:  
Результат планировки

Исходные данные для расчета:  
Длина сваи 8 м  
Диаметр (сторона) сваи 0,33 м  
Глубина котлована (hk) 0 м  
Металлические сваи из труб

#### Выводы:

Несущая способность сваи (без учета Gk) (Fd) 36,88 тс  
Несущая способность сваи на выдергивание (без Gk) (Fdq) 14,25 тс

Несущая способность грунта в основании сваи 19,07 тс

По боковой поверхности сваи:

Номер слоя	Несущая способность	Ед.измерения
Слой 1	0 тс	
Слой 2	1,88 тс	
Слой 3	1,19 тс	
Слой 4	14,74 тс	

Одиночную сваю по несущей способности грунта основания рассчитываем исходя из условия:

$$N \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_c \gamma_s}$$

где  $N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании). Для данного расчета сжимающая нагрузка складывается из нагрузки на сваю от конструкции площадки под БГ, снеговой нагрузки и веса сваи:  $N_{сж.} = 14,2$  тс.

$F_d$  - несущая способность грунта основания одиночной сваи;

$\gamma_0$  - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения, принимаемый равным 1,0 для сооружений II (нормальный) уровня ответственности;

$\gamma_c$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4 на сжимающую нагрузку.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
			МК98-2020-КР.РР				
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		

$$\frac{1,0 \times 36,88}{1,0 \times 1,4} = 26,34 \text{ тс};$$

$$14,2 \text{ тс} < 26,34 \text{ тс.}$$

Несущая способность сваи на сжимающую нагрузку достаточна.

### 2.5. Результаты расчета сваи под операторную (КПП)

Расчет несущей способности свай под операторную (КПП) определялся по статическому зондированию и составляет 22,3тс.

Для данного расчета сжимающая нагрузка складывается из нагрузки на сваю от здания операторной (КПП), снеговой нагрузки и веса сваи:  $N_{сж.} = 16,37 \text{ тс.}$

$$16,37 \text{ тс} < 22,3 \text{ тс.}$$

Несущая способность сваи на сжимающую нагрузку достаточна.

### 2.6. Результаты расчета сваи под КТП

Расчет несущей способности свай под КТП определялся по статическому зондированию и составляет 18,95тс.

Для данного расчета сжимающая нагрузка складывается из нагрузки на сваю от здания КТП, снеговой нагрузки и веса сваи:  $N_{сж.} = 3,69 \text{ тс.}$

$$16,37 \text{ тс} < 22,3 \text{ тс.}$$

Несущая способность сваи на сжимающую нагрузку достаточна.

### 2.7. Результаты расчета емкости $V=25\text{м}^3$ на всплытие

*Исходные данные*

$\gamma_w =$	1	т/м <sup>3</sup>	— удельный вес воды.
$H_0 =$	1,1	м	— расчетная высота напора воды, отсчитываемая от подошвы подземной части сооружения до максимального уровня подземных вод.
$H_\phi =$	4,92	м	— глубина подошвы фундамента от планировочной отметки
$G_n =$	20,44	т	— удерживающая сила от закрепления свай (15,9 от бшт) с учетом собственного веса (4,54т от бшт)
$G_e =$	4,22	т	— удерживающая сила от веса ёмкости
$V_e =$	25	м <sup>3</sup>	— наружный объем подземной емкости
$\gamma_z =$	1,75	т/м <sup>3</sup>	— удельный вес грунта (обратная засыпка)

Инв. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №			
			Изм.	Кол.уч	Лист

G <sub>г</sub> =	60,9	т	— вес грунта над емкостью (2,4*5,8*2,5*1,75)
A=	13,92	м2	— площадь подземной части сооружения, м2 (5,8*2,4)

Масса фундамента:

$$G_{\text{ф}}=0,696\text{т}$$

$\sum G_{\text{стб};\text{с}}$  сумма нормативных значений постоянных вертикальных удерживающих нагрузок, включая собственный вес несущих конструкций сооружения

#### Согласно СП 22.13330.2016:

9.31 При размещении подземной части сооружения ниже уровня подземных вод в водонасыщенных грунтах должна быть обеспечена устойчивость сооружения против всплытия. Устойчивость против всплытия обеспечена, если выполняется следующее условие

$\gamma_{\text{ф}1} = 0,9$ ,  $\gamma_{\text{ф}2} = 0,85$ ,  $\gamma_{\text{ф}3} = 0,65$  — коэффициенты надежности по нагрузке.

$$\gamma_{\text{в}} H_0 A \leq \gamma_{\text{ф}1} \sum G_{\text{стб};\text{с}} + \gamma_{\text{ф}2} \sum G_{\text{стб};\text{л}} + \gamma_{\text{ф}3} \sum R_{\text{стб}}, (9.18)$$

$$\gamma_{\text{в}} H_0 A = 1 * 1,1 * 13,92 = 15,31 \text{ т}$$

$$\gamma_{\text{ф}1} \sum G_{\text{стб};\text{с}} + \gamma_{\text{ф}2} \sum G_{\text{стб};\text{л}} + \gamma_{\text{ф}3} \sum R_{\text{стб}} = 0,9 * (20,44 + 0,696 + 4,22) + 0,85 * 60,9 = 74,585$$

$$15,31 < 74,585$$

#### Вывод

Условие выполняется. Устойчивость против всплытия ёмкости обеспечена.

## 2.8. Результаты расчета КНС на всплытие

#### Исходные данные

$\gamma_{\text{в}} =$	1	т/м <sup>3</sup>	— удельный вес воды.
$H_0 =$	3,42	м	— расчетная высота напора воды, отсчитываемая от подошвы подземной части сооружения до максимального уровня подземных вод.
$H_{\text{ф}} =$	4,50	м	— глубина подошвы фундамента от планировочной отметки
$a =$	2,5	м	— ширина фундамента под резервуаром.
$b =$	2,5	м	— длина фундамента под резервуаром.
$c =$	0,5	м	— толщина фундамента под резервуаром.
$\gamma_{\text{ф}} =$	2,50	т/м <sup>3</sup>	— удельный вес фундамента (бетона)
$G_{\text{н}} =$	5,3	т	— удерживающая сила от пригруза.
$G_{\text{е}} =$	1,4	т	— удерживающая сила от веса КНС
$V_{\text{е}} =$	8,04	м <sup>3</sup>	— наружный объем подземной КНС
$\gamma_{\text{г}} =$	1,80	т/м <sup>3</sup>	— удельный вес грунта (обратная засыпка)
$A =$	6,25	м2	— площадь подземной части сооружения, м2 (2,5*2,5)
$V =$	3.125	м3	— объем фундамента под резервуаром:

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

Масса фундамента:

$$G_f = 2,5 \times 2,5 \times 2,5 \times 0,5 = 7,8125 \text{ т}$$

$\sum G_{stb;c}$  сумма нормативных значений постоянных вертикальных удерживающих нагрузок, включая собственный вес несущих конструкций сооружения

**Согласно СП 22.13330.2011:**

9.31 При размещении подземной части сооружения ниже уровня подземных вод в водонасыщенных грунтах должна быть обеспечена устойчивость сооружения против всплытия. Устойчивость против всплытия обеспечена, если выполняется следующее условие

$\gamma_{f1} = 0,9, \gamma_{f2} = 0,85, \gamma_{f3} = 0,65$  — коэффициенты надежности по нагрузке.

$$\gamma_w H_0 A \leq \gamma_{f1} \sum G_{stb;c} + \gamma_{f2} \sum G_{stb;l} + \gamma_{f3} \sum R_{stb}, \quad (9.18)$$

$$\gamma_w H_0 A = 1 \times 3,42 \times 6,25 = 21,37 \text{ т}$$

$$\gamma_{f1} \sum G_{stb;c} + \gamma_{f2} \sum G_{stb;l} + \gamma_{f3} \sum R_{stb} = 0,9 \times (5,3 + 1,4 + 7,8) + 0,85 \times (4,24 \times 3,5 \times 1,8) = 35,75$$

$$21,55 < 35,75$$

**Вывод**

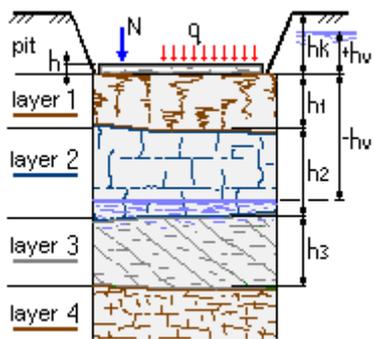
Условие выполняется. Устойчивость против всплытия ёмкости обеспечена

**2.9. Результаты расчета КНС на всплытие**

**Результаты расчета**

Расчет осадки фундаментной плиты

**Исходные данные:**



Количество слоев 1

Характеристики грунта:

Номер слоя	Тип грунта	Модуль E	Ед. изм.
------------	------------	----------	----------

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

Слой 1	Песчаный	3125	тс/м2
--------	----------	------	-------

Исходные данные для расчета:

Прямоугольная плита

Наименование исходных данных	Величина	Ед. измерения
Длина вдоль Y	8	м
Ширина вдоль X	6	м
Толщина плиты	0,14	м

Данные для вычисления расчетного сопротивления грунта:

Объемный вес 1,71 тс/м3

Угол внутр. трения 38 °

Сцепление 0 тс/м2

Условия работы конструкции:

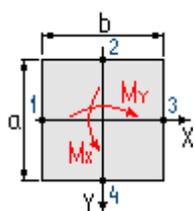
Глубина котлована (hk) 0 м

Расстояние до грунтовых вод (hv) -4.33 м

Распределенная нагрузка P= 0,489 тс/м2

Нагрузка на грунт q= 0 тс/м2

**Выводы:**



Осадка фундаментной плиты 0,59 мм

Условная глубина сжимаемой толщи 3 м

Крен плиты вдоль оси X 0

Крен плиты вдоль оси Y 0

Примененная схема: линейно-деформируемого полупространства. E<sub>mid</sub>= 3125 тс/м2

Давление под подошвой P= 0,84 тс/м2 не превышает расчетное сопротивление 1 слоя, равное 23,81 тс/м2

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			
			Изм.	Кол.уч	Лист

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

## 2.10. Результаты расчета свай под опоры ВЛ

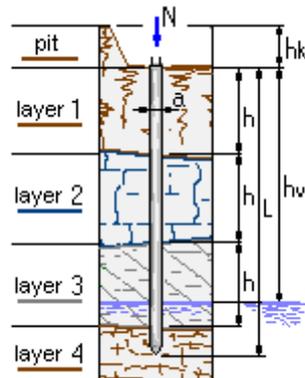
### Результаты расчета

Тип сваи

Висячая забивная

Металлические сваи из труб

### Исходные данные:



Сваи и способы их устройства:

Погружение сплошных и полых с закрытым нижним концом свай механическими (подвесными)

паровоздушными и дизельными молотами

### Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Качество	Количество	Толщина слоя, м	Ед.изм.
Слой 1	Насыпной	-	1	м
Слой 2	Глинистый	IL=1,3	2	м
Слой 3	Глинистый	IL=0,7	6	м

Насыпной слой грунта:

Результат планировки

Исходные данные для расчета:

Длина сваи 9 м

Диаметр (сторона) сваи 0,22 м

Глубина котлована (hk) 0 м

Металлические сваи из труб

### Выводы:

Несущая способность сваи (без учета Gk) (Fd) 11,33 тс

Несущая способность сваи на выдергивание (без Gk) (Fdq) 6,05 тс

Несущая способность грунта в основании сваи 3,76 тс

По боковой поверхности сваи:

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

Номер слоя	Несущая способность	Ед.измерения
Слой 1	0	тс
Слой 2	0,14	тс
Слой 3	7,43	тс

Одиночную сваю по несущей способности грунта основания рассчитываем исходя из условия:

$$N \leq \frac{\gamma_0 \gamma_n \gamma_k F_d}{\gamma_s \gamma_r}$$

где  $N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании). Для данного расчета сжимающая и нагрузка на отрыв складываются из типового проекта №4.0639 и веса сваи:  $N_{сж}/N_{отр.} = 5,96/2,89$  тс;

$F_d$  - несущая способность грунта основания одиночной сваи;

$\gamma_0$  - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению (ответственности) сооружения, принимаемый равным 1,0 для сооружений II (нормальный) уровня ответственности;

$\gamma_k$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4 на сжимающую нагрузку, 1,75 на отрыв.

$$\frac{1,0 \times 11,33}{1,0 \times 1,4} = 8,09 \text{ тс};$$

$$5,96 \text{ тс} < 8,09 \text{ тс}.$$

$$\frac{1,0 \times 6,05}{1,0 \times 1,75} = 3,46 \text{ тс};$$

$$2,89 \text{ тс} < 3,46 \text{ тс}.$$

Несущая способность сваи на сжимающую нагрузку и на отрыв достаточна.

**Расчет влияния забивки свай под опору ВЛ на существующие опоры**

Программа расчета оснований и фундаментов. "СтройЭкспертиза", Россия, г.Тула, тел.(4872) 30-45-48

Результаты расчета

Расчет деформаций при устройстве свай и шпунта вблизи существующих зданий

**Исходные данные:**

Тип элемента и способ погружения: Забивка свай или шпунта

Вес молота 2,5 тс

Характеристики грунта: Суглинки и глины

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	МК98-2020-КР.РР	Лист
							14



Расчетная нагрузка от площадки обслуживания и прожекторов на высоте 24,0 м

$$Q_{пл} = 5 \text{ кН}$$

Нагрузку от площадки обслуживания прикладываем в виде сосредоточенных сил в точках крепления площадки.

$$F_{пл} = \frac{Q_{пл}}{4} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ кН}$$

где 4 – количество точек крепления.

**Нагружение №2. Временная нагрузка (нагрузка на площадке обслуживания).**

Расчетная нагрузка от людей и материалов на каждую точку крепления площадки обслуживания составит

$$F_n = \frac{p_n^H \cdot \gamma_t \cdot A}{4} = \frac{1,5 \cdot 1,2 \cdot 4,51}{4} = 2,03 \text{ кН}$$

где  $p_n^H = 1,5 \text{ кПа}$  – нормативная нагрузка от веса людей и материалов, принимаемая в соответствии с п. 8.2.1 и табл. 8.3 СП 20.13330.2011;

$\gamma_t = 1,2$  – коэффициент надежности по нагрузке;

$A = 4,51 \text{ м}^2$  – площадь площадки обслуживания;

4 – количество точек крепления.

**Нагружение №3. Временная нагрузка (снеговая нагрузка на площадке обслуживания).**

Расчетная снеговая нагрузка на каждую точку крепления площадки обслуживания

$$F_{сн} = \frac{s_g \cdot \mu \cdot A}{4} = \frac{3,2 \cdot 1 \cdot 4,51}{4} = 3,6 \text{ кН}$$

где  $s_g = 3,2 \text{ кПа}$  – расчетное значение веса снегового покрова для V района согласно п. 10.1 и табл. 10.1 СП 20.13330.2011;

$\mu = 1$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	МК98-2020-КР.РР	Лист
							16

**Нагрузка №4. Временная нагрузка (гололедная нагрузка).**

Нормативное значение поверхностной гололедной нагрузки определяем в соответствии с п.12.1 СП 20.13330.2011 по формуле

$$i' = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g = 10 \cdot 1,34 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 9,81 = 71,0 \text{ Па} = 0,07 \text{ кПа}$$

где  $b = 10 \text{ мм}$  – толщина стенки гололеда, определяемая по табл. 12.1 СП 20.13330.2011;

$k = 1,34$  – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда по высоте и принимаемый по табл. 12.3 СП 20.13330.2011;

$\mu_2 = 0,6$  – коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженной обледенению, к полной площади поверхности элемента;

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

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 \text{ – ускорение свободного падения.}$$

Расчетное значение поверхностной гололедной нагрузки

$$i'_p = i' \cdot \gamma_t = 0,07 \cdot 1,3 = 0,091 \text{ кПа}$$

где  $\gamma_t = 1,3$  – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый в соответствии с п. 12.5 СП 20.13330.2011.

