

ООО «Центр Технических Экспертиз»

ПРОЕКТ
реконструкции кранов козловых контейнерных
типа МККС-42Км производства ОАО «Балткран»
Изыскательно-расчетная часть

Пояснительная записка
36.МККС.001.000-000 ПЗ

Киров 2015г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения.....	3
2.	Сравнительный анализ кранов МККС-42Км зав. № 24, 39, 47.....	4
3.	Статический расчет несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км до реконструкции.....	21
4.	Статический расчет несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км после реконструкции.....	33
5.	Статический расчет несущих металлоконструкций грузовой тележки после реконструкции.....	45
6.	Обоснование и установка тензо-резисторных датчиков.....	49
7.	Поверочные расчёты приводов.....	58

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ							
					Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Разраб.	Ларинин			Проект реконструкции кранов козловых контейнерных типа МККС-42Км производства ОАО «Балткран». Изыскательно-расчетная часть. Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
					Проверил	Полевщиков					2	62
					Т.контр					ООО «ЦТЭ»		
					Н. Контр.	Тараканов						
					Утвердил	Игнатов						

1 Общие положения.

Расчетно-пояснительная записка составлена к проекту реконструкции кранов козловых контейнерных типа МККС-42Км, предназначенных для перегрузки крупнотоннажных контейнеров производства ОАО «Балткран». Реконструкция вызвана необходимостью повышения грузоподъемности кранов до 36т, снижению статических и динамических нагрузок и усилению контроля за напряжениями, возникающими в наиболее нагруженных элементах.

Металлоконструкция моста козлового контейнерного крана типа МККС-42Км производства ОАО «Балткран» выполнена в виде треугольной фермы. Верхний пояс представляет собой трубный прокат диаметром 325 мм, нижние пояса сварные коробчатого сечения. Мост фланцами соединен с ригелями жестких и гибких опор, выполненных из трубного проката. Опоры шарнирно соединены с ригелями и стяжными балками. Ходовые тележки балансирные, соединены с опорами осями.

Грузовая тележка поворотная, рамной конструкции, подвесная, опирается ходовыми колесами на рельсовый подтележечный путь, установленный на нижние пояса моста.

Кран предназначен для работы на открытом воздухе в диапазоне рабочих температур от минус 40 до плюс 40°C.

Технические характеристики крана

1. Грузоподъемность, т 35
2. Пролет, м 25,0
3. Вылет консолей, м 8,0/8,0
4. Класс использования (режим работы) А5 (5К)
5. Скорости:
 - подъема, м/мин 12
 - передвижения крана, м/мин 60
 - передвижения тележки, м/мин 40

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

3

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

2 Сравнительный анализ кранов МККС-42Км

Для обеспечения достоверности типового поверочного расчета несущих металлоконструкций крана, реализовав совокупность наиболее неблагоприятных факторов в расчетной модели, был произведен анализ статистических данных по трем кранам типа МККС-42Км, расположенных в филиалах ПАО «Трансконтейнер» в городах Магнитогорск, Уфа, Киров. В ходе анализа были обработаны следующие показатели: основные технических параметры, сечение элементов несущих металлоконструкций, их номинальные и фактические толшины, вариант усиления согласно Проекту по реконструкции металлических конструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км ОАО «Балткран» от 31.03.2008г.

Таблица 2.1 – Основные технические параметры

Параметры	МККС-42К зав. № 24 (г. Киров)	МККС-42КМ зав. № 39 (г. Магнитогорск)	МККС-42КМ зав. № 47 (г. Уфа)
Год выпуска	2003	2004	2005
Группа классификации крана	A5	A5	A5
механизмов:			
подъёма	M5	M5	M5
передвижения крана	M5	M5	M5
передвижения тележки	M5	M5	M5
Предельная температура рабочего состояния:			
наибольшая	Плюс 40 °С	Плюс 40 °С	Плюс 40 °С
наименьшая	Минус 40 °С	Минус 40 °С	Минус 40 °С
Допустимая скорость ветра на высоте 10 м (для рабочего состояния), м/с	14	14	14
Кратность полиспаста	2x8	2x8	2x8
Основные характеристики:			
грузоподъёмность, т	30,5	35,0	35,0
высота подъёма	9,0	9,0	9,0
максимальная, м	25,0	25,0	25,0
пролёт крана, м	8,0 и 8,0	8,0 и 8,0	8,0 и 8,0
вылет консолей рабочий, м	21,0	21,0	21,0
база крана, м			
Некоторые установочные размеры крана и грузовой тележки:			
база тележки, м	3,0	3,0	3,0
колея тележки, м	3,17	3,17	3,17
высота крана от уровня			

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

4

Изм. Лист № документа Подпись Дата

головки рельса, м	21,3	21,3	21,0
Скорости механизмов (номинальные):			
подъёма, м/мин	12,0	12,0	12,0
передвижения крана, м/мин	60,0	60,0	60,0
передвижения тележки, м/мин	40,0	40,0	40,0
Масса крана, т	164	160	166
Максимальная нагрузка колеса крана на рельс, кН	245	245	245
Тип и ширина головки тележечного рельса, мм	Квадрат 50	Квадрат 50	Квадрат 50
Грузовой электродвигатель	Асинхронный с фазным ротором 4МТН280L6У1 110 кВт, 980 об/мин	Асинхронный с короткозамкнутым ротором SIEMENS 1LG4 316-6AA60-Z 110 кВт, 980 об/мин	Асинхронный с короткозамкнутым ротором SIEMENS 1LG4 316-6AA60-Z 110 кВт, 980 об/мин
Грузовой редуктор	ЦЗУ-400-80- 32М-У1	ЦЗУ-400-80-32М-У1	ЦЗУ-400-80-32М-У1
Грузовой тормоз	Автоматически й нормально- закрытый колодочный ТКГ-400	Автоматический нормально-закрытый колодочный ТКГ-400	Автоматический нормально-закрытый колодочный ТКГ-400
Грузовой канат	22,5-Г-ВК-НР- 1770 ГОСТ 2688-80	22,5-Г-ВК-НР-Т- 1860 ГОСТ 2688-80	22,5-Г-ВК-НР-Т- 1860 ГОСТ 2688-80

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист
						5

Таблица 2.2 – Сечения основных элементов металлоконструкций

Наименование элементов металлоконструкции	Сечение элемента крана МККС-42Км зав.№39 г.Магнитогорск	Сечение элемента крана МККС-42Км зав.№47 г. Уфа	Сечение элемента крана МККС-42К зав.№24 г. Киров
Хребтовая труба пролетного строения	Труба ø325x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø325x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø325x25 ГОСТ 8732-78
Нижние пояса пролетного строения	Лист Б-ПН-20 ГОСТ 19903-74	Лист Б-ПН-20 ГОСТ 19903-74	Лист Б-ПН-20 ГОСТ 19903-74
Вертикальные (наклонные) раскосы и связи пролетного строения	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78
Горизонтальные раскосы и связи пролетного строения	Труба ø108x8 ГОСТ 8732-78	Труба ø102x8 ГОСТ 8732-78	Труба ø114x7 ГОСТ 8732-78
Раскосы и связи пролетного строения в районе установки ригелей	Труба ø168x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø168x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø168x20 ГОСТ 8732-78
Пояса ригелей жестких и гибких опор	Труба ø219x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø219x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø219x20 ГОСТ 8732-78
Связи ригелей жестких и гибких опор	Труба ø168x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø168x20 ГОСТ 8732-78	Труба ø168x20 ГОСТ 8732-78
Раскосы ригелей жестких и гибких опор	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78
Пояса жестких и гибких опор	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78	Труба ø127x15 ГОСТ 8732-78
Раскосы жестких и гибких опор	Труба ø60x6 ГОСТ 8732-78	Труба ø60x6 ГОСТ 8732-78	Труба ø63x5 ГОСТ 8732-78
Вариант усиления согласно проекта по реконструкции металлических конструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км ОАО «Балткран» от 31.03.2008г.	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Толщинометрия производилась при помощи ультразвукового толщиномера А1209, зав. № 198977 (Свидетельство о поверке № 62-48/634, выданное Кировским ЦСМ) по типовым схемам на каждый узел несущей металлоконструкции крана, представленным ниже.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ					Лист
										7

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

36.МКС.001.000-000 ПЗ	
Лист	8

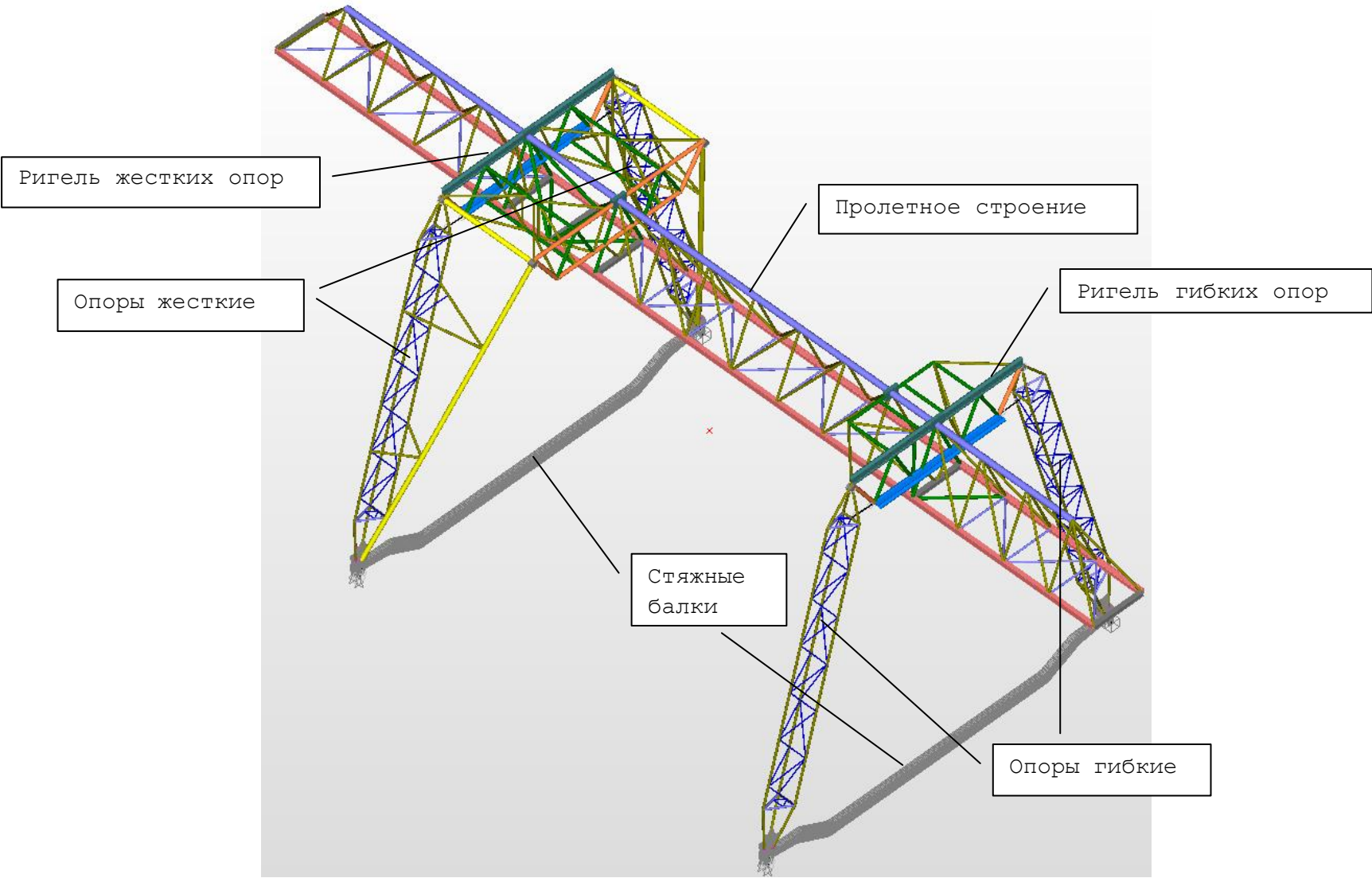


Рисунок 2.1 – Геометрическая схема металлоконструкции крана

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подл.	
Дата	

36.МКС.001.000-000 ПЗ	
Лист	9

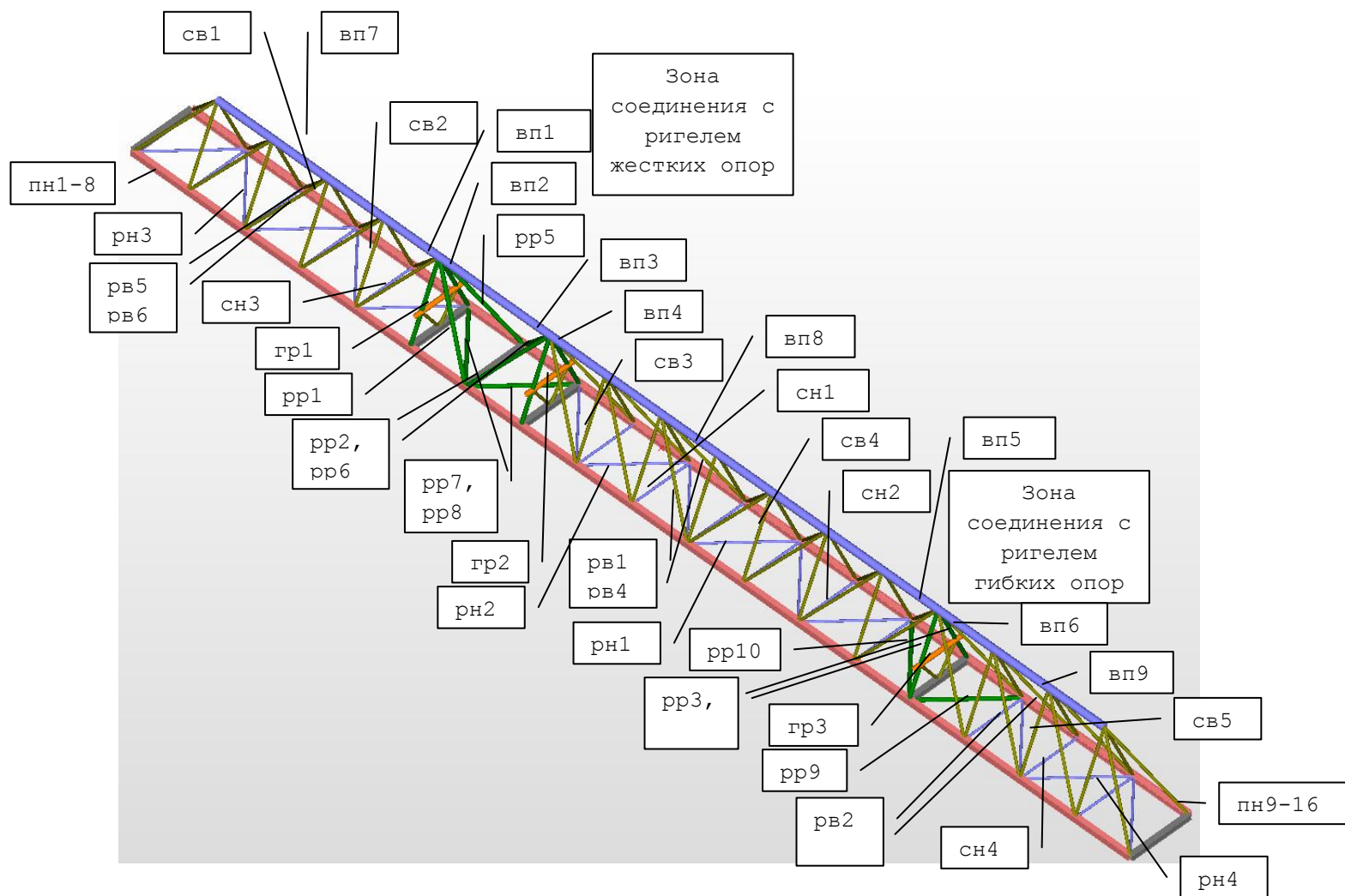


Рисунок 2.2 – Схема проведения толщинометрии пролетного строения крана

Условные обозначения: вп – верхний пояс, рп – раскос/связь в месте крепления ригеля, гр – горизонтальная связь ригеля, рн – раскос нижней плоскости, сн – связь нижней плоскости, рв – раскос вертикальной (наклонной) плоскости, св – связь вертикальной (наклонной плоскости), пн – нижний пояс (точки замеров по нижнему поясу располагались равномерно с шагом 5,5 м).

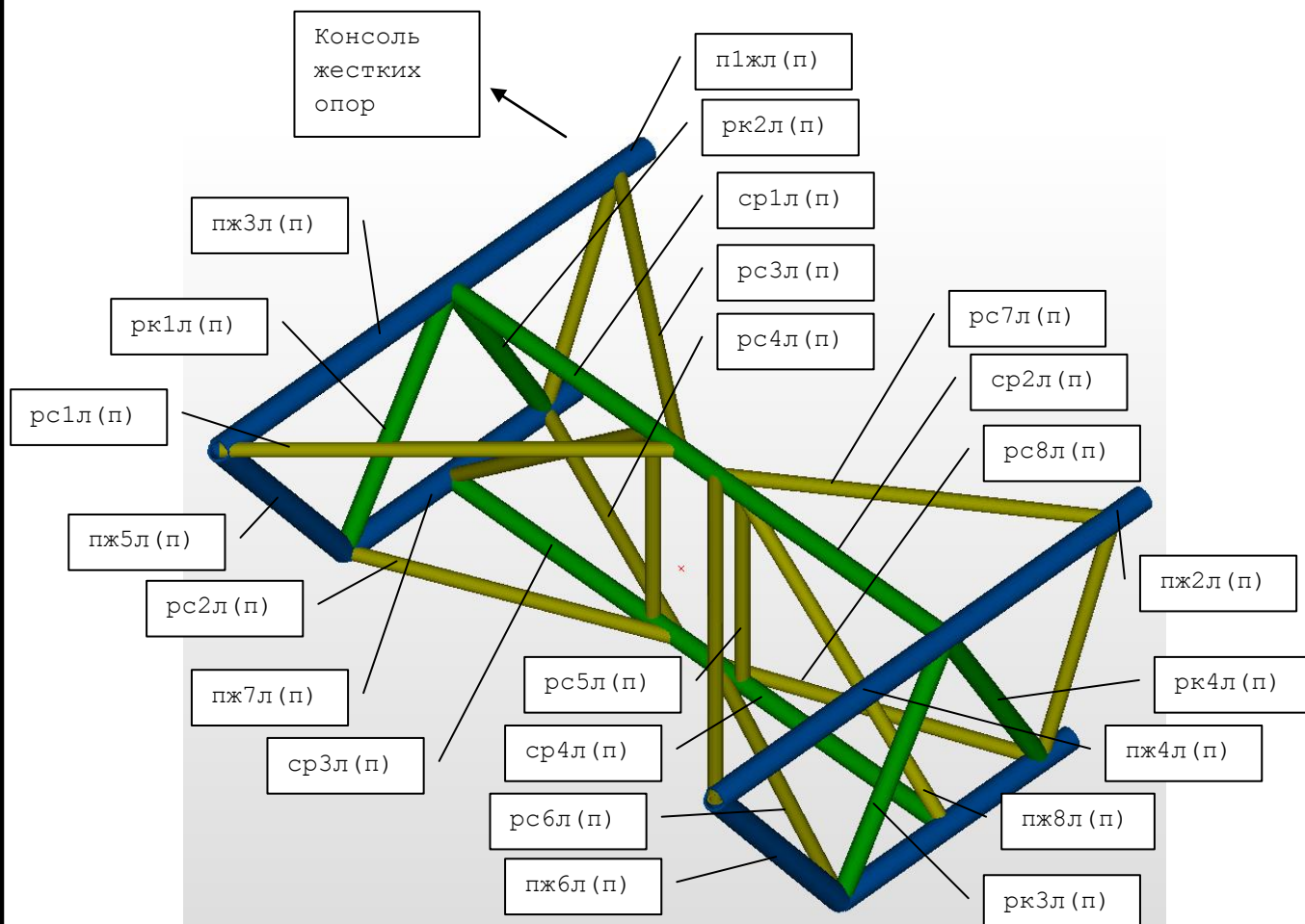


Рисунок 2.3 – Схема проведения толщинометрии ригеля жестких опор.
Условные обозначения: л(п) – правый и левый ригель соответственно,
пж – пояс жестких опор, рк – раскос ригеля вертикальной плоскости,
рс – раскосы ригеля, ср – связи ригеля поперечные.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.				Лист
36.МККС.001.000-000 ПЗ				10

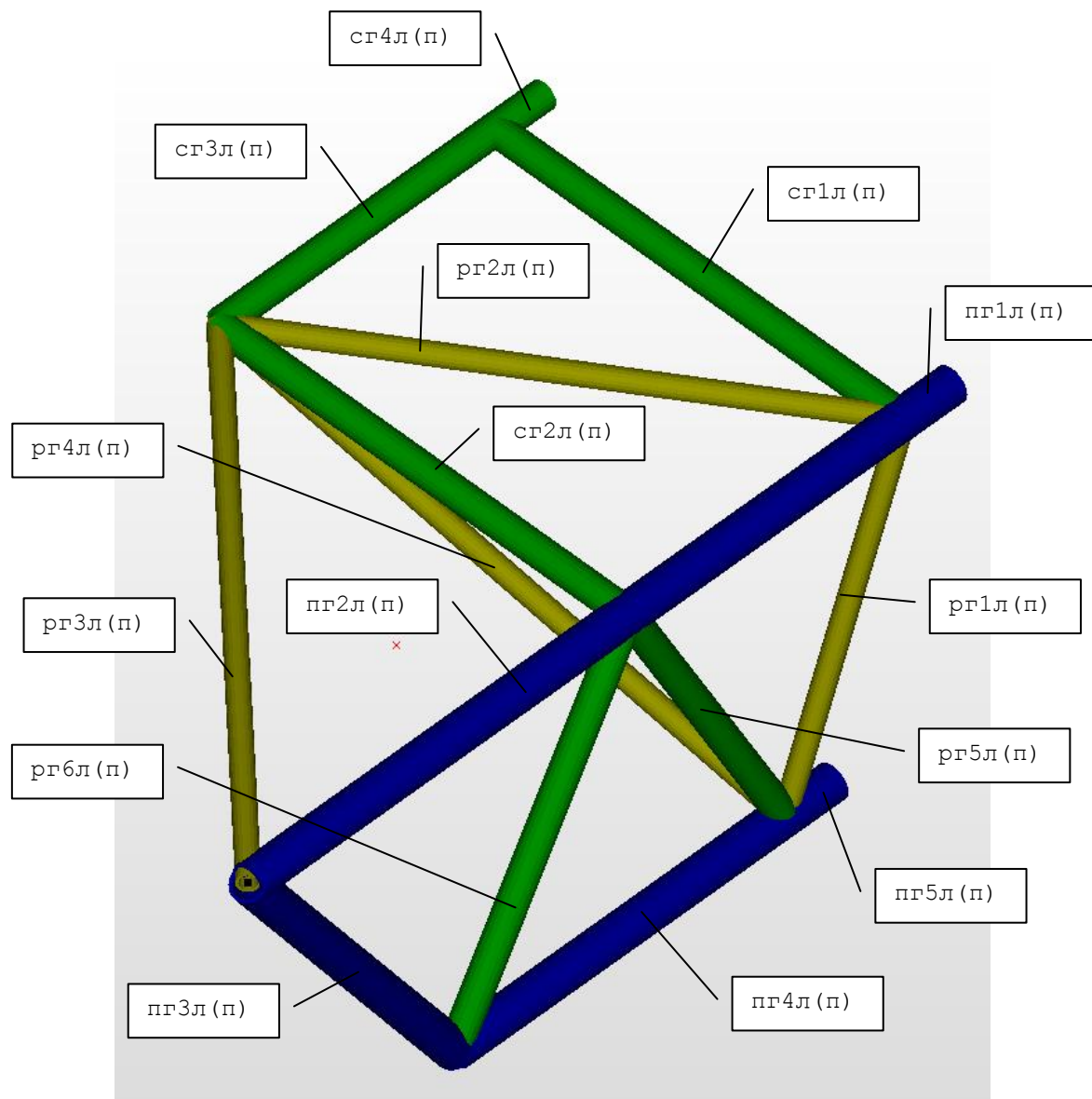


Рисунок 2.4 – Схема проведения толщинометрии ригелей гибких опор.
 Условные обозначения: л(п) – правый и левый ригель соответственно,
 пг – пояс гибких опор, рг – раскосы ригеля гибких опор,
 сг – связи ригеля гибких опор

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

11

Таблица 2.3 – Результаты ультразвуковой толщинометрии несущих металлоконструкций крана козлового контейнерного МККС-42Км зав. № 39, установленного в Филиале ПАО «Трансконтейнер» в г. Магнитогорск.