Расчетная погонная нагрузка на элементы прожекторной мачты из уголков:

$$80 \times 80 \times 6 - q_{80 \times 6} = i'_p \cdot u_{80 \times 6} = 0,091 \cdot 0,32 = 0,029 \text{ кН/м}$$

$$70 \times 70 \times 6 - q_{70 \times 6} = i'_p \cdot u_{70 \times 6} = 0,091 \cdot 0,28 = 0,025 \text{ кН/м}$$

$$63 \times 63 \times 5 - q_{63 \times 5} = i'_p \cdot u_{63 \times 5} = 0,091 \cdot 0,252 = 0,023 \text{ кН/м}$$

$$56 \times 56 \times 5 - q_{56 \times 5} = i'_p \cdot u_{56 \times 5} = 0,091 \cdot 0,224 = 0,020 \text{ кН/м}$$

$$50 \times 50 \times 5 - q_{50 \times 5} = i'_p \cdot u_{50 \times 5} = 0,091 \cdot 0,2 = 0,018 \text{ кН/м}$$

$$45 \times 45 \times 4 - q_{45 \times 4} = i'_p \cdot u_{45 \times 4} = 0,091 \cdot 0,18 = 0,016 \text{ кН/м}$$

$$40 \times 40 \times 4 - q_{40 \times 4} = i'_p \cdot u_{40 \times 4} = 0,091 \cdot 0,16 = 0,015 \text{ кН/м}$$

$$36 \times 36 \times 4 - q_{36 \times 4} = i'_p \cdot u_{36 \times 4} = 0,091 \cdot 0,144 = 0,013 \text{ кН/м}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.

Нормативное значение линейной гололедной нагрузки на молниеприемник определяем в соответствии с п. 12.2 СП 20.13330.2011 по формуле

$$i = \pi \cdot b \cdot k \cdot \mu_1 \cdot (d + b \cdot k \cdot \mu_1) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} =$$

$$= 3,14 \cdot 10 \cdot 1,42 \cdot 0,79 \cdot (24 + 5 \cdot 1,42 \cdot 0,79) \cdot 0,9 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 9,2 \text{ Н/м} = 0,009 \text{ кН/м}$$

где  $d = 24 \text{ мм}$  – диаметр молниеотвода;

$k = 1,42$  – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололеда

по высоте и принимаемый по табл. 12.3 СП 20.13330.2011;

$\mu_1 = 0,79$  – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки

гололеда в зависимости от диаметра элементов кругового сечения и определяемый по табл. 12.4 СП 20.13330.2011.

Расчетное значение линейной гололедной нагрузки на молниеприемник

$$i_p = i \cdot \gamma_t = 0,009 \cdot 1,3 = 0,012 \text{ кН/м}$$

где  $\gamma_t = 1,3$  - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый в

соответствии с п. 12.5 СП 20.13330.2011.

**Нагружение №5. Кратковременная нагрузка (ветровая нагрузка).**

Расчетное значение ветрового давления для I ветрового района

$$w_0 = 0,23 \text{ кПа}.$$

Среднюю составляющую ветровой нагрузки определяем в соответствии с

п.11.1.3 СП 20.13330.2011 по формуле:

$$w = w_0 \cdot k(z) \cdot c$$

Для определения коэффициентов изменения ветрового давления и аэродинамических коэффициентов разбиваем прожекторную мачту на 4 участка.

Схемы распределения ветровой нагрузки по высоте представлены на

рисунке 2.

Для решетчатых конструкций прожекторной мачты аэродинамические

коэффициенты определяем в соответствии с указаниями приложения Д.1.14 СП 20.13330.2011 по формуле

$$c_f = c_x \cdot (1 + \eta) \cdot k_1$$

$$\text{где } c_x = \frac{1}{A_k} \cdot \sum c_{xi} \cdot A_i \text{ – аэродинамический коэффициент, определяемый в}$$

соответствии с указаниями приложения Д.1.14 СП 20.13330.2011;

Инд. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	МК98-2020-КР.РР	Лист
							18

$c_{xi} = 2,0$  и  $c_{xi} = 1,2$  – аэродинамические коэффициенты для элементов прожекторной мачты из прокатных профилей и молниеприемника кругового сечения соответственно;

$A_i$  – площадь проекции i-го элемента конструкции;

$A_k$  – площадь, ограниченная наружным контуром конструкции;

$\eta$  – величина, определяемая в соответствии с указаниями к схеме 16 приложения 4 СНиП 2.01.07-85\*;

$k_1$  – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицей Д.9 приложения Д.1.14 СП 20.13330.2011.

Результаты определения ветровых нагрузок на элементы мачты при действии ветра вдоль грани мачты представлены в таблице 1.

Результаты определения ветровых нагрузок на элементы мачты при действии ветра по диагонали мачты представлены в таблице 2.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

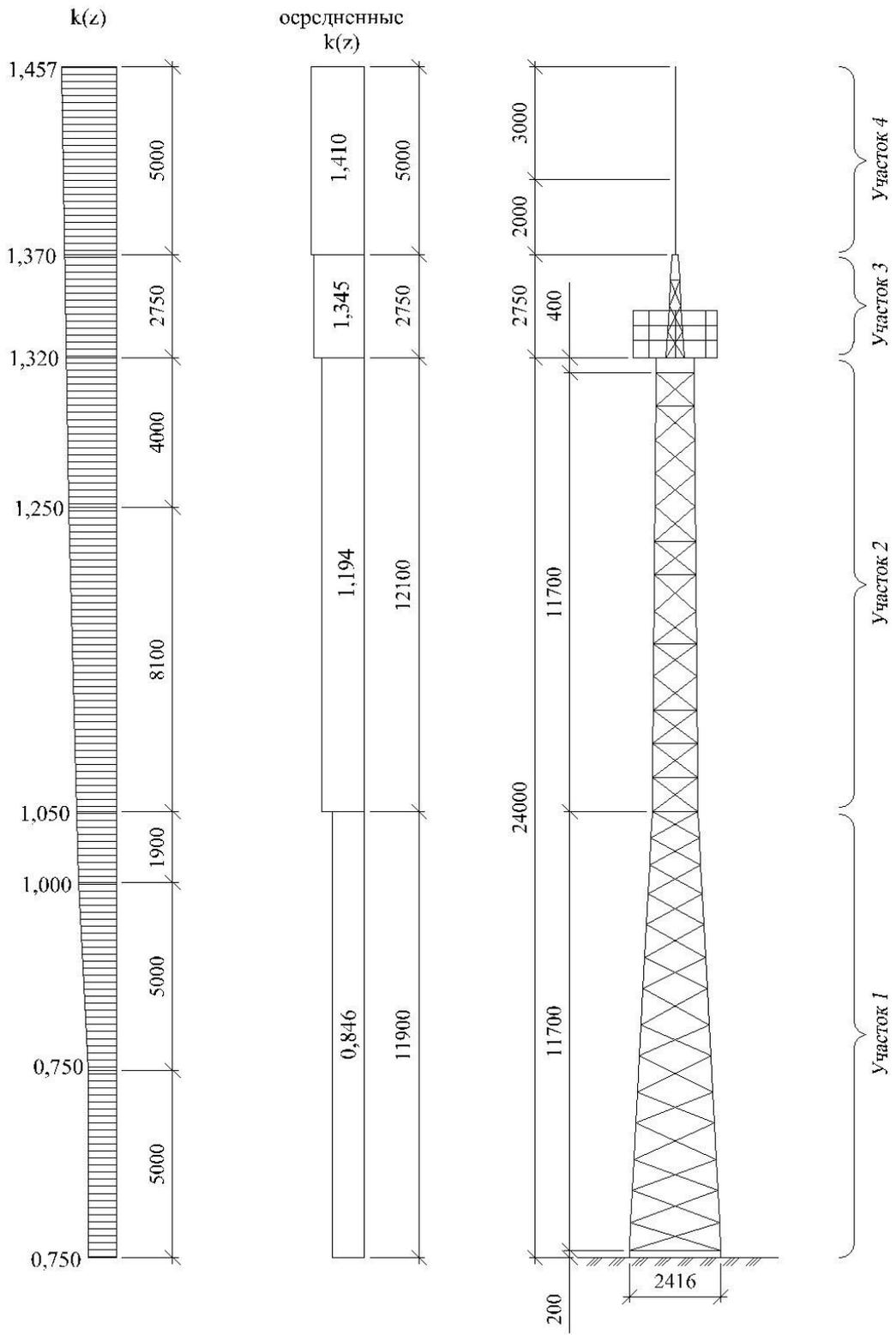


Рисунок 1

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Таблица 1

№ участка	Ширина профиля, мм	Длина профиля, мм	Количество	$A_{i2}, M^2$	$\sum A_{i2}, M^2$	$A_{k2}, M^2$	$c_{xi}$	$c_{xi} A_{i2}$	$\sum c_{xi} A_{i2}$	$\varphi$	$c_x$	$\eta$	$k_1$	$c_r$	$k(z)_i$	$W_{02}$ кПа	$q_{wi2}$ кН/м
1	80	11716	2	1,87	4,67	23,09	2,0	3,74	9,34	0,2	0,40	0,81	1,0	0,72	0,846	0,23	0,011
	63	2416	1	0,15				0,30									0,009
	56	2488	2	0,28				0,56									0,008
	56	2453	2	0,27				0,54									0,008
	50	2358	2	0,24				0,48									0,007
	50	2324	2	0,23				0,46									0,007
	50	2184	2	0,22				0,44									0,007
	50	2156	2	0,22				0,44									0,007
	45	2013	2	0,18				0,36									0,006
	45	1991	2	0,18				0,36									0,006
	45	1845	2	0,17				0,34									0,006
	45	1784	2	0,16				0,32									0,006
	40	1690	2	0,14				0,28									0,006
	40	1586	2	0,13				0,26									0,006
	40	1501	2	0,12				0,24									0,006
40	1420	2	0,11	0,22	0,006												
2	70	12101	2	1,69	3,74	14,16	2,0	3,38	7,48	0,26	0,53	0,71	1,0	0,91	1,194	0,23	0,017
	50	1200	1	0,06				0,12									0,012
	45	1494	2	0,13				0,26									0,011
	45	1185	1	0,05				0,1									0,011
	45	1482	2	0,13				0,26									0,011
	63	1170	1	0,07				0,14									0,016
	40	1470	2	0,12				0,24									0,010
	63	1155	1	0,07				0,14									0,016
	40	1462	2	0,12				0,24									0,010
	40	1420	2	0,11				0,22									0,010
	40	1420	2	0,11				0,22									0,010
	40	1466	2	0,12				0,24									0,010

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

70	1096	1	0,08	0,16	0,17
40	1412	2	0,11	0,22	0,10
70	1081	1	0,08	0,16	0,17
40	1421	2	0,11	0,22	0,10
40	1371	2	0,11	0,22	0,10
40	1371	2	0,11	0,22	0,10
40	1372	2	0,11	0,22	0,10
70	1022	1	0,07	0,14	0,17
40	1357	2	0,11	0,22	0,10
70	1007	1	0,07	0,14	0,17
50	2756	2	0,28	0,56	0,21
35	500	1	0,02	0,04	0,15
35	816	2	0,06	0,12	0,15
35	772	2	0,05	0,10	0,15
35	735	2	0,05	0,10	0,15
35	236	1	0,01	0,02	0,15
4	24	5000	1	0,47	0,23
3				0,89	0,23
				2,0	
				0,94	
				0,53	
				1,06	
				0,27	
				1,0	
				1,35	
				1,345	
				1,2	
				1,41	
				0,23	

МК98-2020-КР.РР

Таблица 2

№ участка	Ширина профиля, мм	Длина профиля, мм	Количество	$A_i, M^2$	$\sum A_i, M^2$	$A_k, M^2$	$c_{xi}$	$c_{xi}A_i$	$\sum c_{xi}A_i$	$\varphi$	$c_x$	$\eta$	$k_1$	$c_r$	$k(z)_i$	$W_0, \kappaПа$	$q_{wi}, \kappaН/м$
1	80	11716	2	1,87	4,67	23,09	2,0	3,74	9,34	0,2	0,40	0,81	1,2	0,72	0,846	0,163	0,009
	63	2416	1	0,15				0,008									
	56	2488	2	0,28				0,007									
	56	2453	2	0,27				0,007									
	50	2358	2	0,24				0,006									
	50	2324	2	0,23				0,006									
	50	2184	2	0,22				0,006									
	50	2156	2	0,22				0,006									
	45	2013	2	0,18				0,005									
	45	1991	2	0,18				0,005									
	45	1845	2	0,17				0,005									
	45	1784	2	0,16				0,005									
	40	1690	2	0,14				0,005									
	40	1586	2	0,13				0,005									
	40	1501	2	0,12				0,005									
	40	1420	2	0,11				0,005									
2	70	12101	2	1,69	3,74	14,16	2,0	3,38	7,48	0,26	0,53	0,71	1,2	0,91	1,194	0,163	0,014
	50	1200	1	0,06				0,010									
	45	1494	2	0,13				0,009									
	45	1185	1	0,05				0,009									
	45	1482	2	0,13				0,009									
	63	1170	1	0,07				0,014									
	40	1470	2	0,12				0,008									
	63	1155	1	0,07				0,014									
	40	1462	2	0,12				0,008									
	40	1420	2	0,11				0,008									
	40	1420	2	0,11				0,008									
	40	1466	2	0,12				0,008									
70	1096	1	0,08	0,014													
	40	1412	2	0,11	0,47	0,89	2,0	0,22	0,94	0,53	1,06	0,27	1,2	1,35	1,345	0,163	0,008
	70	1081	1	0,08				0,014									
	40	1421	2	0,11				0,008									
	40	1371	2	0,11				0,008									
	40	1371	2	0,11				0,008									
	40	1372	2	0,11				0,008									
	70	1022	1	0,07				0,014									
	40	1357	2	0,11				0,008									
	70	1007	1	0,07				0,014									
	50	2756	2	0,28				0,018									
3	35	500	1	0,02	0,47	0,89	2,0	0,04	0,94	0,53	1,06	0,27	1,2	1,35	1,345	0,163	0,013
	35	816	2	0,06				0,013									
	35	772	2	0,05				0,013									
	35	735	2	0,05				0,013									
	35	236	1	0,01				0,013									
4	24	5000	1											1,2	1,41	0,163	0,008

**Нагрузки №13...20. Пульсационные составляющие ветровой нагрузки.**

Согласно п. 11.1.2 СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» значение ветровой нагрузки следует определять как сумму средней и пульсационной составляющих. Определение пульсационных нагрузок выполнено при помощи программного комплекса Ing+. Перед расчетом пульсационных составляющих ветровой нагрузки был проведен расчет на собственные колебания. При этом были заданы статические нагрузки, состоящие из приложенных к элементам системы расчетных значений средних составляющих ветровой нагрузки. Результаты расчета приведены в приложении А. Результатом расчета пульсационных составляющих ветровой нагрузки являются узловые нагрузки, записанные в несколько различных нагрузений №7 и №8 (каждое нагружение соответствует нагрузкам от одной формы колебаний).

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

### 3.2 Расчет мачты ПМС-24

Расчет каркаса здания выполнен с использованием программного комплекса Ing+ (сертификат соответствия № РОСС RU.СП15.Н00840 от 10.06.2015 – 09.06.2017). Расчет производится в следующем порядке

- расчет собственных колебаний системы с определением частот форм собственных колебаний;
- определение предельной частоты собственных колебаний систем  $f_1$ ;
- определение пульсационной составляющей ветровой нагрузки;
- статический расчет системы;
- формирование расчетных сочетаний усилий;
- определение напряжений в сечениях элементов;
- проверка (подбор) сечений элементов.

Результаты расчета здания приведены в приложении А. Марка стали металлопроката в расчете принималась С345-3 ГОСТ 27772-88. Условия прочности и устойчивости для предварительно принятых сечений элементов выполняются.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

## Приложение А

## Результаты расчета

Обозн. проекта		<b>MicroFe</b>	<b>2014</b>
FE-модель	<b>pms-24_00</b>		Дата <b>24.05.16</b>
Обозн. модели			

ПРОТОКОЛ ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (MicroFe 2014 (x64) -12092012/12092012)

--Характеристики системы

Элементы	Узлы	Уравнения	Жесткости	Требуемая память
454	550	3300	115412	901 Kbyte

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ:

Опции для расчета	Актуально
Оптимизация узлов	Да
Проверка требуемого места на диске	Да
Прерывание для подвижных систем	Да
Выдача промежуточных результатов при превышении максимального количества итераций	Да
Согласованные массы	Да

Собственных значений : 20

--Место в памяти

Рабочая память	Требуется	Доступно
Маленький решатель	4222 Kbyte	да

Место на диске	Требуется	Доступно	Дисковод:	Путь
Результаты	1217 Kbyte	61 Gbyte	"d:\расчеты\расче..."	