Объект контроля	Точки	Номинальная толщина, мм	Результат измерения, мм	Допустимая толщина металла, мм
Пролетное строение	Вп1	20,0	19,3	18,0
	Вп2	20,0	19,6	18,0
	Вп3	20,0	19,8	18,0
	Вп4	20,0	19,4	18,0
	Вп5	20,0	19,3	18,0
	Вп6	20,0	19,8	18,0
	Вп7	20,0	19,6	18,0
	Вп8	20,0	19,7	18,0
	Вп9	20,0	19,5	18,0
	Гр1	20,0	19,7	18,0
	Гр2	20,0	19,8	18,0
	Гр3	20,0	19,8	18,0
	Пн1	20,0	19,7	18,0
	Пн2	20,0	19,5	18,0
	Пн3	20,0	19,6	18,0
	Пн4	20,0	19,4	18,0
	Пн5	20,0	19,9	18,0
	Пн6	20,0	19,8	18,0
	Пн7	20,0	19,8	18,0
	Пн8	20,0	19,9	18,0
	Пн9	20,0	19,7	18,0
	Пн10	20,0	19,8	18,0
	Пн11	20,0	19,6	18,0
	Пн12	20,0	19,4	18,0
	Пн13	20,0	19,5	18,0
	Пн14	20,0	19,6	18,0
	Пн15	20,0	19,8	18,0
	Пн16	20,0	19,7	18,0
	Св1	15,0	14,2	13,5
	Св2	15,0	14,3	13,5
	Св3	15,0	14,5	13,5
	Св4	15,0	14,8	13,5
	Св5	15,0	14,7	13,5
	Сн1	8,0	7,8	7,2
	Сн2	8,0	7,6	7,2
	Сн3	8,0	7,7	7,2
	Сн4	8,0	7,9	7,2
	Рн1	8,0	7,9	7,2
	Рн2	8,0	7,9	7,2
	Рн3	8,0	7,8	7,2
	Рн4	8,0	7,9	7,2
	Рр1	20,0	19,6	18,0
	Рр2	20,0	19,5	18,0
	Рр3	20,0	19,7	18,0
	Рр4	20,0	19,8	18,0
	Рр5	20,0	19,6	18,0
	Рр6	20,0	19,7	18,0

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата.

Ригели жестких опор	Рр7	20,0	19,6	18,0
	Рр8	20,0	19,4	18,0
	Рр9	20,0	19,5	18,0
	Рр10	20,0	19,7	18,0
	Рв1	15,0	14,6	13,5
	Рв2	15,0	14,8	13,5
	Рв3	15,0	14,6	13,5
	Рв4	15,0	14,7	13,5
	Рв5	15,0	14,7	13,5
	Рв6	15,0	14,6	13,5
	Пж1л	20,0	19,4	18,0
	Пж2л	20,0	19,6	18,0
	Пж3л	20,0	19,5	18,0
	Пж4л	20,0	19,7	18,0
	Пж5л	20,0	19,6	18,0
	Пж6л	20,0	19,5	18,0
	Пж7л	20,0	19,5	18,0
	Пж8л	20,0	19,7	18,0
	Пж1п	20,0	19,4	18,0
	Пж2п	20,0	19,4	18,0
	Пж3п	20,0	19,5	18,0
	Пж4п	20,0	19,6	18,0
	Пж5п	20,0	19,7	18,0
	Пж6п	20,0	19,4	18,0
	Пж7п	20,0	19,4	18,0
	Пж8п	20,0	19,6	18,0
	Рк1л	20,0	19,4	18,0
	Рк2л	20,0	19,6	18,0
	Рк3л	20,0	19,5	18,0
	Рк4л	20,0	20,0	18,0
	Рк1п	20,0	19,8	18,0
	Рк2п	20,0	19,9	18,0
	Рк3п	20,0	19,7	18,0
	Рк4п	20,0	19,5	18,0
	Рс1л	15,0	14,8	13,5
	Рс2л	15,0	14,7	13,5
	Рс3л	15,0	14,6	13,5
	Рс4л	15,0	14,5	13,5
	Рс5л	15,0	14,8	13,5
	Рс6л	15,0	14,9	13,5
	Рс7л	15,0	14,8	13,5
	Рс8л	15,0	14,7	13,5
	Рс1п	15,0	14,6	13,5
	Рс2п	15,0	14,7	13,5
	Рс3п	15,0	14,6	13,5
	Рс4п	15,0	14,5	13,5
	Рс5п	15,0	14,6	13,5
	Рс6п	15,0	14,7	13,5
	Рс7п	15,0	14,6	13,5
	Рс8п	15,0	15,0	13,5
	Ср1л	20,0	19,8	18,0
	Ср2л	20,0	19,7	18,0
	Ср3л	20,0	19,9	18,0
	Ср4л	20,0	19,8	18,0
	Ср1п	20,0	19,7	18,0

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

13

Ригели гибких опор	Ср2п	20,0	19,7	18,0
	Ср3п	20,0	19,6	18,0
	Ср4п	20,0	19,8	18,0
	Пг1л	20,0	19,7	18,0
	Пг2л	20,0	19,6	18,0
	Пг3л	20,0	19,8	18,0
	Пг4л	20,0	19,5	18,0
	Пг5л	20,0	19,8	18,0
	Пг1п	20,0	19,9	18,0
	Пг2п	20,0	19,8	18,0
	Пг3п	20,0	19,7	18,0
	Пг4п	20,0	19,6	18,0
	Пг5п	20,0	19,7	18,0
	Сг1л	20,0	19,4	18,0
	Сг2л	20,0	19,5	18,0
	Сг3л	20,0	19,8	18,0
	Сг4л	20,0	19,6	18,0
	Сг1п	20,0	19,4	18,0
	Сг2п	20,0	19,5	18,0
	Сг3п	20,0	19,6	18,0
	Сг4п	20,0	19,8	18,0
	Рг1л	15,0	14,8	13,5
	Рг2л	15,0	14,9	13,5
	Рг3л	15,0	14,8	13,5
	Рг4л	15,0	14,9	13,5
	Рг5л	20,0	19,7	18,0
	Рг6л	20,0	19,9	18,0
	Рг1п	15,0	14,8	13,5
	Рг2п	15,0	14,9	13,5
	Рг3п	15,0	15,0	13,5
	Рг4п	15,0	14,9	13,5
	Рг5п	20,0	19,8	18,0
	Рг6п	20,0	19,8	18,0

Замеры на раскосах производились на расстоянии 100-150 мм от плоскости нижних поясов пролетного строения крана.

В результате измерений установлено, что фактические величины уменьшения толщин несущих поясов фермы моста, ригелей гибких и жестких опор не превышают 3,75%, что соответствует требованиям РД 10-112-5-97.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

14

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Таблица 2.4 – Результаты ультразвуковой толщинометрии несущих металлоконструкций крана козлового контейнерного МККС-42Км зав. № 47, установленного в Филиале ПАО «Трансконтейнер» в г. Уфа.

Объект контроля	Точки	Номинальная толщина, мм	Результат измерения, мм	Допустимая толщина металла, мм
Пролетное строение	Вп1	20,0	18,6	18,0
	Вп2	20,0	19,2	18,0
	Вп3	20,0	18,5	18,0
	Вп4	20,0	19,3	18,0
	Вп5	20,0	19,1	18,0
	Вп6	20,0	19,6	18,0
	Вп7	20,0	19,3	18,0
	Вп8	20,0	19,7	18,0
	Вп9	20,0	19,4	18,0
	Гр1	20,0	19,6	18,0
	Гр2	20,0	19,5	18,0
	Гр3	20,0	19,7	18,0
	Пн1	20,0	19,6	18,0
	Пн2	20,0	19,8	18,0
	Пн3	20,0	19,5	18,0
	Пн4	20,0	19,9	18,0
	Пн5	20,0	20,0	18,0
	Пн6	20,0	19,9	18,0
	Пн7	20,0	19,6	18,0
	Пн8	20,0	19,9	18,0
	Пн9	20,0	19,7	18,0
	Пн10	20,0	19,4	18,0
	Пн11	20,0	19,7	18,0
	Пн12	20,0	19,8	18,0
	Пн13	20,0	19,6	18,0
	Пн14	20,0	19,7	18,0
	Пн15	20,0	19,9	18,0
	Пн16	20,0	19,8	18,0
	Св1	15,0	14,6	13,5
	Св2	15,0	14,7	13,5
	Св3	15,0	14,8	13,5
	Св4	15,0	14,6	13,5
	Св5	15,0	14,7	13,5
	Сн1	8,0	7,7	7,2
	Сн2	8,0	7,9	7,2
	Сн3	8,0	7,8	7,2
	Сн4	8,0	7,8	7,2
	Рн1	8,0	7,9	7,2
	Рн2	8,0	8,0	7,2
	Рн3	8,0	7,9	7,2
	Рн4	8,0	7,9	7,2
	Рр1	20,0	19,8	18,0
	Рр2	20,0	19,9	18,0
	Рр3	20,0	19,7	18,0
	Рр4	20,0	19,8	18,0
	Рр5	20,0	19,8	18,0
	Рр6	20,0	19,9	18,0

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата.

Ригели жестких опор	Рр7	20,0	19,7	18,0
	Рр8	20,0	19,5	18,0
	Рр9	20,0	19,6	18,0
	Рр10	20,0	19,5	18,0
	Рв1	15,0	14,7	13,5
	Рв2	15,0	14,6	13,5
	Рв3	15,0	14,6	13,5
	Рв4	15,0	14,8	13,5
	Рв5	15,0	14,7	13,5
	Рв6	15,0	14,7	13,5
	Пж1л	20,0	19,6	18,0
	Пж2л	20,0	19,8	18,0
	Пж3л	20,0	19,5	18,0
	Пж4л	20,0	19,7	18,0
	Пж5л	20,0	19,6	18,0
	Пж6л	20,0	19,5	18,0
	Пж7л	20,0	19,6	18,0
	Пж8л	20,0	19,7	18,0
	Пж1п	20,0	19,4	18,0
	Пж2п	20,0	19,8	18,0
	Пж3п	20,0	19,5	18,0
	Пж4п	20,0	19,8	18,0
	Пж5п	20,0	19,7	18,0
	Пж6п	20,0	19,6	18,0
	Пж7п	20,0	19,4	18,0
	Пж8п	20,0	19,8	18,0
	Рк1л	20,0	19,4	18,0
	Рк2л	20,0	19,9	18,0
	Рк3л	20,0	19,7	18,0
	Рк4л	20,0	19,5	18,0
	Рк1п	20,0	19,6	18,0
	Рк2п	20,0	19,7	18,0
	Рк3п	20,0	19,8	18,0
	Рк4п	20,0	19,8	18,0
	Рс1л	15,0	14,6	13,5
	Рс2л	15,0	14,4	13,5
	Рс3л	15,0	14,8	13,5
	Рс4л	15,0	14,6	13,5
	Рс5л	15,0	14,8	13,5
	Рс6л	15,0	14,7	13,5
	Рс7л	15,0	14,8	13,5
	Рс8л	15,0	14,6	13,5
	Рс1п	15,0	14,8	13,5
	Рс2п	15,0	15,0	13,5
	Рс3п	15,0	14,6	13,5
	Рс4п	15,0	14,8	13,5
	Рс5п	15,0	14,6	13,5
	Рс6п	15,0	14,7	13,5
	Рс7п	15,0	14,8	13,5
	Рс8п	15,0	14,7	13,5
	Ср1л	20,0	19,6	18,0
	Ср2л	20,0	19,8	18,0
	Ср3л	20,0	19,9	18,0
	Ср4л	20,0	19,7	18,0
	Ср1п	20,0	19,9	18,0

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

16

Ригели гибких опор	Ср2п	20,0	19,8	18,0
	Ср3п	20,0	19,4	18,0
	Ср4п	20,0	19,6	18,0
	Пг1л	20,0	19,5	18,0
	Пг2л	20,0	19,7	18,0
	Пг3л	20,0	19,6	18,0
	Пг4л	20,0	19,4	18,0
	Пг5л	20,0	19,8	18,0
	Пг1п	20,0	19,7	18,0
	Пг2п	20,0	19,8	18,0
	Пг3п	20,0	19,6	18,0
	Пг4п	20,0	19,6	18,0
	Пг5п	20,0	19,8	18,0
	Сг1л	20,0	19,3	18,0
	Сг2л	20,0	19,5	18,0
	Сг3л	20,0	19,3	18,0
	Сг4л	20,0	19,4	18,0
	Сг1п	20,0	19,4	18,0
	Сг2п	20,0	19,5	18,0
	Сг3п	20,0	19,6	18,0
	Сг4п	20,0	19,6	18,0
	Рг1л	15,0	15,0	13,5
	Рг2л	15,0	14,8	13,5
	Рг3л	15,0	14,6	13,5
	Рг4л	15,0	14,7	13,5
	Рг5л	20,0	19,3	18,0
	Рг6л	20,0	19,5	18,0
	Рг1п	15,0	14,6	13,5
	Рг2п	15,0	14,3	13,5
	Рг3п	15,0	14,8	13,5
	Рг4п	15,0	14,7	13,5
	Рг5п	20,0	20,0	18,0
	Рг6п	20,0	19,7	18,0

Замеры на раскосах производились на расстоянии 100-150 мм от плоскости нижних поясов пролетного строения крана.

В результате измерений установлено, что фактические величины уменьшения толщин несущих поясов фермы моста, ригелей гибких и жестких опор не превышают 7,5%, что соответствует требованиям РД 10-112-5-97.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

17

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Таблица 2.5 – Результаты ультразвуковой толщинометрии несущих металлоконструкций крана козлового контейнерного МККС-42К зав. № 24, установленного в Филиале ПАО «Трансконтейнер» в г. Киров.

Объект контроля	Точки	Номинальная толщина, мм	Результат измерения, мм	Допустимая толщина металла, мм
Пролетное строение	Вп1	25,0	24,2	22,5
	Вп2	25,0	24,1	22,5
	Вп3	25,0	24,5	22,5
	Вп4	25,0	24,6	22,5
	Вп5	25,0	24,3	22,5
	Вп6	25,0	24,7	22,5
	Вп7	25,0	24,5	22,5
	Вп8	25,0	24,1	22,5
	Вп9	25,0	24,3	22,5
	Гр1	20,0	19,5	18,0
	Гр2	20,0	19,6	18,0
	Гр3	20,0	19,7	18,0
	Пн1	20,0	19,2	18,0
	Пн2	20,0	19,3	18,0
	Пн3	20,0	19,5	18,0
	Пн4	20,0	19,7	18,0
	Пн5	20,0	19,3	18,0
	Пн6	20,0	19,9	18,0
	Пн7	20,0	19,6	18,0
	Пн8	20,0	19,9	18,0
	Пн9	20,0	19,3	18,0
	Пн10	20,0	20,0	18,0
	Пн11	20,0	19,7	18,0
	Пн12	20,0	19,8	18,0
	Пн13	20,0	19,6	18,0
	Пн14	20,0	19,7	18,0
	Пн15	20,0	19,3	18,0
	Пн16	20,0	19,8	18,0
	Св1	15,0	14,6	13,5
	Св2	15,0	14,5	13,5
	Св3	15,0	14,8	13,5
	Св4	15,0	14,9	13,5
	Св5	15,0	14,9	13,5
	Сн1	7,0	6,7	6,3
	Сн2	7,0	6,8	6,3
	Сн3	7,0	7,0	6,3
	Сн4	7,0	6,9	6,3
	Рн1	7,0	6,8	6,3
	Рн2	7,0	6,8	6,3
	Рн3	7,0	7,0	6,3
	Рн4	7,0	6,9	6,3
	Рр1	20,0	19,7	18,0
	Рр2	20,0	19,9	18,0
	Рр3	20,0	19,7	18,0
	Рр4	20,0	19,8	18,0
	Рр5	20,0	19,8	18,0
	Рр6	20,0	19,5	18,0

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

18

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата.

Ригели жестких опор	Рр7	20,0	19,7	18,0
	Рр8	20,0	19,8	18,0
	Рр9	20,0	19,6	18,0
	Рр10	20,0	19,6	18,0
	Рв1	15,0	14,7	13,5
	Рв2	15,0	14,6	13,5
	Рв3	15,0	14,4	13,5
	Рв4	15,0	14,8	13,5
	Рв5	15,0	14,5	13,5
	Рв6	15,0	14,7	13,5
	Пж1л	20,0	19,6	18,0
	Пж2л	20,0	19,9	18,0
	Пж3л	20,0	19,5	18,0
	Пж4л	20,0	19,7	18,0
	Пж5л	20,0	19,7	18,0
	Пж6л	20,0	19,5	18,0
	Пж7л	20,0	19,6	18,0
	Пж8л	20,0	19,7	18,0
	Пж1п	20,0	19,4	18,0
	Пж2п	20,0	19,8	18,0
	Пж3п	20,0	19,5	18,0
	Пж4п	20,0	19,8	18,0
	Пж5п	20,0	19,7	18,0
	Пж6п	20,0	19,6	18,0
	Пж7п	20,0	19,4	18,0
	Пж8п	20,0	19,8	18,0
	Рк1л	20,0	19,4	18,0
	Рк2л	20,0	19,8	18,0
	Рк3л	20,0	19,7	18,0
	Рк4л	20,0	19,5	18,0
	Рк1п	20,0	19,6	18,0
	Рк2п	20,0	19,7	18,0
	Рк3п	20,0	19,8	18,0
	Рк4п	20,0	19,8	18,0
	Рс1л	15,0	14,6	13,5
	Рс2л	15,0	15,0	13,5
	Рс3л	15,0	14,9	13,5
	Рс4л	15,0	14,6	13,5
	Рс5л	15,0	14,7	13,5
	Рс6л	15,0	15,0	13,5
	Рс7л	15,0	14,8	13,5
	Рс8л	15,0	14,6	13,5
	Рс1п	15,0	14,8	13,5
	Рс2п	15,0	15,0	13,5
	Рс3п	15,0	14,6	13,5
	Рс4п	15,0	14,8	13,5
	Рс5п	15,0	14,6	13,5
	Рс6п	15,0	14,7	13,5
	Рс7п	15,0	14,6	13,5
	Рс8п	15,0	14,7	13,5
	Ср1л	20,0	20,0	18,0
	Ср2л	20,0	19,8	18,0
	Ср3л	20,0	19,8	18,0
	Ср4л	20,0	20,0	18,0
	Ср1п	20,0	19,8	18,0

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

19

Ригели гибких опор	Ср2п	20,0	19,8	18,0
	Ср3п	20,0	19,7	18,0
	Ср4п	20,0	19,6	18,0
	Пг1л	20,0	19,5	18,0
	Пг2л	20,0	19,7	18,0
	Пг3л	20,0	19,6	18,0
	Пг4л	20,0	20,0	18,0
	Пг5л	20,0	19,8	18,0
	Пг1п	20,0	19,7	18,0
	Пг2п	20,0	19,8	18,0
	Пг3п	20,0	19,6	18,0
	Пг4п	20,0	19,6	18,0
	Пг5п	20,0	19,8	18,0
	Сг1л	20,0	19,3	18,0
	Сг2л	20,0	19,5	18,0
	Сг3л	20,0	19,3	18,0
	Сг4л	20,0	20,0	18,0
	Сг1п	20,0	19,4	18,0
	Сг2п	20,0	19,5	18,0
	Сг3п	20,0	19,6	18,0
	Сг4п	20,0	19,6	18,0
	Рг1л	15,0	15,0	13,5
	Рг2л	15,0	14,8	13,5
	Рг3л	15,0	14,7	13,5
	Рг4л	15,0	14,5	13,5
	Рг5л	20,0	19,7	18,0
	Рг6л	20,0	19,5	18,0
	Рг1п	15,0	14,6	13,5
	Рг2п	15,0	14,3	13,5
	Рг3п	15,0	14,8	13,5
	Рг4п	15,0	14,7	13,5
	Рг5п	20,0	20,0	18,0
	Рг6п	20,0	19,7	18,0

Замеры на раскосах производились на расстоянии 100-150 мм от плоскости нижних поясов пролетного строения крана.

В результате измерений установлено, что фактические величины уменьшения толщин несущих поясов фермы моста, ригелей гибких и жестких опор не превышают 4,0%, что соответствует требованиям РД 10-112-5-97.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

20

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата.
--------------	----------------	--------------	--------------	-----------------

3. Статический расчет несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км до реконструкции.

Металлоконструкция моста козлового контейнерного крана типа МККС-42Км производства ОАО «Балткран» выполнена в виде треугольной фермы. Верхний пояс представляет собой трубный прокат диаметром 325мм, нижние пояса сварные коробчатого сечения. Мост фланцами соединен с ригелями жестких и гибких опор, выполненных из трубного проката. Опоры шарнирно соединены с ригелями и стяжными балками. Ходовые тележки балансирные, соединены с опорами осями.

Грузовая тележка поворотная, рамной конструкции, подвесная, опирается ходовыми колесами на рельсовый подтележечный путь, установленный на нижние пояса моста.

Расчет производится методом конечных элементов для анализа напряженно-деформированного состояния металлоконструкции крана. С помощью программного модуля APM Structure3D металлоконструкция крана интерпретирована в конечно-элементную расчетную модель.

В расчетную модель крана заложены минимальные фактические величины толщин элементов соответственно анализу статистических данных. В расчете учтены изменения по варианту №1, произведенные согласно проекту реконструкции металлических конструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42КМ, ППР-МККС-42Км, ОАО «Балткран» от 31.03.2008г.

Нагрузки от собственного веса металлоконструкции в расчете учитываются и задаются программно.

Технические характеристики крана до реконструкции:

1 Грузоподъемность максимальная $Q_{\text{конт}} = 35\text{тн}$.

2 Вылет консолей рабочий – 8,0м.

3 База грузовой тележки – 3,0м.

4 Масса поворотной грузовой тележки $Q_{\text{гр.т}} = 35\text{тн}$.