--Обработка структуры : 1 сек

--Итерации подпространства

\*\* Внимание

MAX Диагональный элемент	MIN Диагональный элемент	Отношение
5.00E+010	8.45E-001	5.92E+010
156 3	106 6	

Итерация	Время счета сек	Заданная точность	Актуальная точность
1	1	1.0000e-006	1.0000e+000
2	0	1.0000e-006	2.0624e+000
3	0	1.0000e-006	1.3740e+000
4	0	1.0000e-006	4.9130e-001
5	0	1.0000e-006	3.8603e-001
6	0	1.0000e-006	3.8954e-001
7	0	1.0000e-006	1.0969e-001
8	0	1.0000e-006	1.6747e-001
9	0	1.0000e-006	7.8209e-002
10	0	1.0000e-006	7.6763e-003
11	0	1.0000e-006	3.3929e-003
12	0	1.0000e-006	2.6911e-003
13	0	1.0000e-006	2.6391e-003
14	0	1.0000e-006	2.4177e-003
15	0	1.0000e-006	2.5292e-003
16	0	1.0000e-006	1.6542e-003
17	0	1.0000e-006	1.1052e-003
18	0	1.0000e-006	9.0333e-004
19	0	1.0000e-006	7.6199e-004
20	0	1.0000e-006	6.5566e-004
21	0	1.0000e-006	6.3521e-004
22	0	1.0000e-006	6.8981e-004
23	0	1.0000e-006	8.3935e-004
24	0	1.0000e-006	8.6203e-004
25	0	1.0000e-006	4.9072e-004
26	0	1.0000e-006	2.6483e-004

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 1

mb\viewer\AMM\2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. № подл.	Взам. инв. №
Подл. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

МК98-2020-КР.РР

Лист

25

Обозн. проекта	<b>MicroFe</b>	<b>2014</b>
FE-модель	<b>pms-24_00</b>	Дата <b>24.05.16</b>
Обозн. модели		

Итерация	Время счета сек	Заданная точность	Актуальная точность
27	0	1.0000e-006	2.2631e-004
28	0	1.0000e-006	1.9951e-004
29	0	1.0000e-006	1.7989e-004
30	0	1.0000e-006	1.6197e-004
31	0	1.0000e-006	1.4556e-004
32	1	1.0000e-006	1.3055e-004
33	0	1.0000e-006	1.1682e-004
34	0	1.0000e-006	1.0427e-004
35	0	1.0000e-006	9.2808e-005
36	0	1.0000e-006	8.2380e-005
37	0	1.0000e-006	7.2926e-005
38	0	1.0000e-006	6.4394e-005
39	0	1.0000e-006	5.6737e-005
40	0	1.0000e-006	4.9905e-005
41	0	1.0000e-006	4.3845e-005
42	0	1.0000e-006	3.8498e-005
43	0	1.0000e-006	3.3802e-005
44	0	1.0000e-006	2.9695e-005
45	0	1.0000e-006	2.6112e-005
46	0	1.0000e-006	2.2992e-005
47	0	1.0000e-006	2.0279e-005
48	0	1.0000e-006	1.7921e-005
49	0	1.0000e-006	1.5873e-005
50	0	1.0000e-006	1.4096e-005
51	0	1.0000e-006	1.2557e-005
52	0	1.0000e-006	1.1228e-005
53	0	1.0000e-006	1.0087e-005
54	0	1.0000e-006	9.1156e-006
55	0	1.0000e-006	8.2970e-006
56	0	1.0000e-006	7.6133e-006
57	0	1.0000e-006	7.0414e-006
58	0	1.0000e-006	6.5472e-006
59	0	1.0000e-006	6.0832e-006
60	0	1.0000e-006	5.5912e-006
61	0	1.0000e-006	5.0194e-006
62	0	1.0000e-006	4.3475e-006
63	0	1.0000e-006	3.6047e-006
64	0	1.0000e-006	2.8594e-006
65	0	1.0000e-006	2.2904e-006
66	0	1.0000e-006	1.9029e-006
67	0	1.0000e-006	1.5763e-006
68	0	1.0000e-006	1.3099e-006
69	1	1.0000e-006	1.0960e-006
70	0	1.0000e-006	9.2454e-007

--Проверка полноты собственных значений (проверка по Штурму)

\*\* Внимание

МАХ Диагональный элемент	MIN Диагональный элемент	Отношение
5.00E+010	3.41E-001	1.46E+011
156.3	105.5	

Комбинация	Время счета сек	Предел	Количество СобствЗнач (тест)	Количество СобствЗнач (найдено)
	0	9.733630e+003	20	20

--Полная масса (эффективная)

**mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern** Стр. **2**

Изм. Кол.уч Лист № док Подпись Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

mb/Ученый MBMB 2014. Copyright 2013. mb/AEC Software GmbH

Обозн. проекта	MicroFe	2014
FE-модель	pms-24_00	Дата 24.05.16
Обозн. модели		

Mx	My	Mz	Rmx	Rmy	Rnz
	[t]			[tm~2]	
1.82e+000	1.82e+000	1.82e+000	1.04e-002	1.01e-002	1.03e-002

--Нагрузка / Опорные реакции

Н/Ф	Rx / Ax	Ry / Ay	Rz / Az
	[Kn]	[Kn]	[Kn]
1	-0.20 / 0.20	2.30 / -2.30	-0.01 / 0.01
2	2.31 / -2.31	0.20 / -0.20	-0.00 / 0.00
3	171.63 / -171.63	18.54 / -18.54	0.01 / -0.01
4	-18.57 / 18.57	171.81 / -171.81	0.13 / -0.13
5	3.82 / -3.82	-45.66 / 45.66	-11.69 / 11.69
6	-51.18 / 51.18	-3.55 / 3.55	-0.50 / 0.50
7	-12.65 / 12.65	-384.35 / 384.35	431.45 / -431.45
8	-97.96 / 97.96	19.35 / -19.35	-20.03 / 20.03
9	-257.32 / 257.32	77.75 / -77.75	-56.65 / 56.65
10	-2229.40 / 2229.40	-10.96 / 10.96	2.63 / -2.63
11	10.52 / -10.52	-29.74 / 29.74	674.30 / -674.30
12	6.34 / -6.34	-2517.12 / 2517.12	-444.59 / 444.59
13	-8.40 / 8.40	-225.56 / 225.56	148.05 / -148.05
14	1416.58 / -1416.58	14.53 / -14.53	106.69 / -106.69
15	3.81 / -3.81	-924.28 / 924.28	-418.75 / 418.75
16	-1867.43 / 1867.43	7.35 / -7.35	-7.89 / 7.89
17	0.67 / -0.67	0.35 / -0.35	-1.52 / 1.53
18	-82.61 / 82.61	-1191.98 / 1191.93	188.23 / -188.09
19	-927.79 / 927.79	73.14 / -73.07	10.65 / -10.81
20	6.48 / -6.48	12.81 / -12.90	-1274.98 / 1275.19

--Проверка ортогональности собственных форм успешно завершена

--Формирование результатов : 0 сек

--Динамический анализ завершен  
Расчетное время : 4 сек

\*\*\* Расчет успешно завершен \*\*\*

mb\Users\ADMIN\2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH	Europaallee 14	67657 Kaiserslautern	Стр.	3
----------------------	----------------	----------------------	------	---

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР



Обозн. проекта	<b>MicroFe</b>	<b>2014</b>
FE-модель	<b>pms-24_00</b>	Дата <b>24.05.16</b>
Обозн. модели		

ПРОТОКОЛ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (MicroFe 2014 (x64) -12092012/12092012)

--Характеристики системы

Элементы	Узлы	Уравнения	Жесткости	Требуемая память
454	550	3300	115412	901 Kbyte

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ:

Опции для расчета	Актуально
Оптимизация узлов	Да
Проверка требуемого места на диске	Да
Прерывание для подвижных систем	Да
Выдача промежуточных результатов при превышении максимального количества итераций	Да
Согласованные нагрузки	Да

Нагружений : 8

--Место в памяти

Рабочая память	Требуется	Доступно
Маленький решатель	2346 Kbyte	да

Место на диске	Требуется	Доступно	Дисковод:\Путь
Результаты	494 Kbyte	61 Gbyte	"d:\расчеты\расче..."

--Обработка структуры : 1 сек

--Решение статической задачи

\*\* Внимание

MAX Диагональный элемент	MIN Диагональный элемент	Отношение
5.00E+010	8.45E-001	5.92E+010
156 3	106 6	

Время счета 0 сек

--Нагрузка / Опорные реакции

N/N	Px / Ax [Kn]	Py / Ay [Kn]	Pz / Az [Kn]
1	0.00 / 0.00	-0.00 / -0.00	-23.19 / 23.19
2	0.00 / 0.00	0.00 / -0.00	-8.12 / 8.12
3	0.00 / 0.00	0.00 / -0.00	-14.37 / 14.37
4	0.00 / -0.00	0.00 / 0.00	-6.98 / 6.98
5	1.46 / -1.46	0.00 / 0.00	0.00 / -0.00
6	1.14 / -1.14	1.11 / -1.11	-0.00 / -0.00
7	0.44 / -0.44	0.00 / 0.00	0.00 / -0.00
8	0.22 / -0.22	0.23 / -0.23	0.00 / -0.00
Сумма	3.26 / -3.26	1.34 / -1.34	-52.65 / 52.65

--Формирование результатов : 0 сек

--Статический анализ завершен

Расчетное время : 2 сек

\*\*\* Расчет успешно завершен \*\*\*

mb-Viewer 140609 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 1

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Обозн. проекта		MicroFe	2014
FE-модель	pms-24_00	Дата	24.05.16
Обозн. модели			

## Результаты расчета РСУ (унификация)

Нэл	№с	N [кН]	Qs [кН]	Qt [кН]	Mr [кНм]	Ms [кНм]	Mt [кНм]
61	5	-0.15	0.33	-0.02	0.00	-0.01	0.33
		-0.14	0.24	-0.02	0.00	-0.01	0.29
62	1	-0.15	-0.59	0.04	-0.00	-0.01	0.33
		-0.13	-0.53	0.03	-0.00	-0.01	0.28
115	5	0.09	-0.76	-0.01	-0.00	-0.00	-0.62
		0.04	-0.16	0.02	-0.00	0.00	-0.44
115	5	0.05	-0.29	0.07	-0.00	0.01	-0.58
		0.04	-0.16	0.02	-0.00	0.00	-0.44
156	1	-0.06	0.00	-1.10	0.00	0.10	-0.00
		-0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.00
162	1	0.39	0.01	0.14	-0.00	-0.14	-0.03
		-0.18	0.01	0.12	-0.00	-0.12	-0.03
166	1	0.23	0.21	-0.18	-0.00	0.11	-0.12
		-0.30	0.14	-0.14	-0.00	0.08	-0.09
193	1	-0.18	-0.06	0.06	0.00	-0.15	0.15
		-0.18	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
231	5	-14.62	-0.01	0.06	0.00	0.04	-0.00
		-5.42	-0.00	0.03	0.00	0.02	-0.00
242	5	-7.56	-0.04	0.13	0.00	0.09	-0.03
		-3.91	-0.03	0.09	0.00	0.06	-0.02
330	1	-0.33	0.01	0.08	0.00	-0.18	0.04
		-0.23	0.01	0.05	0.00	-0.12	0.03
346	5	2.85	-0.01	-0.02	-0.00	-0.01	-0.00
		-5.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00
347	5	2.85	-0.01	-0.02	-0.00	-0.01	-0.00
		-5.33	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00
400	1	-19.64	-0.01	0.02	-0.00	-0.01	0.01
		-7.31	-0.00	0.01	-0.00	-0.01	0.00
400	2	-19.63	-0.01	0.02	-0.00	-0.01	0.01
		-7.30	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00
400	3	-19.61	-0.01	0.02	-0.00	-0.00	0.00
		-7.28	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00
400	4	-19.59	-0.01	0.02	-0.00	0.00	0.00
		-7.27	-0.01	0.01	-0.00	0.00	-0.00
400	5	-19.57	-0.02	0.02	-0.00	0.00	-0.00
		-7.26	-0.01	0.01	-0.00	0.00	-0.00
441	5	2.86	-0.01	0.03	-0.00	0.01	-0.00
		-5.18	-0.00	0.01	-0.00	0.00	-0.00
454	5	0.09	0.77	-0.01	-0.01	-0.00	0.30
		0.11	0.40	-0.01	-0.00	-0.00	0.13
62	1	-0.13	-0.52	0.03	-0.00	-0.01	0.27
		-0.13	-0.53	0.03	-0.00	-0.01	0.28
114	1	0.04	0.41	-0.02	0.00	0.00	-0.51
		0.04	0.40	-0.02	0.00	0.00	-0.51
114	1	-0.03	-0.05	-0.09	0.00	0.01	-0.48
		0.04	0.40	-0.02	0.00	0.00	-0.51
125	1	-0.14	0.05	-0.04	-0.01	0.01	0.22
		-0.13	0.00	-0.03	-0.01	0.01	0.22
141	1	0.22	-0.24	-0.01	0.00	-0.00	0.19
		0.15	-0.06	0.00	-0.00	-0.00	0.11
166	1	-0.21	0.15	-0.14	-0.00	0.08	-0.09
		-0.30	0.14	-0.14	-0.00	0.08	-0.09
174	4	0.23	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
		0.23	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
174	5	0.23	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
		0.23	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
330	1	-0.23	0.01	0.05	0.00	-0.12	0.03

mb AEC Software GmbH - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 1

Взам. инв. №
Подл. и дата
Инв. №подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

МК98-2020-КР.РР

Лист

30

Обозн. проекта		<b>MicroFe</b>	<b>2014</b>
FE-модель	<b>pms-24_00</b>		Дата
Обозн. модели			<b>24.05.16</b>

Нэл	№с	N [кН]	Qs [кН]	Qt [кН]	Mr [кНм]	Ms [кНм]	Mt [кНм]
		-0.23	0.01	0.05	0.00	-0.12	0.03
336	5	-0.15	-0.05	0.33	0.00	0.07	-0.01
		-0.10	-0.03	0.23	0.00	0.05	-0.01
400	2	-17.09	-0.00	0.02	-0.00	-0.01	0.00
		-7.30	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00
454	5	0.05	0.42	-0.02	-0.00	-0.00	0.15
		0.11	0.40	-0.01	-0.00	-0.00	0.13
454	5	0.09	0.72	-0.01	-0.00	-0.00	0.28
		0.11	0.40	-0.01	-0.00	-0.00	0.13
345	5	2.81	-0.01	-0.02	-0.00	-0.01	-0.00
		-4.71	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
439	5	2.79	-0.00	0.01	-0.00	0.01	-0.00
		-4.58	-0.00	0.01	-0.00	0.00	-0.00
440	5	2.83	-0.00	0.02	-0.00	0.01	-0.00
		-4.87	-0.00	0.01	-0.00	0.00	-0.00
118	5	-0.22	-0.76	-0.03	0.01	-0.00	-0.05
		-0.11	-0.76	-0.01	0.00	-0.00	-0.05
118	5	-0.13	-0.84	-0.01	0.00	-0.00	-0.06
		-0.11	-0.76	-0.01	0.00	-0.00	-0.05
118	5	-0.19	-0.79	-0.02	0.00	-0.00	-0.05
		-0.11	-0.76	-0.01	0.00	-0.00	-0.05
120	1	-0.06	0.51	-0.12	-0.01	0.01	-0.02
		-0.07	0.97	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
120	1	-0.07	1.08	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
		-0.07	0.97	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
120	1	-0.07	0.97	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
		-0.07	0.97	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
120	1	-0.08	0.86	-0.12	-0.01	0.01	-0.03
		-0.07	0.97	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
120	2	-0.07	0.81	-0.08	-0.01	-0.00	0.01
		-0.07	0.96	-0.02	-0.01	-0.00	0.01
120	2	-0.07	0.66	-0.11	-0.01	-0.00	0.01
		-0.07	0.96	-0.02	-0.01	-0.00	0.01
120	5	-0.06	0.49	-0.12	-0.01	-0.02	0.09
		-0.07	0.95	-0.02	-0.01	-0.00	0.18
121	5	-0.03	-0.94	0.09	-0.01	0.01	-0.03
		-0.08	-0.56	0.01	-0.00	0.00	-0.02
121	5	-0.03	-0.96	0.08	-0.01	0.01	-0.03
		-0.08	-0.56	0.01	-0.00	0.00	-0.02
123	1	0.08	0.82	-0.03	0.01	0.01	-0.05
		-0.04	0.96	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	-0.08	1.20	-0.03	0.01	0.00	-0.07
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	-0.05	1.20	-0.09	0.01	0.01	-0.06
		-0.04	0.96	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	-0.08	1.30	-0.08	0.01	0.01	-0.08
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	-0.07	1.09	0.02	0.01	0.00	-0.07
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	-0.08	1.20	-0.08	0.01	0.01	-0.07
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	-0.07	0.99	0.02	0.01	0.00	-0.06
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	1	0.04	0.96	-0.02	0.01	0.01	-0.07
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	2	0.04	0.86	-0.02	0.01	0.00	-0.01
		-0.05	0.97	0.02	0.01	0.00	0.00
123	5	0.08	0.80	-0.03	0.01	-0.00	0.13
		-0.04	0.94	0.02	0.01	0.00	0.17

mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

МК98-2020-КР.РР

Лист

31

Обозн. проекта	<b>MicroFe</b>	<b>2014</b>
FE-модель	<b>pms-24_00</b>	Дата <b>24.05.16</b>
Обозн. модели		