5 Масса неповоротного спредера, включая блочную раму $Q_{\text{спр}} = 9,1\text{тн}$.

6 Класс использования (режим работы) – А5 (5К)

7 Предел текучести Стали 20 ГОСТ 1050-80 – 245 Н/мм².

Статическая нагрузка, прикладываемая к нижним поясам пролетного строения крана в четырех точках на расстоянии величины базы грузовой тележки в соответствующем месте её расположения, определяется по формуле:

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

21

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

$$P_x = (Q_{\text{конт}} \times K_p + Q_{\text{гр.т}} + Q_{\text{спр}}) \times K_n \times 9,81 \times 1000 / 4, \text{ Н}$$

где K_p – коэффициент перегрузки, принимается $K_p = 1,1$;

K_n – коэффициент неравномерности нагрузки, принимается $K_n = 1,1$.

$$P_x = (35,0 \times 1,1 + 6,6 + 35,0) \times 1,1 \times 9,81 \times 1000 / 4 = 215011 \text{ Н.}$$

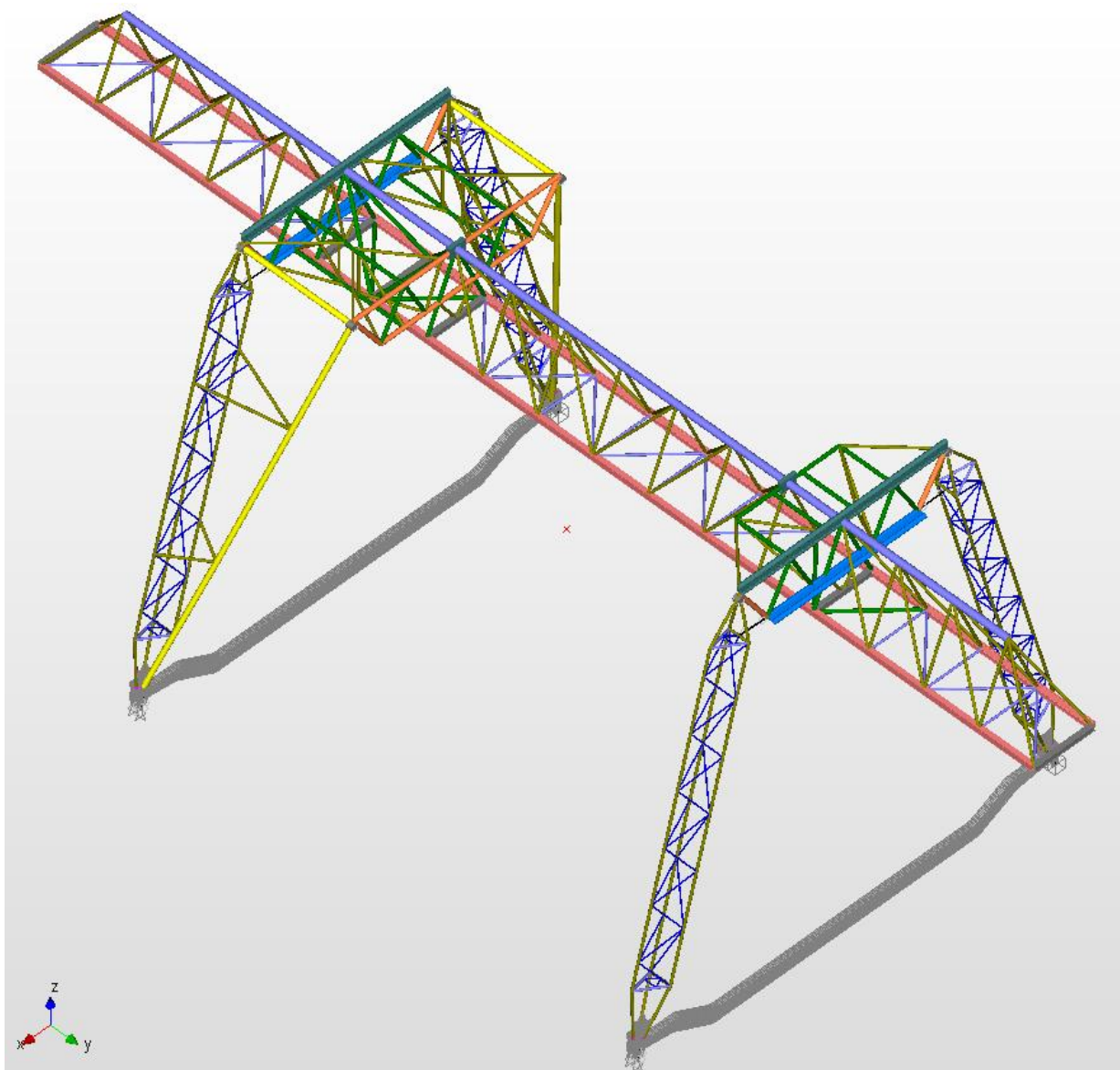


Рисунок 3.1 – Расчетная модель крана МККС-42км

Примечание: Каждому поперечному сечению элемента металлоконструкции крана соответствует определенный цвет.

Результаты расчетов представлены в виде диаграмм эквивалентных напряжений, величин деформации (прогиба) основных металлоконструкций, реакций опор от воздействия нагрузок, коэффициента запаса по пределу текучести, коэффициента запаса устойчивости, формы потери устойчивости.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

22

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

3.1 Результаты расчетов

3.1.1 Грузовая тележка на консоли гибких опор в крайнем положении

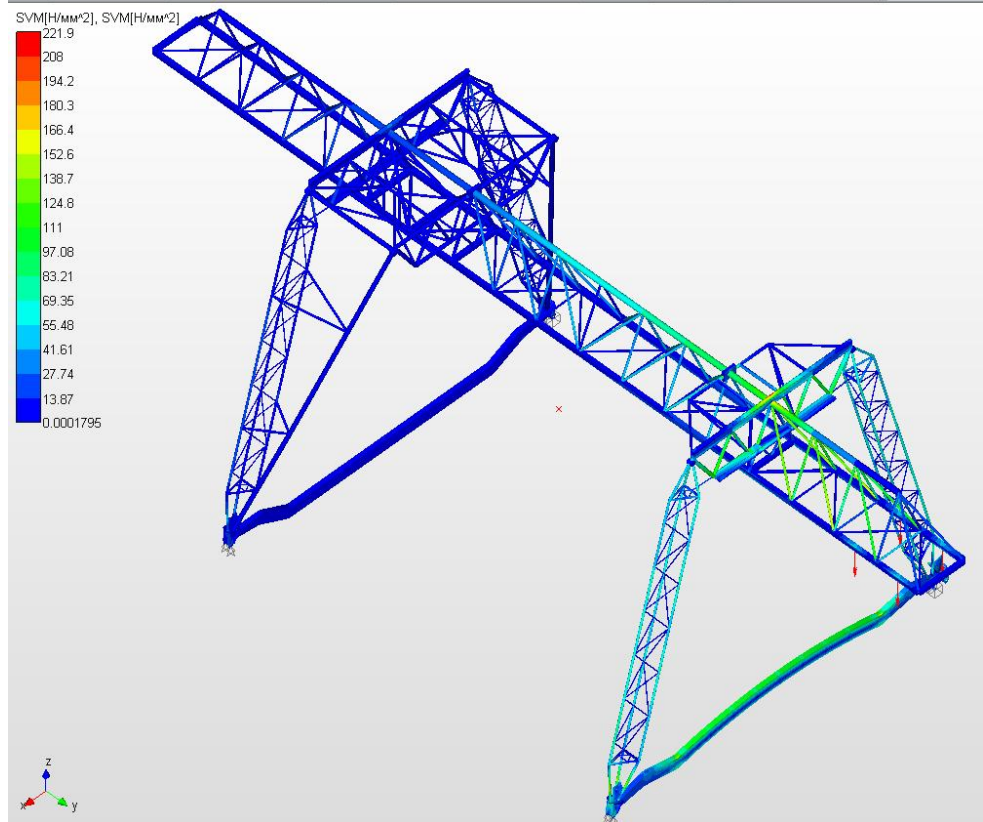


Рисунок 3.2 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели. Максимальные эквивалентные напряжения составляют 221,9 Н/мм².

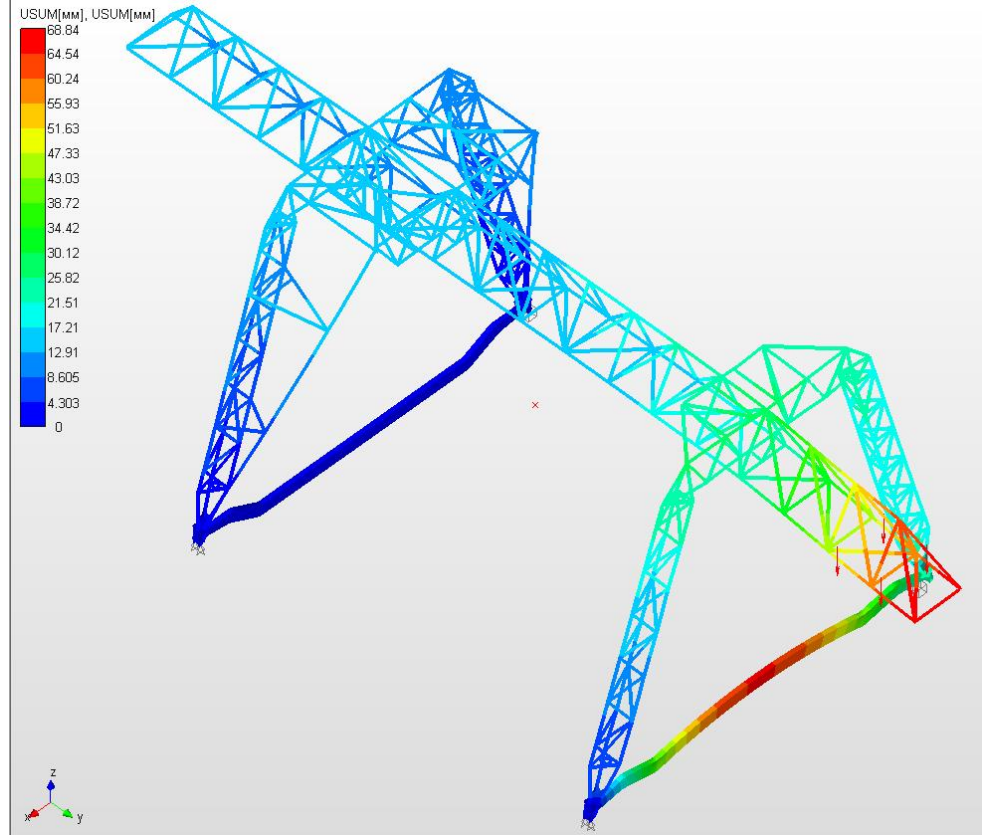


Рисунок 3.3 – Диаграмма перемещений расчетной модели. Максимальные перемещения составляют 68,84 мм.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