№эл	№с	N [кН]	Qs [кН]	Qt [кН]	Mr [кНм]	Ms [кНм]	Mt [кНм]
126	5	-0.15	-0.15	-0.05	0.01	-0.00	-0.25
		-0.13	-0.02	-0.03	0.01	-0.00	-0.22
130	5	0.07	-1.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.51
		0.05	-0.80	-0.00	-0.00	0.00	-0.40
143	1	0.00	-1.15	-0.17	-0.00	0.03	-0.08
		0.05	-0.58	-0.08	-0.00	0.01	-0.05
156	5	-0.06	0.00	-1.10	0.00	-0.01	0.00
		-0.00	0.00	-0.05	0.00	-0.00	0.00
158	1	-0.03	0.01	0.57	0.00	-0.01	-0.00
		0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.00
120	1	-0.09	0.94	-0.02	-0.01	-0.00	-0.03
		-0.08	0.96	-0.02	-0.01	-0.00	-0.04
120	5	-0.10	1.02	-0.02	-0.01	-0.00	0.20
		-0.08	0.94	-0.02	-0.01	-0.00	0.18
123	1	-0.04	0.96	0.02	0.01	0.00	-0.05
		-0.04	0.96	0.02	0.01	0.00	-0.05
123	5	-0.08	1.18	-0.03	0.01	-0.00	0.20
		-0.05	0.95	0.02	0.01	0.00	0.16
125	1	-0.14	0.09	-0.04	-0.01	0.01	0.22
		-0.13	0.00	-0.03	-0.01	0.01	0.22
125	1	-0.13	0.03	-0.03	-0.01	0.01	0.22
		-0.13	0.00	-0.03	-0.01	0.01	0.22
126	5	-0.13	-0.01	-0.03	0.01	-0.00	-0.22
		-0.13	-0.02	-0.03	0.01	-0.00	-0.22
130	5	0.05	-0.84	-0.01	-0.00	-0.00	-0.43
		0.05	-0.80	-0.00	-0.00	0.00	-0.40
143	1	0.00	-1.12	-0.16	-0.00	0.02	-0.06
		0.05	-0.58	-0.08	-0.00	0.01	-0.05
166	5	-0.18	0.13	-0.13	-0.00	-0.02	0.01
		-0.27	0.14	-0.14	-0.00	-0.02	0.01
336	1	-0.15	-0.04	0.34	0.00	0.00	0.00
		-0.10	-0.02	0.24	0.00	0.00	-0.00
166	5	0.13	0.17	-0.16	-0.00	-0.02	0.02
		-0.27	0.14	-0.14	-0.00	-0.02	0.01

mb AEC Software GmbH 2014. Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 3

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч	Лист
№ док.	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

32



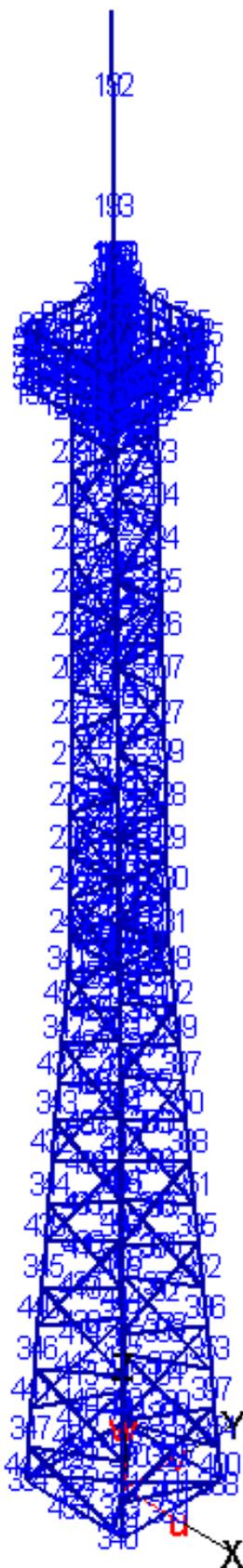


Рисунок 3 Нумерация элементов

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч	Лист
№ док.	Подпись	Дата

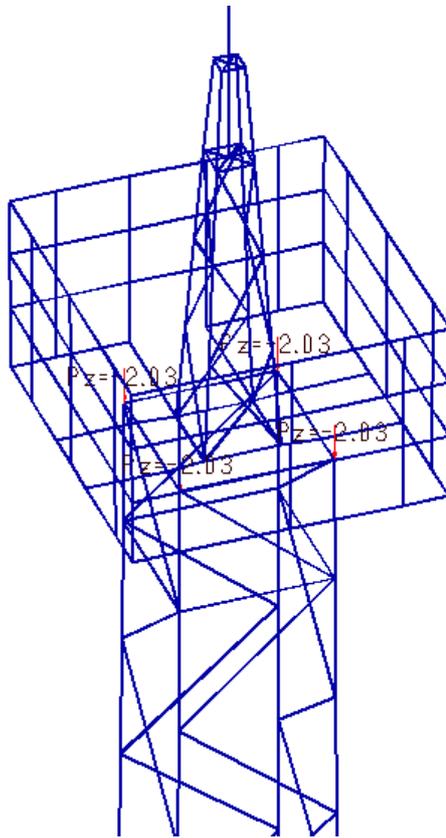


Рисунок 4 Нагружение №2

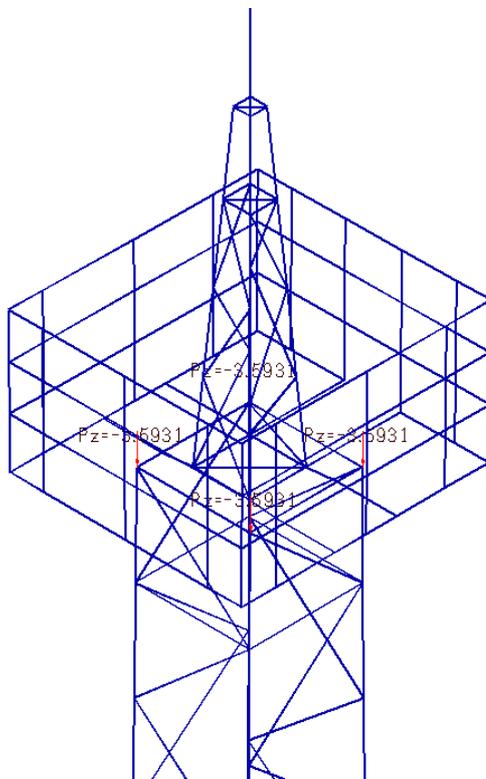


Рисунок 5 Нагружение №3

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Нагружение = 4

- Qz/t = -0.013
- Qz/t = -0.014
- Qz/t = -0.016
- Qz/t = -0.012
- Qz/t = -0.018
- Qz/t = -0.020
- Qz/t = -0.025
- Qz/t = -0.023
- Qz/t = -0.029

надписи показатъ

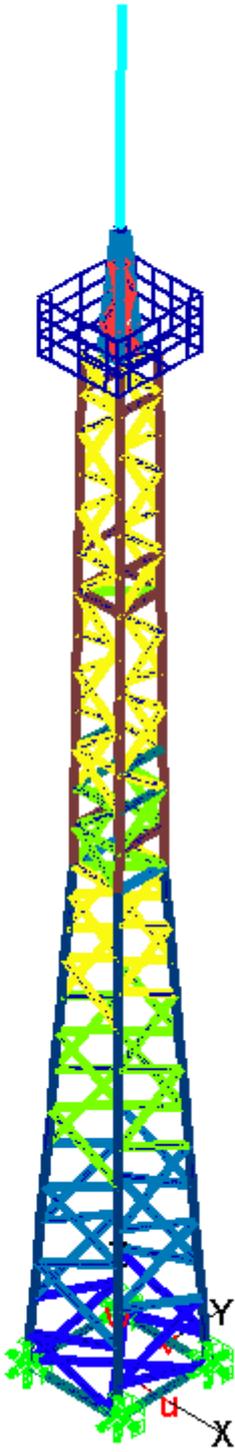


Рисунок 6 Нагружение №4

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Нагружение = 5

- Q<sub>x</sub>/r = 0.010
- Q<sub>x</sub>/r = 0.028
- Q<sub>x</sub>/r = 0.020
- Q<sub>x</sub>/r = 0.008
- Q<sub>x</sub>/r = 0.007
- Q<sub>x</sub>/r = 0.006
- Q<sub>x</sub>/r = 0.005

надписи показать

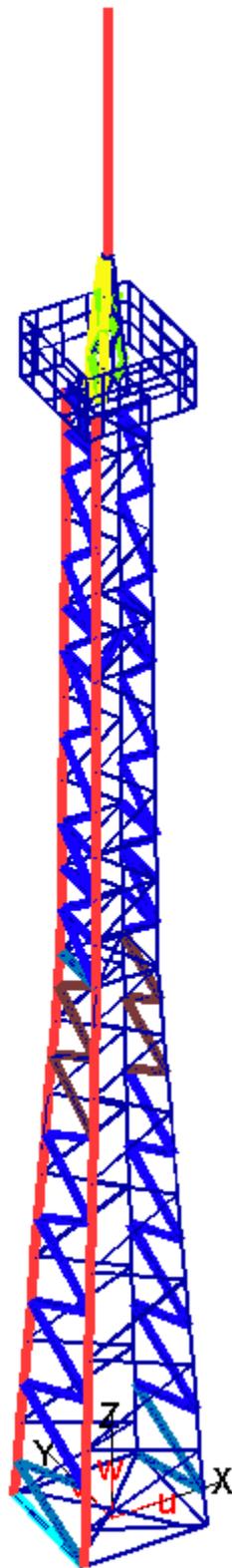


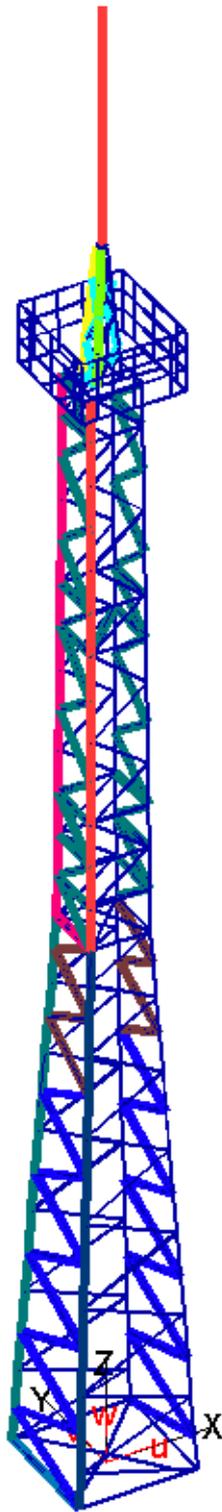
Рисунок 7 Нагружение №5

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Нагружение = 6

- $Q_x/r = 0.010$
- $Q_x/r = 0.006$
- $Q_x/r = 0.005$
- $Q_x/r = 0.010$
- $Q_x/r = 0.018$
- $Q_x/r = 0.018$
- $Q_x/r = 0.013$
- $Q_x/r = 0.004$
- $Q_x/r = 0.003$
- $Q_x/r = 0.006$

надписи показатъ



Нагружение = 6

- $Q_y/s = 0.013$
- $Q_y/s = 0.003$
- $Q_y/s = 0.010$
- $Q_y/s = 0.006$
- $Q_y/s = 0.004$
- $Q_y/s = 0.010$
- $Q_y/s = 0.018$
- $Q_y/s = 0.018$
- $Q_y/s = 0.005$
- $Q_y/s = 0.006$

надписи показатъ

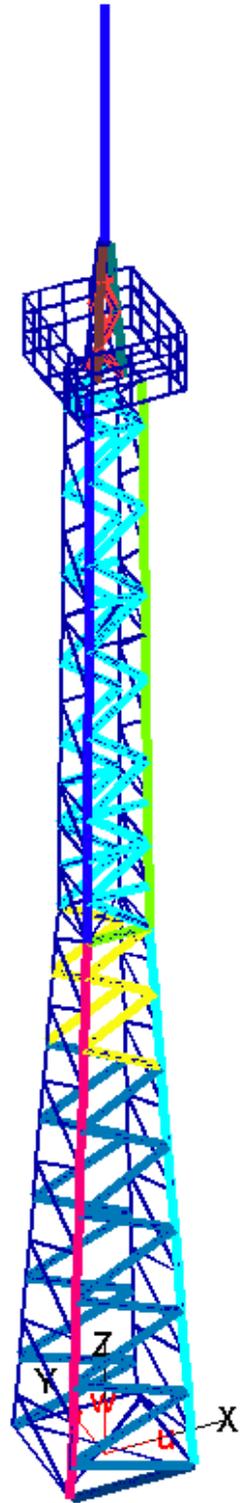


Рисунок 8 Нагружение №6

Инв. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата





Результаты расчета по СНиП 2-23-81\*

Используемые обозначения:

- Ksig - коэффициент использования сечения по условиям прочности на действие продольной силы и изгибающих моментов (формула 28,38,39,40,49,50);
  - Ky - коэффициент использования сечения по условию устойчивости в плоскости момента My (для труб - суммарный момент) (формула 7,51);
  - Kz - коэффициент использования сечения по условию устойчивости в плоскости момента Mz (для труб - из плоскости действия момента) (формула 7,51);
  - Kyz - коэффициент использования сечения по условию устойчивости при совместном действии продольной силы N и моментов My и Mz (формула 62);
  - Kik - коэффициент использования сечения по условию устойчивости плоской формы изгиба (формула 34,56);
  - Ksigv - коэффициент использования сечения по условиям прочности на действие эквивалентных напряжений (формула 33);
  - Ktau - коэффициент использования сечения по условиям прочности на действие касательных напряжений (формула 29);
- Пояснение: коэффициент использования - это отношение действующей нагрузки к предельной

Уголок 80  
Исходные данные

Тип элемента: Пояс фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 80x6 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения: y = t, z = -s  
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

Mu y	Mu z	Kl
1.14	1.14	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
Ry = 335 МПа

--Геометрические характеристики

A	Ay	Az	yc	zc	yt	zt
см2	см2	см2	мм	мм	мм	мм
9.4	5.5	5.5	22	58	3	77

Iy	Iz	It	Iw	Wy	Wz	iy	iz
см4	см4	см4	см6	см3	см3	мм	мм
90.4	23.5	1.2	0.0	16.0	7.6	31	16

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	Qy (кН)	Qz (кН)	My (кНм)	Mz (кНм)
1	400	0.0	0.73	-19.6	0.0	0.0	0.0	-0.0
2	355	0.0	0.70	-13.4	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
3	354	0.0	0.87	-19.3	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
4	353	0.0	0.97	-18.6	-0.0	-0.0	0.0	0.0
5	346	0.0	0.97	-11.5	-0.0	-0.0	-0.0	0.0

mb-Viewer 4/10/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.8	0.005	0.927	1.084	1.800	0.075		

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.8	0.039	0.802	2.124	1.803	0.087		

Комбинация 1. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.828	0.084	

Комбинация 1. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
0.7	0.997	0.203	0.087

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.8	0.017	0.932	1.036	1.395	0.051		

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.8	0.099	0.809	2.030	1.292	0.059		

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.806	0.059	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
0.7	0.988	0.195	0.059

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.0	0.008	0.906	1.285	1.371	0.075		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.0	0.028	0.739	2.519	1.247	0.092		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.777	0.088	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
0.9	0.994	0.236	0.093

mb-Viewer 4/Май 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	MK98-2020-KP.PP



Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Ky
1.1	0.011	0.890	1.434	1.356	0.074

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Kz
1.1	0.001	0.678	2.809	1.800	0.097

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi eyz	Kyz
0.749	0.088

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
1.0	0.992	0.258	0.098

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Ky
1.1	0.030	0.890	1.434	1.355	0.046

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Kz
1.1	0.027	0.678	2.809	1.218	0.060

Комбинация 5. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi eyz	Kyz
0.732	0.055

Комбинация 5. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
1.0	0.979	0.258	0.061

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.073	0.075	0.087	0.084	0.063	0.000	0.087
2	0.052	0.051	0.059	0.059	0.045	0.001	0.059
3	0.070	0.075	0.092	0.088	0.061	0.000	0.093
4	0.066	0.074	0.097	0.088	0.058	0.000	0.098
5	0.041	0.046	0.060	0.055	0.036	0.000	0.061

Максимальное значение гибкости по xz: 36

Максимальное значение гибкости по xy: 70

mbAEC Software GmbH

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	МК98-2020-КР.РР



Уголок 70  
Исходные данные

Тип элемента: Пояс фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 70x6 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t, z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
1.14	1.14	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
8.2	4.8	4.8	19	51	3	67

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
59.6	15.5	1.1	0.0	12.0	5.6	27	14

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	$Q_y$ (кН)	$Q_z$ (кН)	$M_y$ (кНм)	$M_z$ (кНм)
1	231	0.9	0.90	-14.6	0.1	0.0	-0.0	0.0
2	242	0.9	0.90	-7.6	0.1	0.0	-0.0	0.1
3	270	0.0	1.18	0.1	0.1	-0.0	-0.0	0.0

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	$K_y$
1.0	0.291	0.786	1.529	1.332	0.076		

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	$K_z$
1.0	0.271	0.591	2.998	1.191	0.101		

Комбинация 1. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

$Fi_{eyz}$	$K_{yz}$
0.557	0.107

Комбинация 1. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	$K_{ik}$
0.9	0.821	0.266	0.114

mb-AECC 48May 2014 - Copyright 2013 - mb-AECC Software GmbH

Изн. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Обозн. проекта	MicroFe	2014
FE-модель	pms-24_00	Дата
Обозн. модели		24.05.16

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Ky
1.0	0.814	0.630	1.531	1.304	0.049

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Kz
1.0	1.315	0.387	3.001	1.154	0.079

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi eyz	Kyz
0.335	0.092

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
0.9	0.616	0.266	0.078

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.071	0.076	0.101	0.107	0.062	0.001	0.114
2	0.066	0.049	0.079	0.092	0.058	0.002	0.078
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000

Максимальное значение гибкости по xz: 50

Максимальное значение гибкости по ху: 98

mb-Viewer 4/Май 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 63  
Исходные данные

Тип элемента: Стойка фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 63x5 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.80	0.80	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
6.1	3.6	3.6	17	46	3	61

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
23.1	23.1	0.6	0.0	5.1	5.1	19	19

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	$Q_y$ (кН)	$Q_z$ (кН)	$M_y$ (кНм)	$M_z$ (кНм)
1	453	1.1	2.22	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.1
2	336	0.0	0.20	-0.1	0.3	0.0	-0.0	0.0
3	340	0.2	0.20	-0.2	0.3	-0.0	0.0	0.1
4	336	0.2	0.20	-0.1	0.3	0.0	-0.0	0.1
5	335	0.0	2.22	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	$\Phi$	$\lambda$	$\eta$	$K_y$
0.2	8.934	0.165	0.333	1.000	0.005	

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	$\Phi$	$\lambda$	$\eta$	$K_z$
0.2	11.083	0.136	0.333	1.000	0.006	

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

$\Phi$	$\eta$	$K_{yz}$
0.070	0.011	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	$\lambda$	$\kappa$
0.2	0.108	0.058	0.008

mb-Viewer 4/10/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 6

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

45



Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.2	21.716	0.069	0.333	1.000	0.019		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.2	19.961	0.077	0.333	1.000	0.017		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.031	0.042	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
0.2	0.045	0.058	0.029

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.2	34.863	0.043	0.333	1.000	0.019		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.2	44.332	0.034	0.333	1.000	0.024		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.012	0.069	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
0.2	0.028	0.058	0.029

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.047	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	0.000
2	0.009	0.005	0.006	0.011	0.008	0.007	0.008
3	0.024	0.019	0.017	0.042	0.021	0.005	0.029
4	0.034	0.019	0.024	0.069	0.030	0.007	0.029
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000

Максимальное значение гибкости по xz: 91

Максимальное значение гибкости по xy: 91

mb-View 4/09/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	MK98-2020-KP.PP



Уголок 56-1  
Исходные данные

Тип элемента: Раскос фермы  
 Подтип элемента: Прокатные сечения  
 Сечение: Уголок  
 Профиль: L 56x5 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
 Ориентация сечения:  $y = t, z = -s$   
 Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
 (длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_l$
0.82	0.82	1.00

-- Материал  
 Материал - сталь С 345  
 Коэффициент условий работы: 0.90  
 Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
5.4	3.2	3.2	16	40	3	54

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
16.0	16.0	0.5	0.0	4.0	4.0	17	17

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	Qy (кН)	Qz (кН)	My (кНм)	Mz (кНм)
1	330	0.0	1.57	-0.3	0.1	-0.0	0.0	-0.2
2	330	1.6	1.57	-0.3	0.1	0.1	-0.0	0.0
3	333	1.6	1.57	-0.3	-0.1	0.0	0.0	-0.2
4	381	1.2	2.49	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.3	38.721	0.037	3.025	2.400	0.055		

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.3	59.075	0.025	3.025	2.400	0.082		

Комбинация 1. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.012	0.169	

Комбинация 1. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.6	0.089	0.367	0.036

mb-AECSoft 2014 - Copyright 2013 - mb-AECS Software GmbH

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.3	0.000	0.632	3.025	1.800	0.003		

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.3	0.000	0.632	3.025	1.198	0.003		

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.719	0.003	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.6	1.000	0.367	0.003

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.3	38.721	0.037	3.025	2.400	0.055		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.3	59.073	0.025	3.025	2.400	0.082		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.012	0.169	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.6	0.089	0.367	0.036

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
2.0	0.000	0.316	4.783	1.022	0.001		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
2.0214	1.124	0.007	4.783	2.400	0.024		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.007	0.024	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
2.5	1.000	0.490	0.001

mb-Viewer 48May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Взам. инв. №
Подл. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата **24.05.16**

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Kik
1	0.124	0.055	0.082	0.169	0.108	0.002	0.036
2	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003
3	0.124	0.055	0.082	0.169	0.108	0.002	0.036
4	0.044	0.001	0.024	0.024	0.038	0.000	0.001

Максимальное значение гибкости по xz: 119  
Максимальное значение гибкости по xy: 119

mb-Viewer 4/09/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 10

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 50-1  
Исходные данные

Тип элемента: Пояс фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 50x5 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
1.14	1.14	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
4.8	2.8	2.8	14	36	3	48

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
17.8	4.6	0.4	0.0	5.0	2.3	19	10

--Значения усилий

Nc	N <sub>э</sub>	C (м)	L (м)	N (кН)	Q <sub>y</sub> (кН)	Q <sub>z</sub> (кН)	M <sub>y</sub> (кНм)	M <sub>z</sub> (кНм)
1	166	0.0	0.70	0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.1
2	162	0.0	0.70	-0.2	0.1	-0.0	-0.0	-0.1
3	166	0.0	0.70	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.1
4	172	0.0	0.70	-1.9	-0.1	-0.0	-0.0	0.0
5	159	0.0	0.70	-0.1	0.0	-0.0	-0.0	0.0

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента M<sub>y</sub>

L	m	e <sub>f</sub>	F <sub>i</sub>	e	Lambda	Eta	K <sub>y</sub>
0.8	85.058	0.018	1.672	2.400	0.070		

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента M<sub>z</sub>

L	m	e <sub>f</sub>	F <sub>i</sub>	e	Lambda	Eta	K <sub>z</sub>
0.8	53.006	0.027	3.278	2.400	0.045		

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>

F <sub>i</sub>	e <sub>yz</sub>	K <sub>yz</sub>
0.011	0.111	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	K <sub>ик</sub>
0.7	0.047	0.275	0.045

mb-Viewer 4/10/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 11

Изм. Кол.уч Лист № док Подпись Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист  
50



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата 24.05.16

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.8	5.689	0.211	1.672	2.122	0.004		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.8170	.662	0.009	3.278	1.000	0.092		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.006	0.135	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kик
0.7	0.278	0.275	0.005

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.8	2.116	0.413	1.672	1.217	0.031		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.8	3.077	0.242	3.278	1.074	0.053		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.180	0.071	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kик
0.7	0.374	0.275	0.060

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.8	9.268	0.141	1.675	2.286	0.003		

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.8	20.697	0.067	3.283	1.000	0.006		

Комбинация 5. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.042	0.010	

Комбинация 5. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kик
0.7	0.203	0.276	0.004

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 12

mb-Viewer 4.0May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

51



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата **24.05.16**

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Kik
1	0.200	0.000	0.000	0.000	0.174	0.009	0.000
2	0.109	0.070	0.045	0.111	0.095	0.003	0.045
3	0.163	0.004	0.092	0.135	0.142	0.007	0.005
4	0.050	0.031	0.053	0.071	0.043	0.002	0.060
5	0.012	0.003	0.006	0.010	0.010	0.000	0.004

Максимальное значение гибкости по xz: 42  
Максимальное значение гибкости по ху: 82

mb-Viewer 4.0May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 13

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

52



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 50-2  
Исходные данные

Тип элемента: Раскос фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 50x5 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t, z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.82	0.82	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
4.8	2.8	2.8	14	36	3	48

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
11.2	11.2	0.4	0.0	3.1	3.1	15	15

--Значения усилий

Nc	N <sub>э</sub>	C (м)	L (м)	N (кН)	Q <sub>y</sub> (кН)	Q <sub>z</sub> (кН)	M <sub>y</sub> (кНм)	M <sub>z</sub> (кНм)
1	379	1.2	2.36	0.2	-0.0	0.0	0.0	-0.0
2	445	0.0	2.36	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0
3	419	0.0	2.36	-0.4	-0.0	-0.0	0.0	0.0
4	419	1.2	2.36	-0.3	0.0	-0.0	0.0	-0.0
5	445	1.2	2.36	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0
6	398	1.2	2.36	-0.2	0.0	-0.0	0.0	-0.0
7	379	0.0	2.36	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента M<sub>y</sub>

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	K <sub>y</sub>
1.9	0.000	0.281	5.097	1.000	0.001		

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента M<sub>z</sub>

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	K <sub>z</sub>
1.9	0.000	0.281	5.097	1.800	0.001		

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>

Fi	e <sub>yz</sub>	K <sub>yz</sub>
0.366	0.001	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 14

mb-Viewer 4/Май 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

53



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

L	c	Lambda	Кик
2.4	1.000	0.485	0.001

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Ky
1.9	0.000	0.281	5.097	1.000	0.009

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Kz
1.9	0.000	0.281	5.097	1.000	0.009

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi eyz	Kyz
0.366	0.007

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.4	1.000	0.485	0.009

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Ky
1.9	0.000	0.281	5.097	1.800	0.008

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Kz
1.9	16.089	0.065	5.097	2.400	0.034

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi eyz	Kyz
0.065	0.034

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.4	1.000	0.485	0.008

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Ky
1.9	29.804	0.044	5.097	2.400	0.003

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m ef	Fi e	Lambda	Eta	Kz
1.9278	6.62	0.005	5.097	2.400	0.024

Комбинация 5. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi eyz	Kyz
0.003	0.037

mb-Viewer 48May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 15

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

54



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Комбинация 5. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.4	0.223	0.485	0.002

Комбинация 6. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.9	1.812	0.208	5.097	1.000	0.008		

Комбинация 6. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.9	15.206	0.067	5.097	2.400	0.024		

Комбинация 6. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.056	0.029	

Комбинация 6. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.4	0.523	0.485	0.011

Комбинация 7. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.9	0.000	0.281	5.097	1.000	0.001		

Комбинация 7. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.9	0.000	0.281	5.097	1.800	0.001		

Комбинация 7. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.366	0.001	

Комбинация 7. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.4	1.000	0.485	0.001

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.045	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000
2	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
3	0.003	0.009	0.009	0.007	0.002	0.001	0.009
4	0.041	0.008	0.034	0.034	0.036	0.000	0.008
5	0.042	0.003	0.024	0.037	0.037	0.000	0.002
6	0.030	0.008	0.024	0.029	0.026	0.000	0.011
7	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001

Максимальное значение гибкости по  $xz$ : 126

Максимальное значение гибкости по  $xy$ : 126

mb-Viewer 4/Май 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 16

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

55



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 45-1  
Исходные данные

Тип элемента: Раскос фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 45x4 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.82	0.82	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
3.5	2.0	2.0	13	32	2	43

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
6.6	6.6	0.2	0.0	2.0	2.0	14	14

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	$Q_y$ (кН)	$Q_z$ (кН)	$M_y$ (кНм)	$M_z$ (кНм)
1	375	1.0	2.01	0.2	0.0	-0.0	0.0	-0.0
2	375	2.0	2.01	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0
3	307	0.7	1.48	-0.6	-0.0	0.0	0.0	0.0
4	412	1.0	2.01	-0.3	0.0	-0.0	0.0	-0.0
5	391	1.0	2.01	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0
6	375	0.0	2.01	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	e f	$F_i$	$e$	Lambda	Eta	$K_y$
1.2	2.413	0.260	3.550	1.080	0.021		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	e f	$F_i$	$e$	Lambda	Eta	$K_z$
1.2	1.768	0.299	3.550	1.098	0.018		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

$F_i$	$e_{yz}$	$K_{yz}$
0.215	0.025	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	K <sub>ик</sub>
1.5	0.333	0.406	0.031

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 18

mb-view 4/Май 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

56



Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.7	0.000	0.310	4.824	1.018	0.008		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.7	12.023	0.080	4.824	2.400	0.030		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.080	0.030	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.0	1.000	0.491	0.008

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.7	34.742	0.039	4.824	1.000	0.003		

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.7229	0.029	0.006	4.824	2.400	0.020		

Комбинация 5. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.003	0.041	

Комбинация 5. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
2.0	0.085	0.491	0.005

Комбинация 6. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.7	0.000	0.310	4.824	1.800	0.001		

Комбинация 6. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.7	0.000	0.310	4.824	1.800	0.001		

Комбинация 6. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.401	0.001	

Комбинация 6. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

mb-Viewer 4/09/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата 24.05.16

L	c	Lambda	Кик
2.0	1.000	0.491	0.001

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.039	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000
3	0.012	0.021	0.018	0.025	0.011	0.000	0.031
4	0.034	0.008	0.030	0.030	0.030	0.000	0.008
5	0.038	0.003	0.020	0.041	0.033	0.000	0.005
6	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001

Максимальное значение гибкости по xz: 120  
Максимальное значение гибкости по xy: 120

mb-Viewer 4/09/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 20

Инв. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

58



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 40-1  
Исходные данные

Тип элемента: Раскос фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 40x4 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.82	0.82	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
3.1	1.8	1.8	11	29	2	38

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
4.6	4.6	0.2	0.0	1.6	1.6	12	12

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	$Q_y$ (кН)	$Q_z$ (кН)	$M_y$ (кНм)	$M_z$ (кНм)
1	371	0.8	1.69	0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0
2	406	1.7	1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
3	324	0.7	1.47	-0.6	0.0	0.0	-0.0	0.0
4	324	0.7	1.47	-0.5	-0.0	0.0	0.0	0.0
5	371	0.0	1.69	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	$\Phi$	$\lambda$	$\eta$	$\chi_y$
1.2	1.889	0.263	3.983	1.066	0.025	

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	$\Phi$	$\lambda$	$\eta$	$\chi_z$
1.2	1.889	0.263	3.983	1.066	0.025	

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

$\Phi$	$\eta$	$\chi_{yz}$
0.203	0.032	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	$\lambda$	$\chi_{ik}$
1.5	0.422	0.416	0.035

mb-Viewer 4/10/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 21

Изм. Кол.уч Лист № док Подпись Дата

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. №подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

59



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.2	2.636	0.227	3.983	1.051	0.024		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.2	1.845	0.266	3.983	1.067	0.021		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.191	0.029	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
1.5	0.334	0.416	0.037

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.4	0.000	0.345	4.579	1.042	0.001		

Комбинация 5. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.4	0.000	0.345	4.579	1.800	0.001		

Комбинация 5. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.436	0.001	

Комбинация 5. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
1.7	1.000	0.452	0.001

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.030	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
3	0.017	0.025	0.025	0.032	0.015	0.000	0.035
4	0.013	0.024	0.021	0.029	0.011	0.000	0.037
5	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Максимальное значение гибкости по  $xz$ : 114

Максимальное значение гибкости по  $xy$ : 114

mb-Viewer 4/05/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 22

Инов. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

60



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 35  
Исходные данные

Тип элемента: Раскос фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 32x4 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.82	0.82	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 0.90  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
2.4	1.5	1.5	9	23	2	30

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
2.3	2.3	0.1	0.0	1.0	1.0	10	10

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	$Q_y$ (кН)	$Q_z$ (кН)	$M_y$ (кНм)	$M_z$ (кНм)
1	156	0.0	0.11	-0.1	-1.1	-0.0	-0.0	0.1
2	156	0.1	0.11	-0.1	-1.1	-0.0	0.0	-0.0
3	179	0.0	0.83	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	$K_y$
0.1316	2.266	0.005	0.365	1.000	0.161		

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	$K_z$
0.1317	1.103	0.005	0.365	1.000	0.161		

Комбинация 1. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	$K_{yz}$
0.001	0.879	

Комбинация 1. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	$K_{ik}$
0.1	0.003	0.061	0.242

mb-AECSoft 2014 - Copyright 2013 - mb-AECS Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 23

Изн. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

61



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата **24.05.16**

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.1	40.262	0.037	0.365	2.400	0.020		

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.1	41.084	0.036	0.365	2.400	0.021		

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.016	0.049	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
0.1	0.057	0.061	0.014

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.7	0.000	0.664	2.873	1.213	0.006		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.7	0.000	0.664	2.873	1.800	0.006		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.742	0.006	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
0.8	1.000	0.311	0.006

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.217	0.161	0.161	0.879	0.189	0.050	0.242
2	0.028	0.020	0.021	0.049	0.044	0.050	0.014
3	0.004	0.006	0.006	0.006	0.004	0.000	0.006

Максимальное значение гибкости по  $xz$ : 71

Максимальное значение гибкости по  $xy$ : 71

mb-Viewer 4/09/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 24

Инов. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

62



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 56-2  
Исходные данные

Тип элемента: Стойка фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 56x5 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_l$
0.80	0.80	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 1.00  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
5.4	3.2	3.2	16	40	3	54

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
16.0	16.0	0.5	0.0	4.0	4.0	17	17

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	Qy (кН)	Qz (кН)	My (кНм)	Mz (кНм)
1	318	0.5	1.09	0.1	0.0	0.0	-0.0	0.0
2	318	0.0	1.09	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3	299	0.0	1.09	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Kик
1	0.005	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000

Максимальное значение гибкости по xz: 51  
Максимальное значение гибкости по xy: 51

mb-Viewer 4/09/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 25

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

63



Обозн. проекта  
FE-модель pms-24\_00  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 50-3  
Исходные данные

Тип элемента: Стойка фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 50x5 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.80	0.80	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 1.00  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
4.8	2.8	2.8	14	36	3	48

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
11.2	11.2	0.4	0.0	3.1	3.1	15	15

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	$Q_y$ (кН)	$Q_z$ (кН)	$M_y$ (кНм)	$M_z$ (кНм)
1	196	0.6	1.20	-0.4	-0.0	0.0	-0.0	0.0
2	196	1.2	1.20	-0.4	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
3	198	0.6	1.20	-0.5	0.0	-0.0	-0.0	0.0
4	196	0.0	1.20	-0.4	0.0	0.0	-0.0	0.0

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	$F_i$	$e$	Lambda	Eta	$K_y$
1.0	2.591	0.310	2.530	1.134	0.008		

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	$F_i$	$e$	Lambda	Eta	$K_z$
1.0	3.486	0.261	2.530	1.089	0.009		

Комбинация 1. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

$F_i$	$e_{yz}$	$K_{yz}$
0.183	0.013	

Комбинация 1. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
1.2	0.304	0.318	0.011

mb-Viewer 4.0May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 26

Изн. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

64



Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.0	0.000	0.736	2.530	1.247	0.003		

Комбинация 2. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.0	0.000	0.736	2.530	1.247	0.003		

Комбинация 2. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.792	0.003	

Комбинация 2. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.2	1.000	0.318	0.003

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.0	2.473	0.317	2.530	1.140	0.010		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.0	2.473	0.317	2.530	1.140	0.010		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.225	0.013	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.2	0.316	0.318	0.013

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента My

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.0	0.000	0.736	2.530	1.247	0.003		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента Mz

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.0	0.000	0.736	2.530	1.247	0.003		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии N, My, Mz

Fi	eyz	Kyz
0.792	0.003	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.2	1.000	0.318	0.003

mb-Viewer 4.0May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

Изн. №подл.	Взам. инв. №
Подл. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата **24.05.16**

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Kik
1	0.010	0.008	0.009	0.013	0.008	0.000	0.011
2	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003
3	0.009	0.010	0.010	0.013	0.008	0.000	0.013
4	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003

Максимальное значение гибкости по xz: 63  
Максимальное значение гибкости по xy: 63

mb-Viewer 4.0May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 28

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

66



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 45-2  
Исходные данные

Тип элемента: Стойка фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 45x4 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_l$
0.80	0.80	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 1.00  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
3.5	2.0	2.0	13	32	2	43

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
6.6	6.6	0.2	0.0	2.0	2.0	14	14

--Значения усилий

Nc	Nэ	C (м)	L (м)	N (кН)	Qy (кН)	Qz (кН)	My (кНм)	Mz (кНм)
1	308	0.6	1.18	0.1	-0.0	0.0	0.0	0.0
2	327	1.2	1.18	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
3	325	0.6	1.17	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
4	308	0.6	1.18	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.9	32.933	0.044	2.733	1.000	0.004		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.9	21.075	0.068	2.733	1.000	0.003		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.026	0.007	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.2	0.042	0.347	0.006

mb-AECSoft 2014 - Copyright 2013 - mb-AECSoft Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 29

Изн. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

67



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата 24.05.16

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
0.9	41.023	0.036	2.769	1.000	0.003		

Комбинация 4. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
0.9	41.023	0.036	2.769	1.000	0.003		

Комбинация 4. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.013	0.009	

Комбинация 4. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Kik
1.2	0.034	0.350	0.005

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Kik
1	0.009	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000
2	0.007	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.000
3	0.006	0.004	0.003	0.007	0.005	0.000	0.006
4	0.004	0.003	0.003	0.009	0.004	0.000	0.005

Максимальное значение гибкости по  $xz$ : 69

Максимальное значение гибкости по  $xy$ : 69

mb-view 4/05/2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 30

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

68



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

MicroFe 2014  
Дата 24.05.16

Уголок 40-2  
Исходные данные

Тип элемента: Стойка фермы  
Подтип элемента: Прокатные сечения  
Сечение: Уголок  
Профиль: L 40x4 (Уголок равнополочный ГОСТ 8509-93)  
Ориентация сечения:  $y = t$ ,  $z = -s$   
Отражение относительно оси Z: Нет

-- Коэффициенты расчетной длины  
(длины элементов определяются автоматически)

$\mu_y$	$\mu_z$	$K_1$
0.80	0.80	1.00

-- Материал  
Материал - сталь С 345  
Коэффициент условий работы: 1.00  
Разрешать пластику - нет.  
 $R_y = 335$  МПа

--Геометрические характеристики

A	$A_y$	$A_z$	$y_c$	$z_c$	$y_t$	$z_t$
см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	мм	мм	мм	мм
3.1	1.8	1.8	11	29	2	38

$I_y$	$I_z$	$I_t$	$I_w$	$W_y$	$W_z$	$i_y$	$i_z$
см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>6</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	мм	мм
4.6	4.6	0.2	0.0	1.6	1.6	12	12

--Значения усилий

Nc	N <sub>э</sub>	C (м)	L (м)	N (кН)	Q <sub>y</sub> (кН)	Q <sub>z</sub> (кН)	M <sub>y</sub> (кНм)	M <sub>z</sub> (кНм)
1	197	0.6	1.20	-0.6	0.0	-0.0	0.0	0.0
2	298	0.0	1.08	0.1	0.0	-0.0	-0.0	0.0
3	197	0.0	1.20	-0.1	0.0	-0.0	-0.0	0.0

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	K <sub>y</sub>
1.0	1.788	0.325	3.173	1.125	0.017		

Комбинация 1. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	K <sub>z</sub>
1.0	1.788	0.325	3.173	1.125	0.017		

Комбинация 1. Проверка устойчивости при совместном действии N,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	K <sub>yz</sub>
0.245	0.023	

Комбинация 1. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	K <sub>ик</sub>
1.2	0.388	0.367	0.024

mb-Viewer 48May 2014 - Copyright 2013 - mb AEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 31

Изн. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

69



Обозн. проекта  
FE-модель **pms-24\_00**  
Обозн. модели

**MicroFe** 2014  
Дата **24.05.16**

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_y$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Ky
1.0	0.000	0.600	3.173	1.183	0.002		

Комбинация 3. Проверка устойчивости в плоскости момента  $M_z$

L	m	ef	Fi	e	Lambda	Eta	Kz
1.0	0.000	0.600	3.173	1.183	0.002		

Комбинация 3. Проверка устойчивости при совместном действии  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

Fi	eyz	Kyz
0.695	0.002	

Комбинация 3. Проверка устойчивости плоской формы изгиба

L	c	Lambda	Кик
1.2	1.000	0.367	0.002

--Результаты расчета

Nc	Ksig	Ky	Kz	Kyz	Ksigv	Ktau	Кик
1	0.013	0.017	0.017	0.023	0.012	0.000	0.024
2	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
3	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002

Максимальное значение гибкости по  $xz$ : 79

Максимальное значение гибкости по  $xy$ : 79

mbAEC Software GmbH

mb AEC Software GmbH Europaallee 14 67657 Kaiserslautern Стр. 32

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

70

#### 4. Расчет балки под КТП (поз. 2)

Расчет выполнялся в соответствии с СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции».

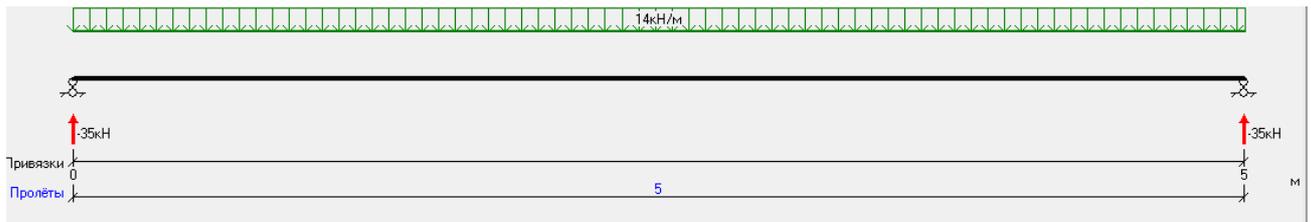
Ширина грузовой площади 1,6.

Таблица сбора нагрузок

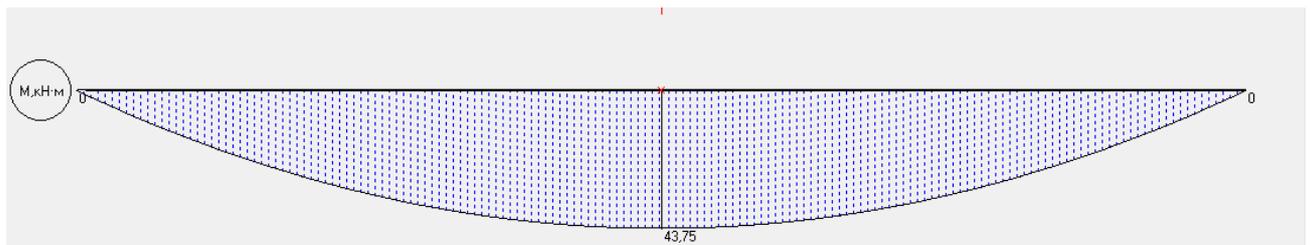
Поз.	Наименование нагрузки	Норм. нагр-ка кг/м <sup>2</sup>	Коэф. надеж-ти по нагр-ке	Расчетная нагр-ка кг/м <sup>2</sup>	Расчетная нагр-ка на балку кг/м.п.
1	Собственный вес балки, вес балки 1м.п. – 18,4кг	-	1.05	-	20
2	Собственный вес блок бокса с оборудованием	303	1.05	318.15	509.04
3	Снеговая нагрузка	250.0	1.4	350.0	560.0
4	Временная нагрузка	150.0	1.3	195.0	312
	Итого			q=	1401

$$q=1401\text{кг/м.п.}=14.01\text{кН/м.}$$

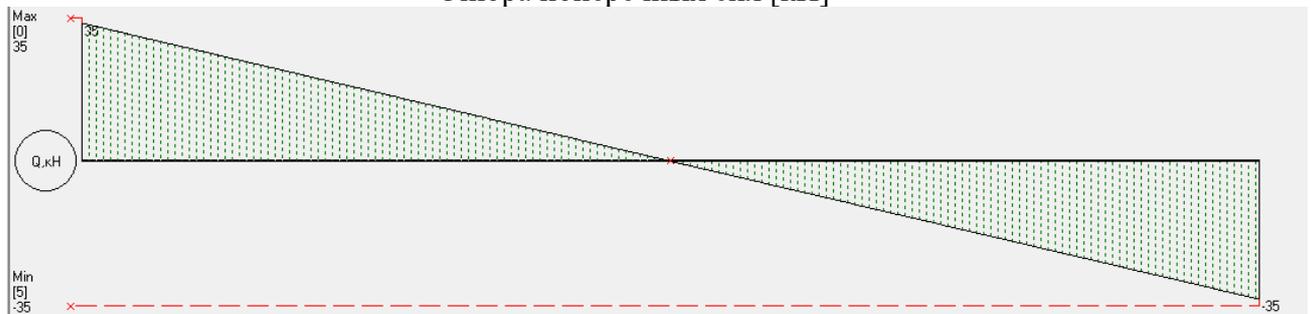
Расчётная схема балки



Эпюра изгибающих моментов [кН·м]



Эпюра поперечных сил [кН]



Инов. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

71

### Подбор сечения балки

В проекте применена двутавровая балка 20П по ГОСТ 8240-97, марка стали С345 с допускаемым напряжением  $[\sigma]=325\text{МПа}$ .

Максимальный изгибающий момент:  $M_{\max}=43.75\text{кН}\cdot\text{м}$ .

Из условия прочности при изгибе, находим необходимый момент сопротивления двутавра:

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{43,75 \cdot 10^3}{325 \cdot 10^6} = 134,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 134,6 \text{ см}^3$$

Из таблицы сортамента ГОСТ 8240-97 для балки 20П  $W_{x \text{ табл}}=153,0\text{см}^3$ . Прочность балки обеспечена.

### Вычисляем прогиб балки

Прогиб балки определяется по формуле:

$$f = \frac{5 \cdot 14,01 \cdot 5^4}{384 \cdot 206010 \cdot 0,0000153} = 10,7 \text{ мм} \leq \frac{1}{150} \frac{2500}{150} = 16,6 \text{ мм}$$

Прогиб балки меньше допустимого.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					МК98-2020-КР.РР	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док		Подпись

### 5. Расчет балки под ПЛЕС (поз. 9)

Расчет выполнялся в соответствии с СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции».

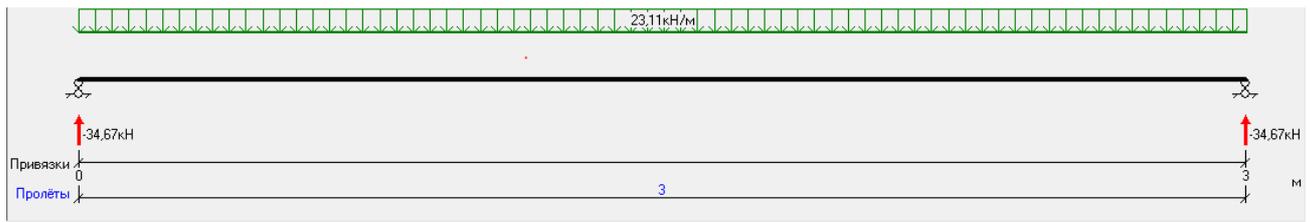
Ширина грузовой площади 3,0.