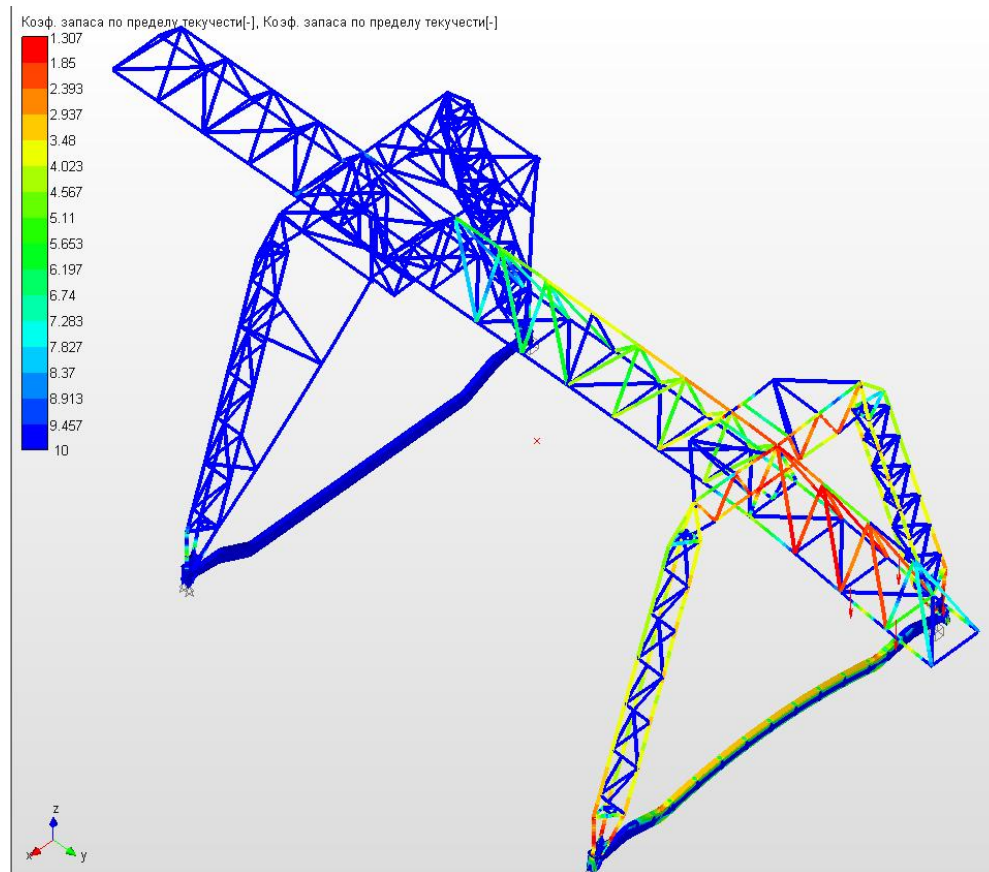


Рисунок 3.4 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.
Минимальный коэффициент запаса составляет 1,307.

Реакции в опорах										
Загрузка 0										
N	N узла	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	L
1	164	-0.0000	1734.9189	467325.2834	-0.0000	0.0000	-0.0000	-25.6...	0.0000	(
2	206	0.0000	-2219.9815	391262.5274	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-25.4...	0.0000	(
3	1306	-19268.0718	1358.1966	488914.8099	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	(
4	1348	17245.8453	-2690.9755	373789.6440	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	(
5	2448	0.0000	2039.0130	151883.7655	0.0000	0.0000	0.0000	-1.6460	0.0000	(
6	2490	0.0000	1298.8854	70647.2903	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-1.5510	0.0000	(
7	3590	-7493.8510	-433.5646	172065.9820	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	(
8	3632	9516.0776	-1086.4922	46785.8680	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	(
Невязка сил [H] по осям: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00										
Невязка моментов [H*мм] вокруг осей: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00										
OK Ещё... Фильтры >>>										

Рисунок 3.5 – Реакции в опорах расчетной модели.

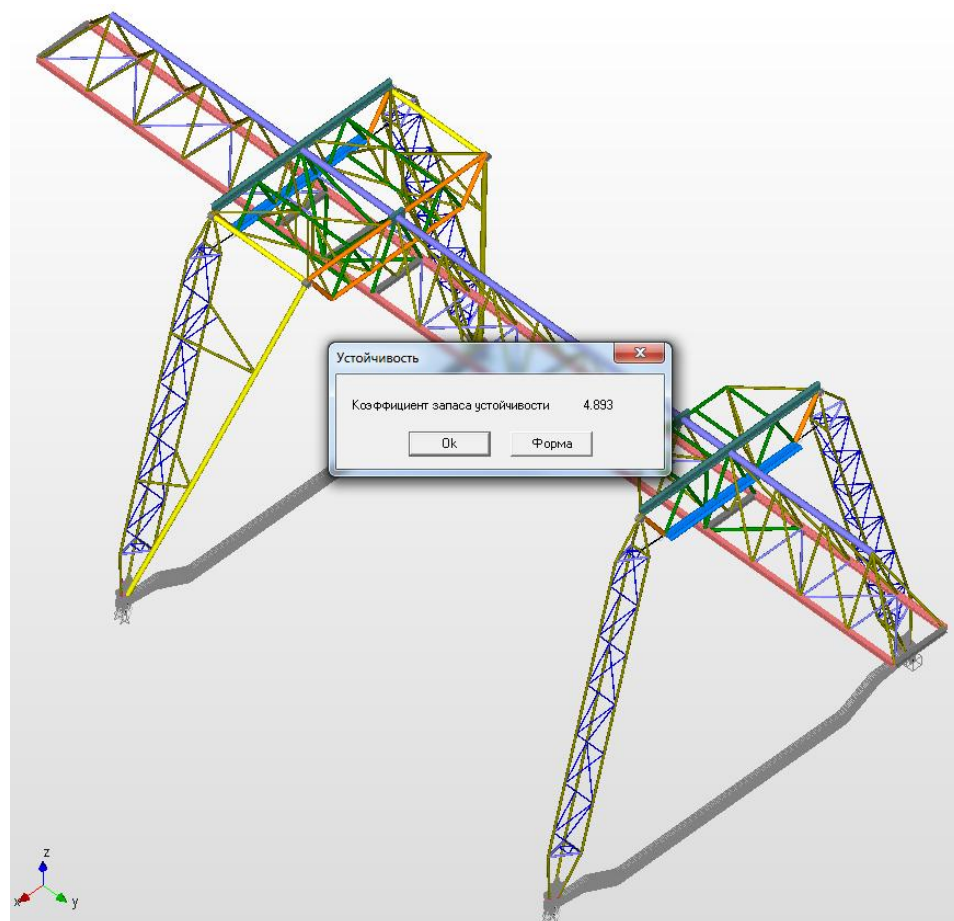


Рисунок 3.6 – Коэффициент запаса устойчивости расчетной модели.

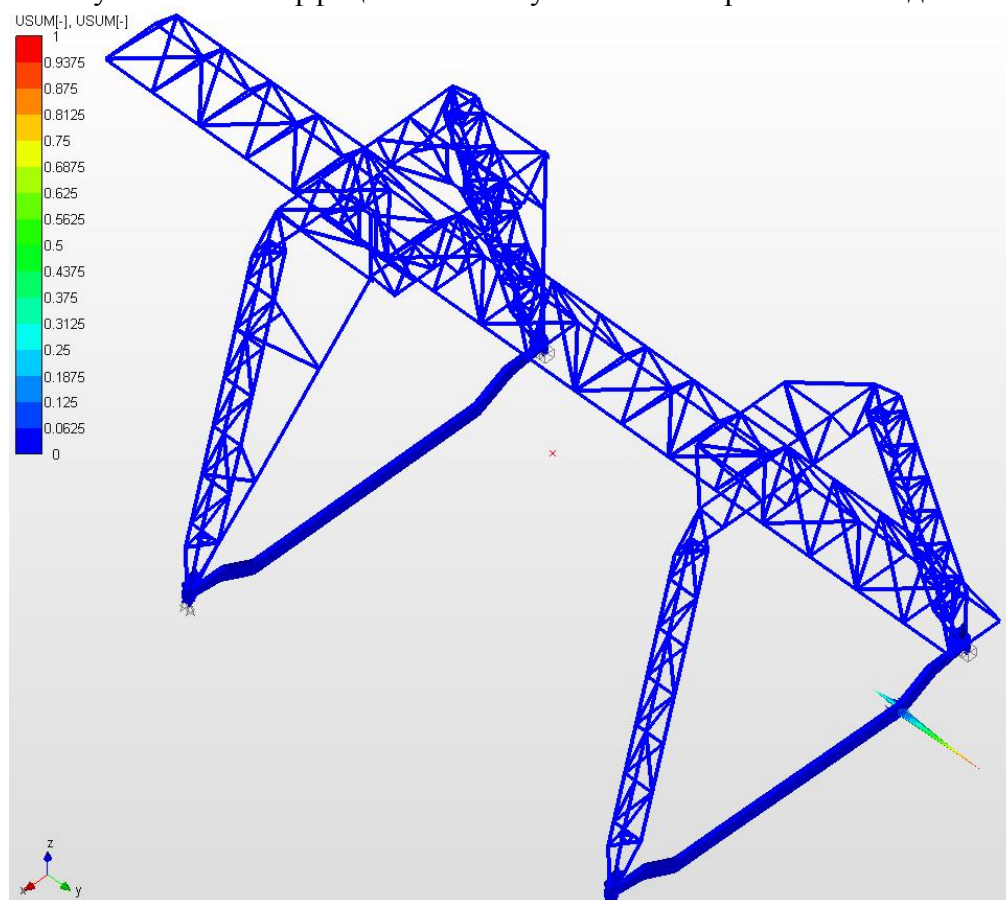


Рисунок 3.7 – Форма потери устойчивости расчетной модели.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

25

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

3.1.2 Грузовая тележка на консоли жестких опор

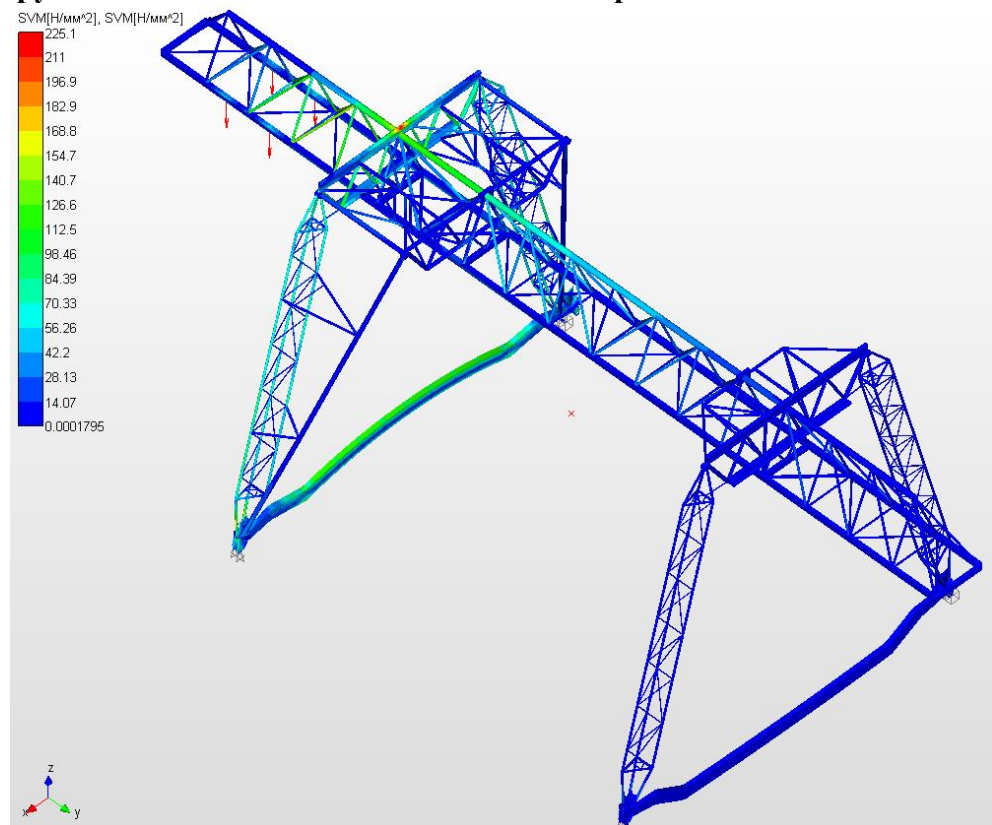


Рисунок 3.8 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели.
Максимальные эквивалентные напряжения составляют 225,1 Н/мм².