Таблица сбора нагрузок

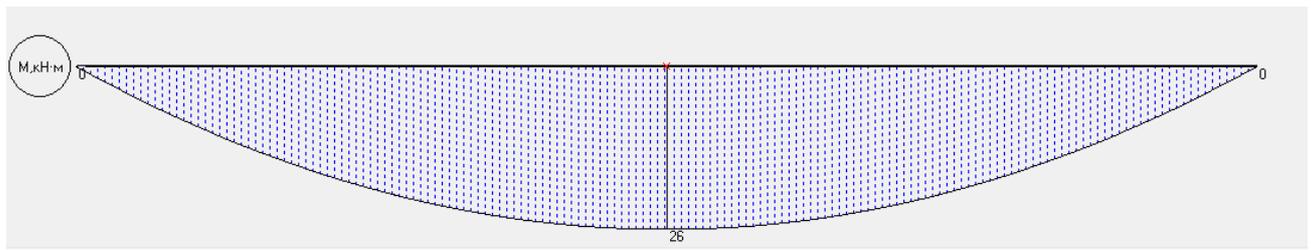
Поз.	Наименование нагрузки	Норм. нагр-ка кг/м2	Коэф. надеж-ти по нагр-ке	Расчетная нагр-ка кг/м2	Расчетная нагр-ка на балку кг/м.п.
1	Собственный вес балки, вес балки 1м.п. –30,6кг	-	1.05	-	32,1
2	Собственный вес блок бокса с оборудованием	1340	1.05	1407	1407
3	Снеговая нагрузка	250.0	1.4	350.0	560.0
4	Временная нагрузка	150.0	1.3	195.0	312
	Итого			q=	2311,1

$$q=2311,1\text{кг/м.п.}=23,111\text{кН/м.}$$

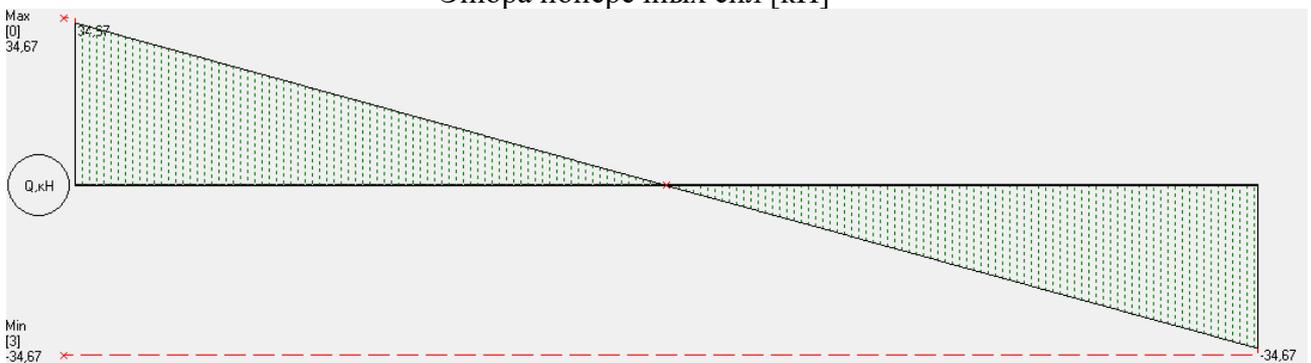
#### Расчётная схема балки



#### Эпюра изгибающих моментов [кН·м]



#### Эпюра поперечных сил [кН]



#### Подбор сечения балки

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					МК98-2020-КР.РР	Лист 73
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.		

В проекте применена двутавровая балка 20Ш по ГОСТ 8240-97, марка стали С345 с допуском напряжением  $[\sigma]=325\text{МПа}$ .

Максимальный изгибающий момент:  $M_{\max}=26\text{кН}\cdot\text{м}$ .

Из условия прочности при изгибе, находим необходимый момент сопротивления двутавра:

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{26 \cdot 10^3}{325 \cdot 10^6} = 80 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 80 \text{ см}^3$$

Из таблицы сортамента ГОСТ 8240-97 для балки 20Ш  $W_{x \text{ табл}}=275,0\text{см}^3$ . Прочность балки обеспечена.

*Вычисляем прогиб балки*

Прогиб балки определяется по формуле:

$$f = \frac{5 \cdot 23,11 \cdot 3^4}{384 \cdot 206010 \cdot 0,0000153} = 7,7 \text{ мм} \leq \frac{1}{150} \cdot \frac{2500}{150} = 16,6 \text{ мм}$$

Прогиб балки меньше допустимого.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			МК98-2020-КР.РР						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				

## 6. Расчет балки под Операторную (КПП)

Расчет выполнялся в соответствии с СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции».

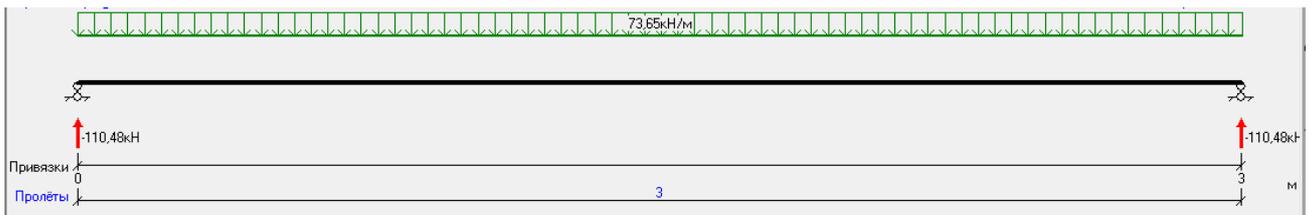
Ширина грузовой площади 2,43.

Таблица сбора нагрузок

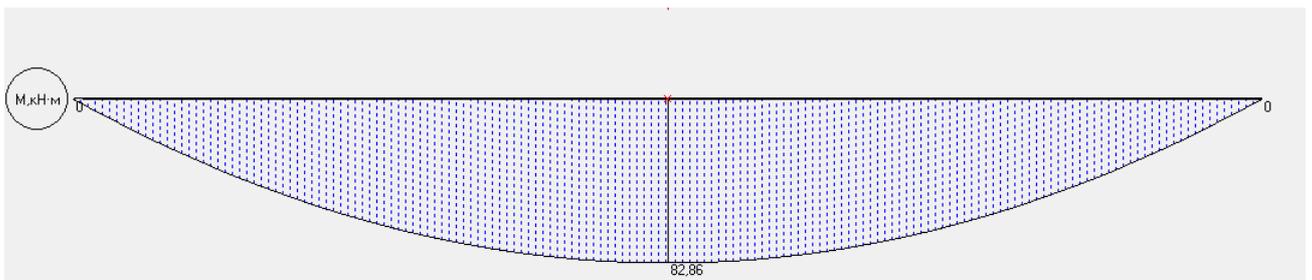
Поз.	Наименование нагрузки	Норм. нагр-ка кг/м2	Коэф. надеж-ти по нагр-ке	Расчетная нагр-ка кг/м2	Расчетная нагр-ка на балку кг/м.п.
1	Собственный вес балки, вес балки 1м.п. –30,6кг	-	1.05	-	32,1
2	Собственный вес блок бокса с оборудованием	2355	1.05	2472,75	6008,78
3	Снеговая нагрузка	250.0	1.4	350.0	850,5
4	Временная нагрузка	150.0	1.3	195.0	473,8
	Итого			q=	7365,18

$$q=7365,18\text{кг/м.п.}=73,65\text{кН/м.}$$

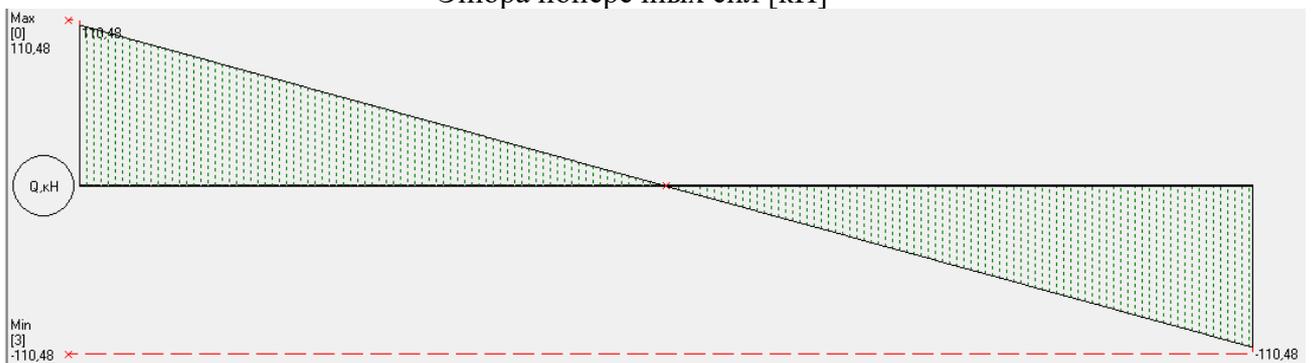
### Расчётная схема балки



### Эпюра изгибающих моментов [кН·м]



### Эпюра поперечных сил [кН]



Инв. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист
			МК98-2020-КР.РР				
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

### Подбор сечения балки

В проекте применена двутавровая балка 25Ш по ГОСТ 8240-97, марка стали С345 с допускаемым напряжением  $[\sigma]=325\text{МПа}$ .

Максимальный изгибающий момент:  $M_{\max}=82,86\text{кН}\cdot\text{м}$ .

Из условия прочности при изгибе, находим необходимый момент сопротивления двутавра:

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{82,86 \cdot 10^6}{325 \cdot 10^6} = 252 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 252 \text{ см}^3$$

Из таблицы сортамента ГОСТ 8240-97 для балки 20Ш  $W_{x \text{ табл}}=501,7\text{см}^3$ . Прочность балки обеспечена.

### Вычисляем прогиб балки

Прогиб балки определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{5 \cdot 73,65 \cdot 2,43^4}{384 \cdot 206010 \cdot 0,0000163} = 10,6 \text{ мм} \leq \frac{l}{150} = \frac{2500}{150} = 16,6 \text{ мм}$$

Прогиб балки меньше допустимого.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			МК98-2020-КР.РР						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				

### 7. Расчет площадки (балкона) операторной (КПП)

Расчет металлических конструкций выполнен с применением программного комплекса «ЛИРА-САПР»

Нагрузки на расчетную схему приложены в следующих загрузениях

- Загружение 1: «Собственный вес каркаса» - собственный вес конструктивных элементов, рассчитывается ПК;
- Загружение 2: «Снеговая» - временная нагрузка от веса снегового покрова с учетом снеговых мешков;
- Загружение 3: «Временная» - кратковременная нагрузка от людей и материалов;

Таблица РСН

№ сочет.	№ загр.	Имя загрузки	Вид	Коэффициент
1	1	Собственный вес каркаса	Постоянная (П)	1
1	2	Снеговая	Кратковременное (К)	0,7
1	3	Временная	Кратковременное (К)	0,7

Таблица жесткостей

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(т,м) расп.вес-(т,м))
1	труба 114 x 5	$q=0.013435$ , $EF=35966.1$ , $EI_y=53.5$ , $EI_z=53.5$ , $GI_k=40.5$ $Y1=2.61$ , $Y2=2.61$ , $Z1=2.61$ , $Z2=2.61$ , $RU\_Y=0$ , $RU\_Z=0$
2	Уголок 50x50x5	$q=0.00377$ , $EF=10083$ , $EI_y=2.35$ , $EI_z=2.35$ , $GI_k=0.0342$ $Y1=0.652$ , $Y2=1.64$ , $Z1=0.652$ , $Z2=1.64$ , $RU\_Y=0$ , $RU\_Z=0$
3	Швеллер 14П	$q=0.01224$ , $EF=32769.6$ , $EI_y=104$ , $EI_z=10.8$ , $GI_k=0.211$ $Y1=0.829$ , $Y2=1.81$ , $Z1=4.51$ , $Z2=4.51$ , $RU\_Y=-3.73$ , $RU\_Z=0$
4	Швеллер 12П	$q=0.01044$ , $EF=27938.2$ , $EI_y=64.1$ , $EI_z=7.33$ , $GI_k=0.169$ $Y1=0.741$ , $Y2=1.58$ , $Z1=3.82$ , $Z2=3.82$ , $RU\_Y=-3.35$ , $RU\_Z=0$
5	Швеллер 24П	$q=0.02401$ , $EF=64278.8$ , $EI_y=611$ , $EI_z=52.1$ , $GI_k=0.601$ $Y1=1.29$ , $Y2=2.98$ , $Z1=7.92$ , $Z2=7.92$ , $RU\_Y=-5.86$ , $RU\_Z=0$
	Пластина Н1 (ПВЛ)	$E=2e+007$ , $V=0.25$ , $H=1$ , $Ro=16$
6	Коробка швеллеров 12П	$q=0.02088$ , $EF=55876.4$ , $EI_y=128$ , $EI_z=84.7$ , $GI_k=54.6$ , $Y1=2.91$ , $Y2=2.91$ , $Z1=3.82$ , $Z2=3.82$ , $RU\_Y=0$ , $RU\_Z=0$