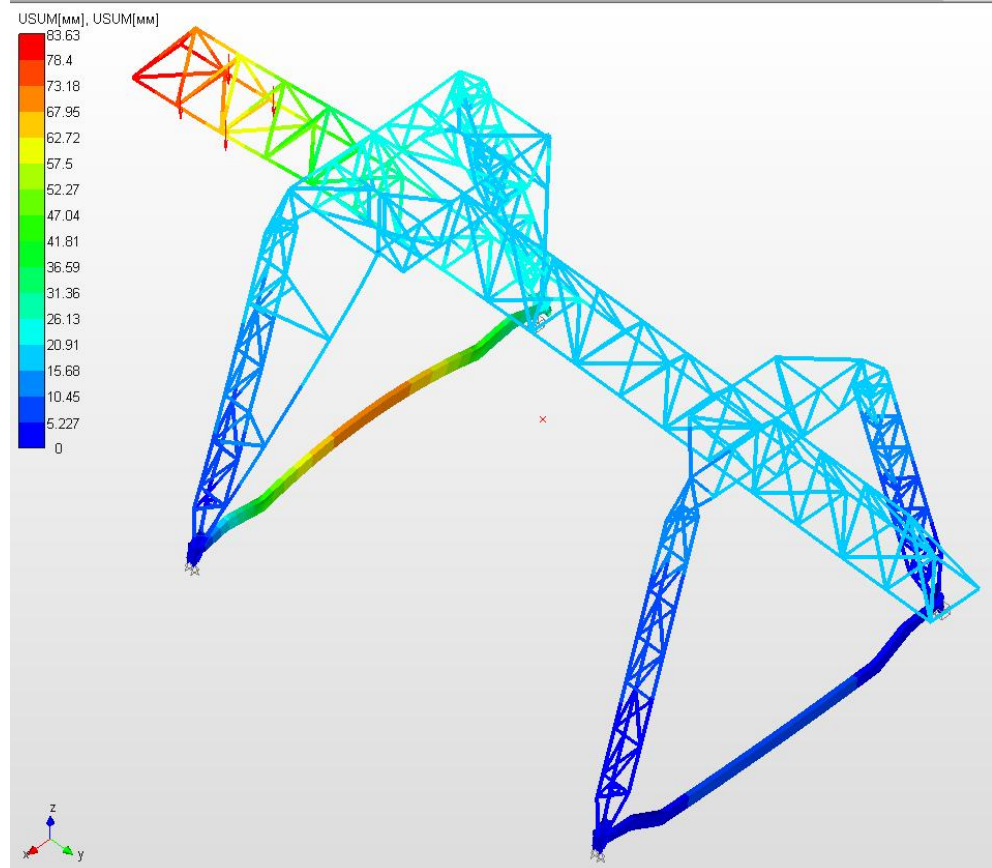


Рисунок 3.9 – Диаграмма перемещений расчетной модели.
Максимальные перемещения составляют 83,63 мм.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

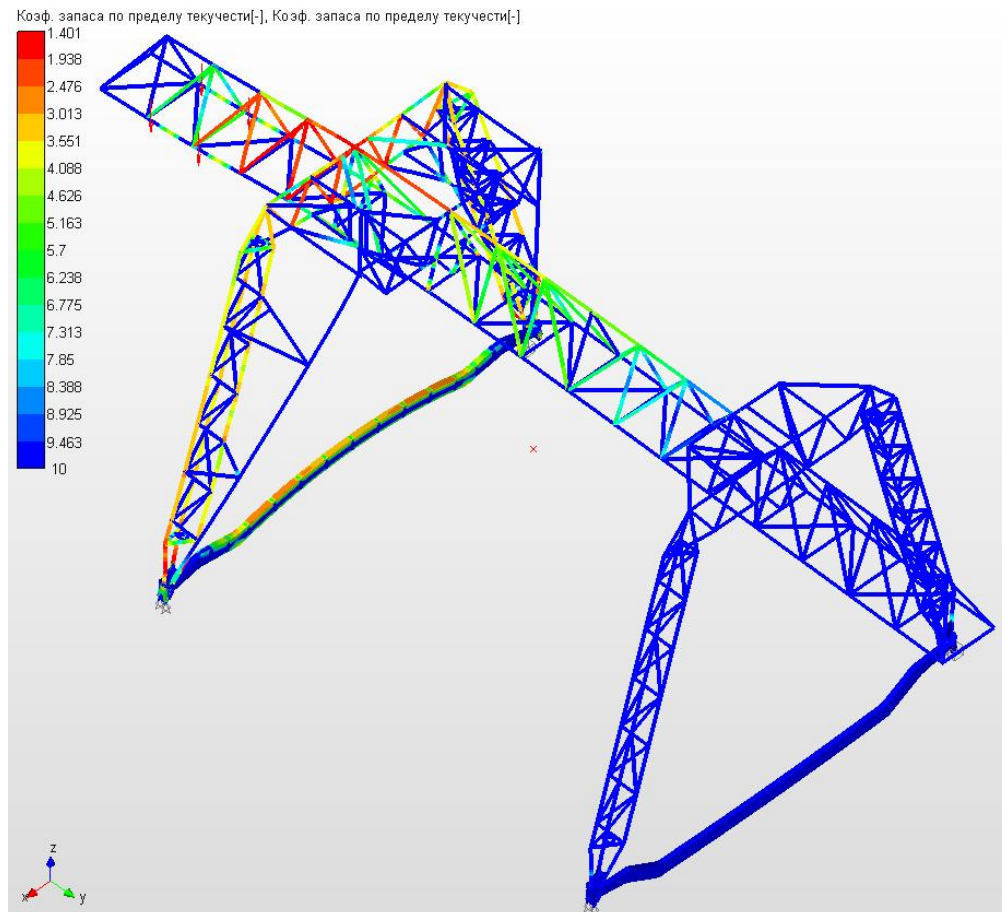


Рисунок 3.10 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.
Минимальный коэффициент запаса по пределу текучести 1,401.

Реакции в опорах

Загрузка 0

1/8

N	N узла	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	F
1	164	-0.0000	-228.2092	111804.5388	0.0000	-0.0000	0.0000	1.1117	0.0000	0.0000	0
2	206	0.0000	-511.1469	23010.1193	0.0000	0.0000	0.0000	1.3708	0.0000	0.0000	0
3	1306	-13344.7409	-416.6371	103923.2768	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
4	1348	15845.5766	-579.9370	25567.9790	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
5	2448	0.0000	1280.2192	540694.8710	0.0000	0.0000	0.0000	-27.6...	0.0000	0.0000	0
6	2490	-0.0000	-3111.9120	404998.2983	-0.0000	0.0000	-0.0000	-27.4...	0.0000	0.0000	0
7	3590	-10994.5907	4039.7870	527720.6379	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
8	3632	8493.7550	-472.1639	423733.3717	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0

Невязка сил [H] по осям

X: 0.00

Y: 0.00

Z: 0.00

Невязка моментов [H*мм] вокруг осей

X: 0.00

Y: 0.00

Z: 0.00

OK

Ещё...

Фильтры >>>

Реакции в опорах

Загрузка 0

1/8

N	N узла	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	F
4	1348	15845.5766	-579.9370	25567.9790	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
5	2448	0.0000	1280.2192	540694.8710	0.0000	0.0000	0.0000	-27.6...	0.0000	0.0000	0
6	2490	-0.0000	-3111.9120	404998.2983	-0.0000	0.0000	-0.0000	-27.4...	0.0000	0.0000	0
7	3590	-10994.5907	4039.7870	527720.6379	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
8	3632	8493.7550	-472.1639	423733.3717	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0

Невязка сил [H] по осям

X: 0.00

Y: 0.00

Z: 0.00

Невязка моментов [H*мм] вокруг осей

X: 0.00

Y: 0.00

Z: 0.00

OK

Ещё...

Фильтры >>>

Рисунок 3.11 – Реакции в опорах расчетной модели.

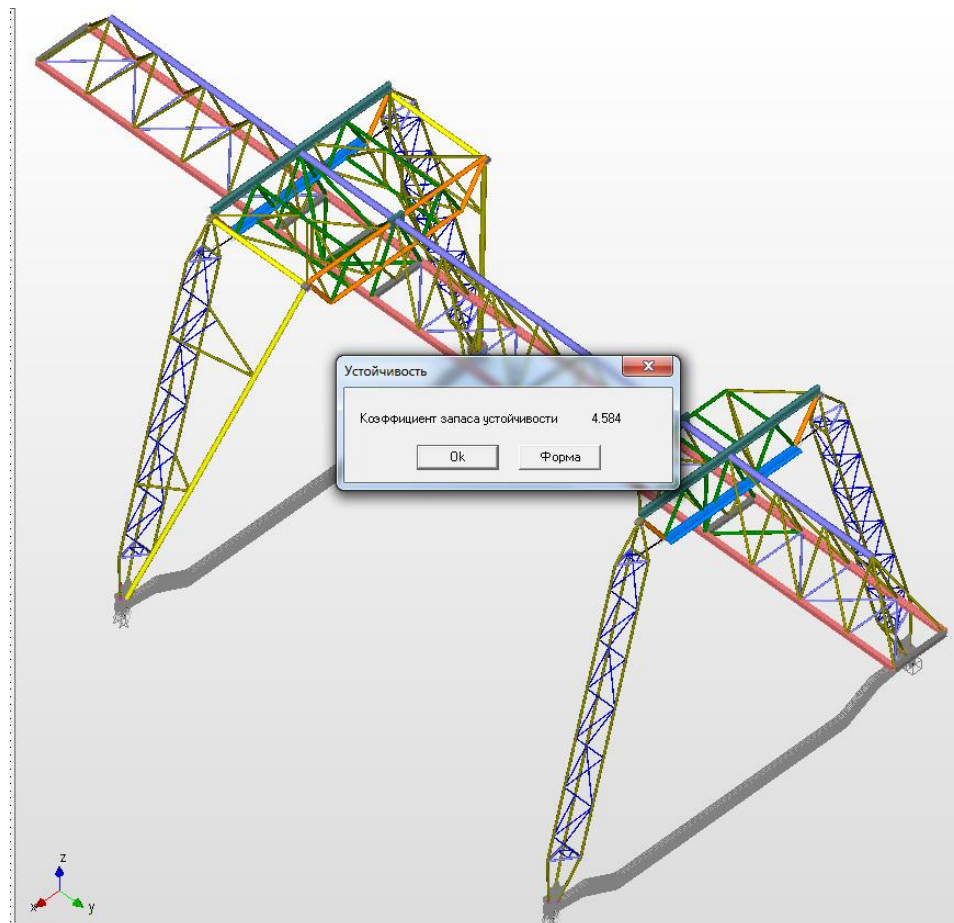


Рисунок 3.12 – Коэффициент запаса устойчивости расчетной модели.