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Лист

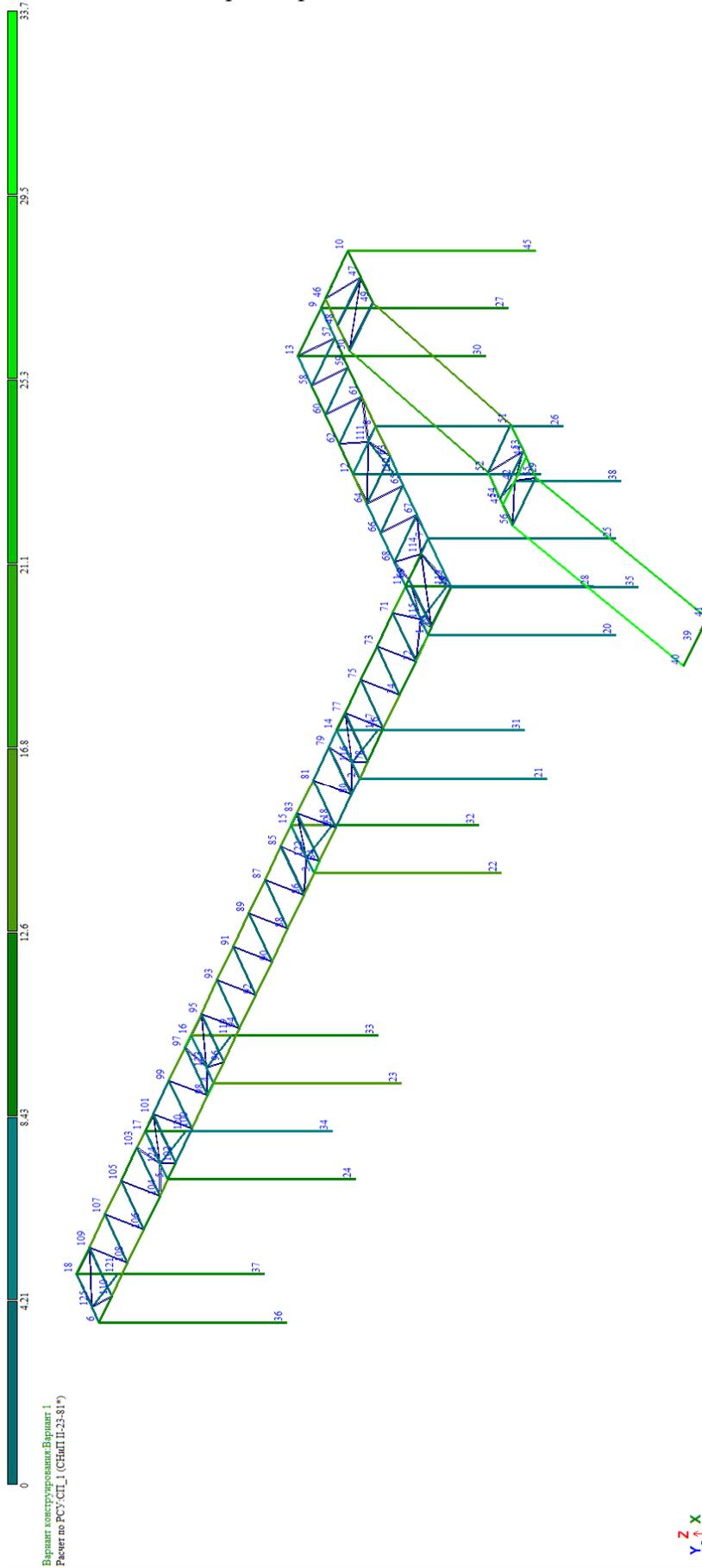
77







### Результаты расчета Первое предельное состояние

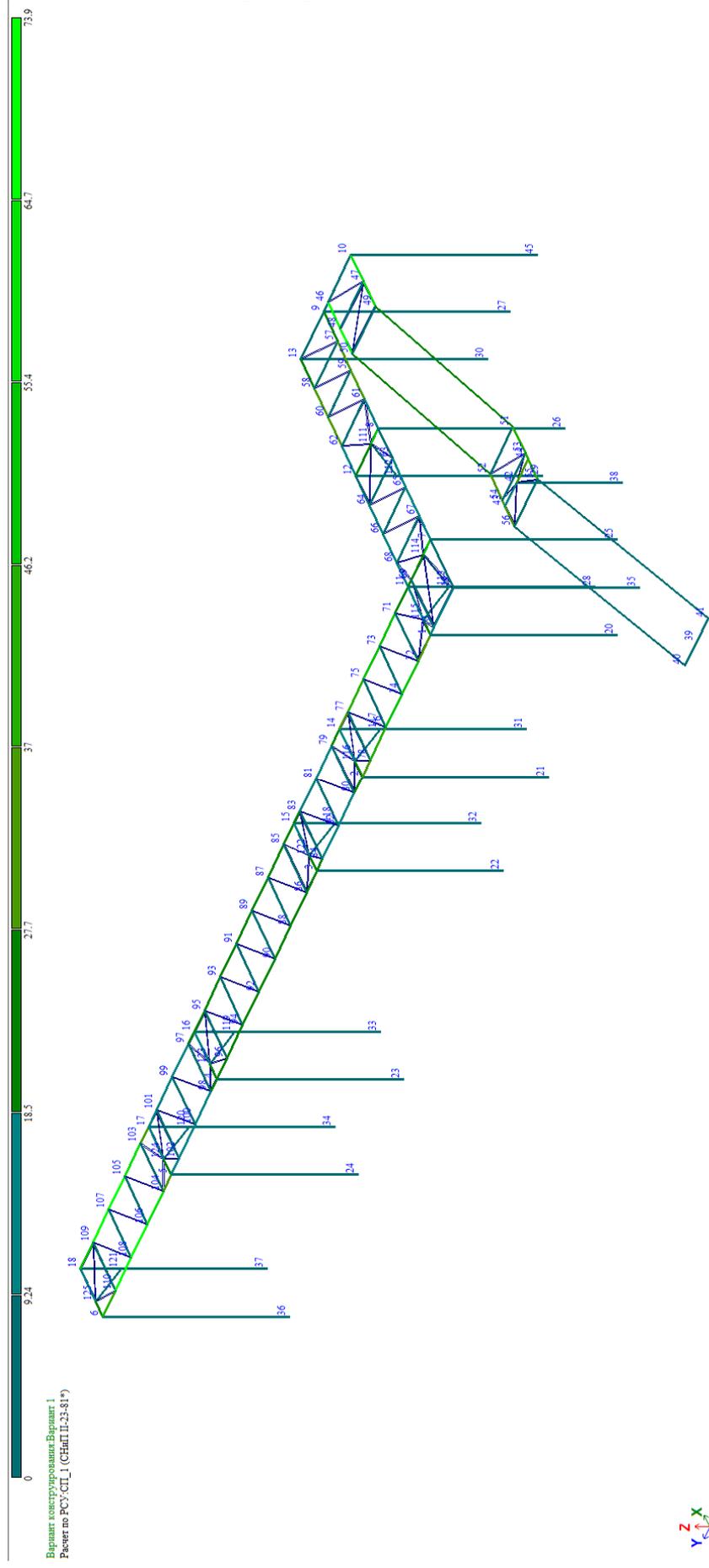


Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

Второе предельное состояние



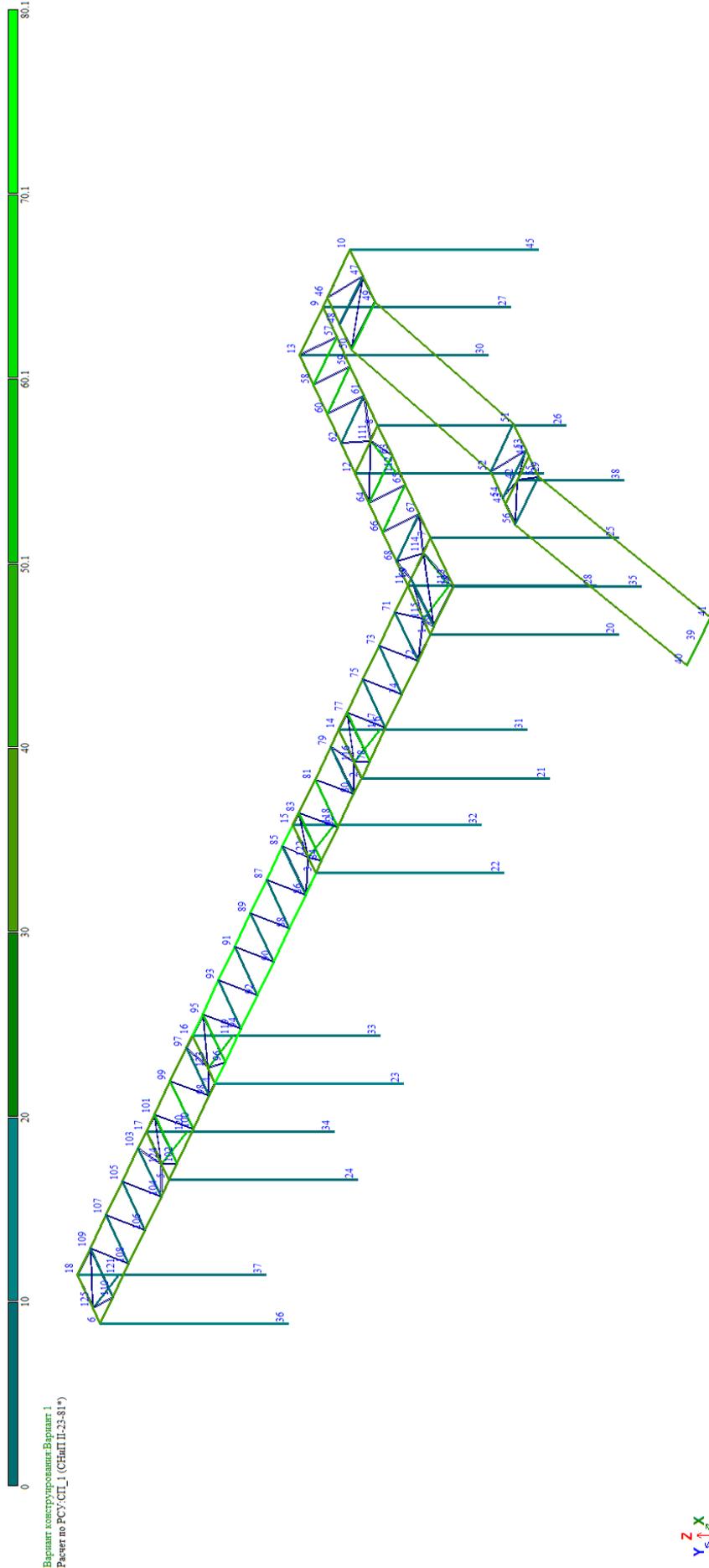
Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР

### Местная устойчивость



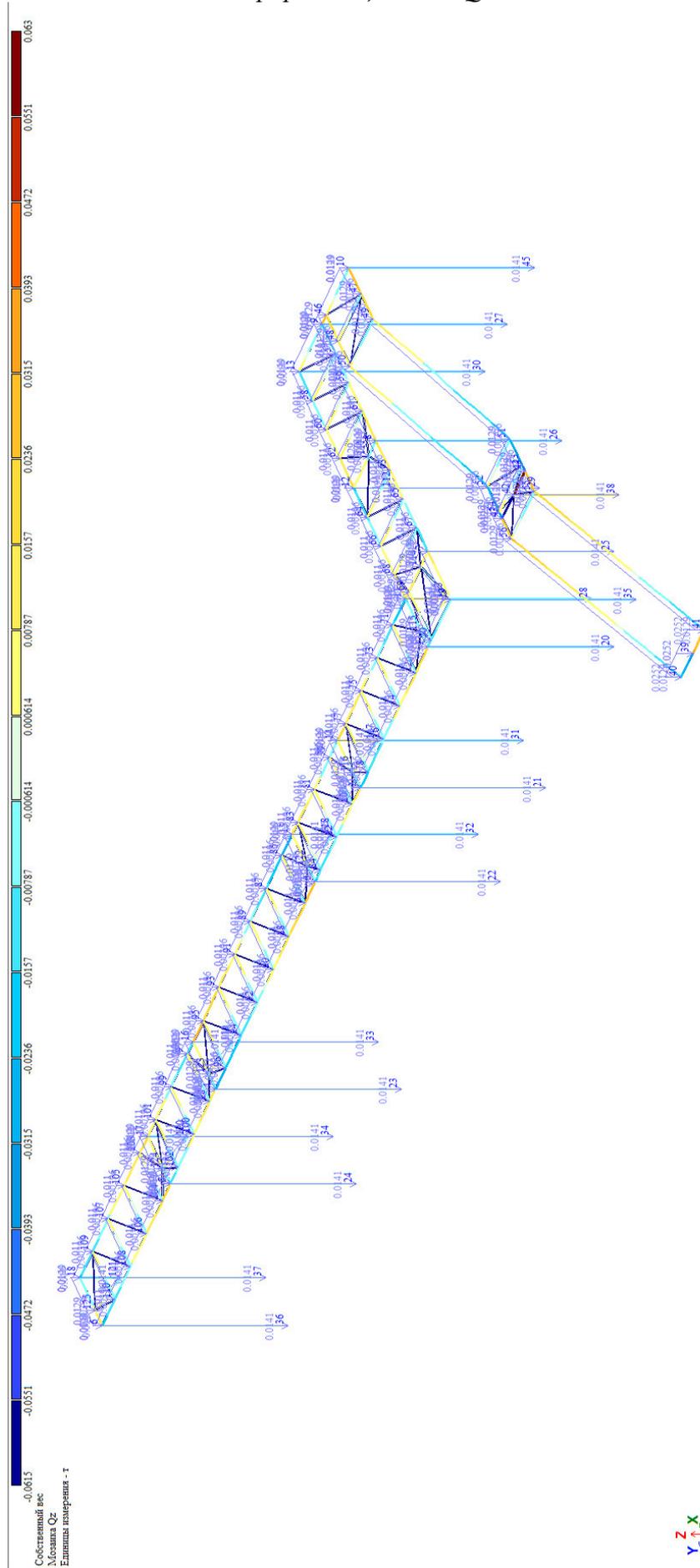
Инв. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР



Прорезающая сила QZ



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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

МК98-2020-КР.РР



### 7.2 Анализ результатов конструктивного расчета

Конструктивный расчет элементов выполнен средствами «ЛИРА-САПР», где заданы необходимые для расчета параметры: марки стали, расчетные длины элементов, коэффициенты условий работы, предельные прогибы.

Для подбора наименьшего количества элементов с одинаковым поперечным сечением в схеме применена унификация по наименеевыгоднейшим значениям РСН, которые возникают во всех сечениях элементов.

Из результатов конструктивного расчета элементов расчетных схем, следует, что конструкции проходят проверки по предельным состояниям.

### 7.3 Вывод

Проведенные расчеты подтверждают, что для принятых в рабочем проекте решений обеспечены проверки по всем предельным состояниям первой и второй группы, а также обеспечена местная устойчивость элементов. Цветовое отображение результатов проверки элементов см. п. 7.1. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА.

При изменении расчетной схемы, величины или местоположения нагрузок, введения дополнительной нагрузки требуется провести повторный проверочный расчет.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 8. Лицензия программного продукта

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
ПРОЕКТНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
**« СТРОЙЭКСПЕРТИЗА »**

300012, РФ, г.Тула, ул.М.Тореза, д.18  
http://www.basegroup.su  
info@basegroup.su, sup@basegroup.su



ГРУППА КОМПАНИЙ  
**СТРОЙ  
ЭКСПЕРТИЗА**

### Лицензия № 2-17-015 от 26.01.2017г.

на использование экземпляра программ **Фундамент** в количестве 1 экземпляр

Лицензиар ООО ПСП "Стройэкспертиза" подтверждает неисключительное право  
**ООО «Академпроект», г.Нижневартовск**  
на использование приобретенного им программного продукта.

Лицензиар гарантирует конечному пользователю, что предоставляемые права принадлежат ему на законных основаниях  
Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Фундамент» №2008612182

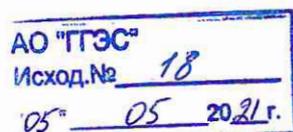
Лицензия выдана на основании Лицензионного договора № 06-02-02 от 19.03.2008г.



Директор ООО ПСП "Стройэкспертиза"  
А.К. Стасюк

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	МК98-2020-КР.РР	

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
“ГУБКИНСКИЕ ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ”**



Главному инженеру  
МКУ «УОС»  
О.Р. Аглиуллину

**ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

**на проектирование электроснабжения объекта: «Строительство полигона накопления снега  
в г.Губкинский»,  
расположенного по адресу: ЯНАО, г. Губкинский, земельный участок с кадастровым  
номером 89:14:040101:3У2  
(взамен ТУ №113 от 23.09.2020г.)**

1. Электроснабжение объекта выполнить на напряжение 10кВ.
2. Источник питания: ВЛ-10кВ Б-12, номер опоры определить на стадии проектирования.
3. Предусмотреть установку отпаечной опоры. На отпаечной опоре установить подкос, разъединитель, на траверсе установить ОПН-10кВ.
4. Предусмотреть компенсацию реактивной мощности до  $\text{tg } \varphi = 0,2$ .
5. Категория электроснабжения – 3.
6. Мощность определить проектом.
7. Уставки защит РУ-10кВ согласовать с АО"ГТЭС".
8. Для учета электрической энергии и мощности на стороне 0,4кВ ТП-10/0,4кВ:
  - при мощности энергопринимающих устройств до 670 кВт, предусмотреть установку счетчиков класса точности 1,0 и выше с возможностью присоединения к интеллектуальным системам учета электрической энергии(мощности) в соответствии с №522-ФЗ от 27.12.2018;
  - при мощности энергопринимающих устройств выше 670кВт предусмотреть установку приборов учета, позволяющих измерять почасовые объемы потребления электрической энергии, класса точности 0,5S и выше, обеспечивающих хранение данных о почасовых объемах потребления электрической энергии за последние 90 дней и более или включенные в систему учета. (п.139, п.п.2 Постановления РФ №442 от 04.05.2012г.); с возможностью присоединения к интеллектуальным системам учета электрической энергии(мощности) в соответствии с №522-ФЗ от 27.12.2018.
9. План трассы ВЛ-10кВ согласовать с АО «ГТЭС», землепользователями и иными собственниками инженерных коммуникаций.
10. Мачты для прожекторов предусмотреть оцинкованные. В стволе каждой мачты предусмотреть отходящий автоматический выключатель на прожектор.
11. Расстояние между мачтами определить исходя из обеспечения нормативной освещенности согласно СНиП 23-05-95.
12. Предусмотреть для подключения линии установку шкафа управления с фотореле с вводным и отходящими автоматическими выключателями.
13. Проектом предусмотреть установку на мачты светодиодных прожекторов.
14. Мощность прожекторов определить исходя из требований норм освещенности данной категории.
15. Выполнить расчет токов КЗ.

16. Обеспечить соблюдение качества электроэнергии со стороны потребителя в соответствии с ГОСТ 32144-2013 и Федеральным законом «Об энергоэффективности».
17. Проектирование выполнить в соответствии с требованиями ПУЭ, СНиП, ГОСТ, СП.
18. Проект электроснабжения согласовать с АО «ГГЭС».

*Действие технических условий распространяется до момента подачи заявки на технологическое присоединение и не может превышать три года. Для технологического присоединения необходимо подать заявку в соответствии с Постановлением Правительства №861 от 27.12.04 года.*

**Первый заместитель  
генерального директора –  
Главный инженер**



**Д.Н.Бельковец**