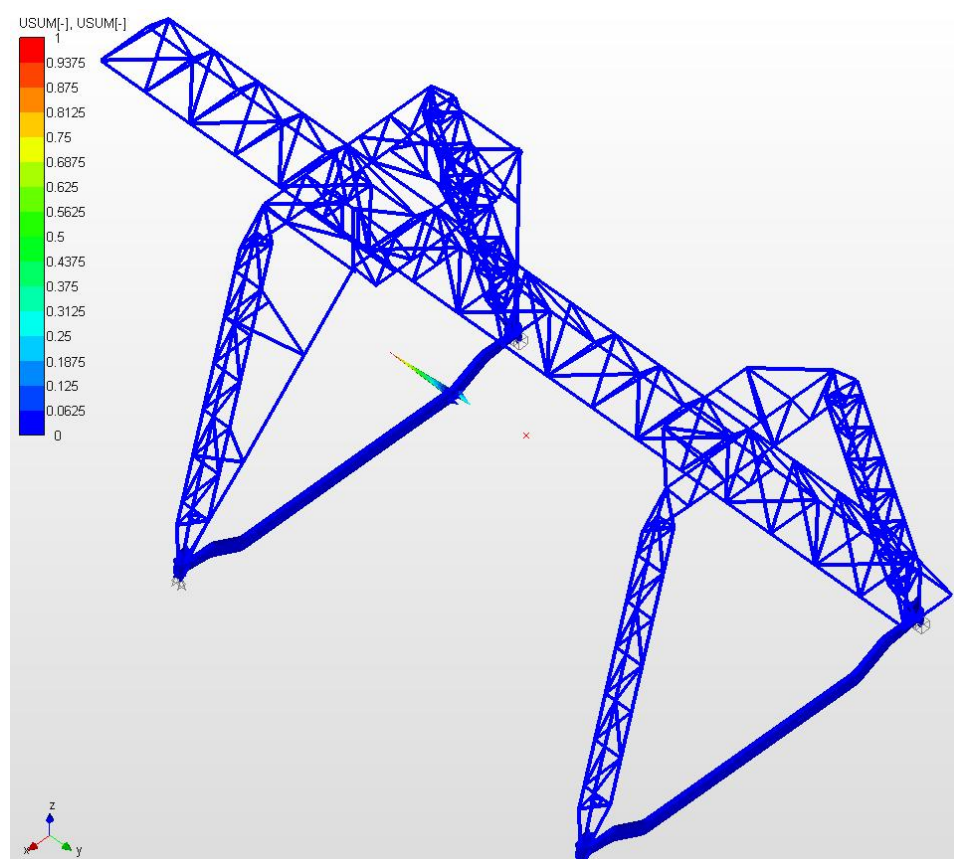


Рисунок 3.13 Форма потери устойчивости расчетной модели.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

28

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата.

3.1.3 Грузовая тележка на середине пролетного строения крана

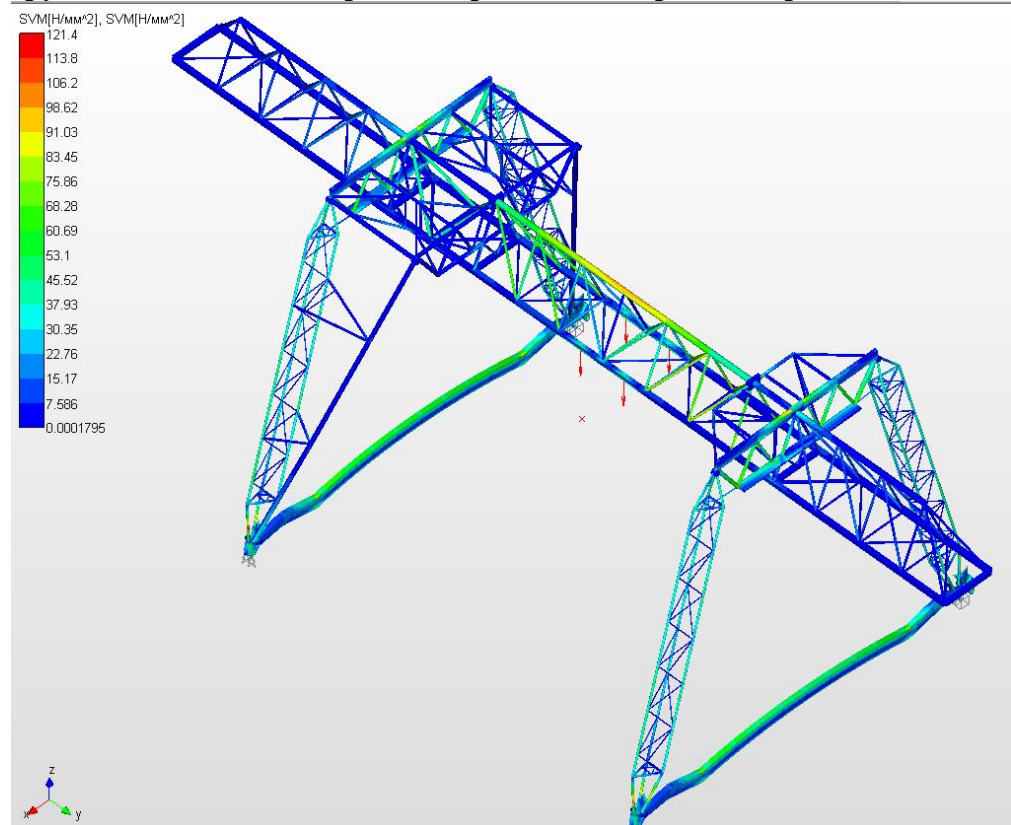


Рисунок 3.14 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели.
Максимальные эквивалентные напряжения составляют 121,4 Н/мм².

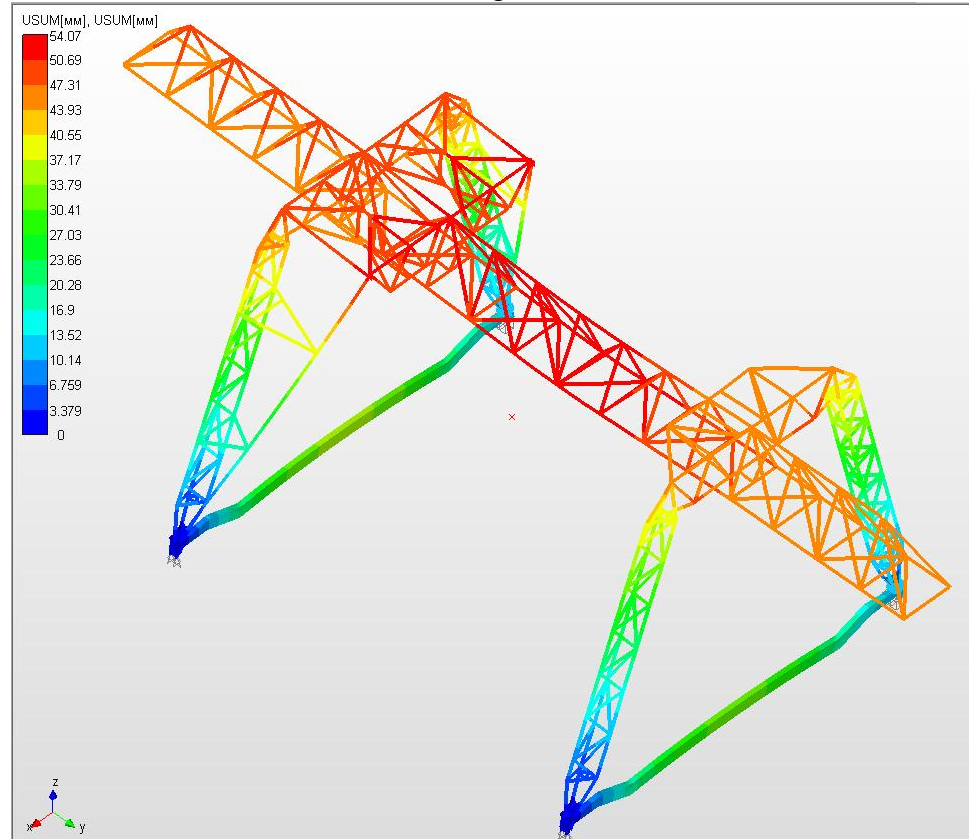


Рисунок 3.15 – Диаграмма перемещений расчетной модели.
Максимальные перемещения составляют 54,07 мм

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

29

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

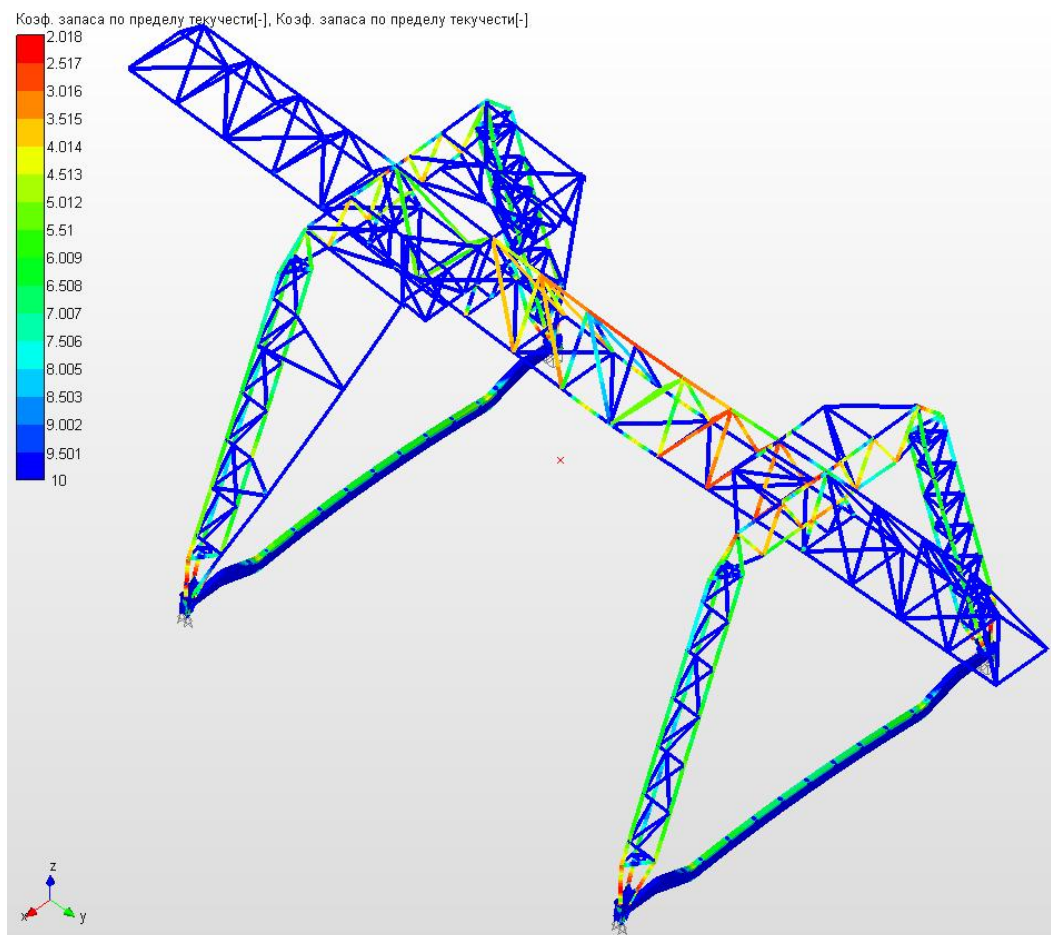


Рисунок 3.16 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.

Реакции в опорах												
Загрузка 0												
N	N ч...	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	ROT	
1	164	0.0000	314.7755	356612.7639	-0.0000	0.0000	-0.0000	-13.3...	0.0000	0.0000	0.00	
2	206	-0.0000	-1920.7066	164225.1450	-0.0000	-0.0000	-12.7...	0.0000	0.0000	-0.00		
3	1306	-38624.0442	-376.5292	377955.0412	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.00	
4	1348	38656.8318	-2606.0292	142752.1519	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.00	
5	2448	-0.0000	2741.3889	421275.8459	0.0000	0.0000	0.0000	-14.5...	0.0000	0.0000	0.00	
6	2490	0.0000	236.8346	143001.0668	-0.0000	0.0000	-0.0000	-13.8...	0.0000	0.0000	-0.00	
7	3590	-46079.0758	2063.0916	450645.5289	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	
8	3632	46046.2882	-452.8256	114199.5373	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.00	
Невязка сил [H] по осям												
X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00												
Невязка моментов [H*мм] вокруг осей												
X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00												
OK Ещё... Фильтры >>>												

Рисунок 3.17 – Реакции в опорах расчетной модели

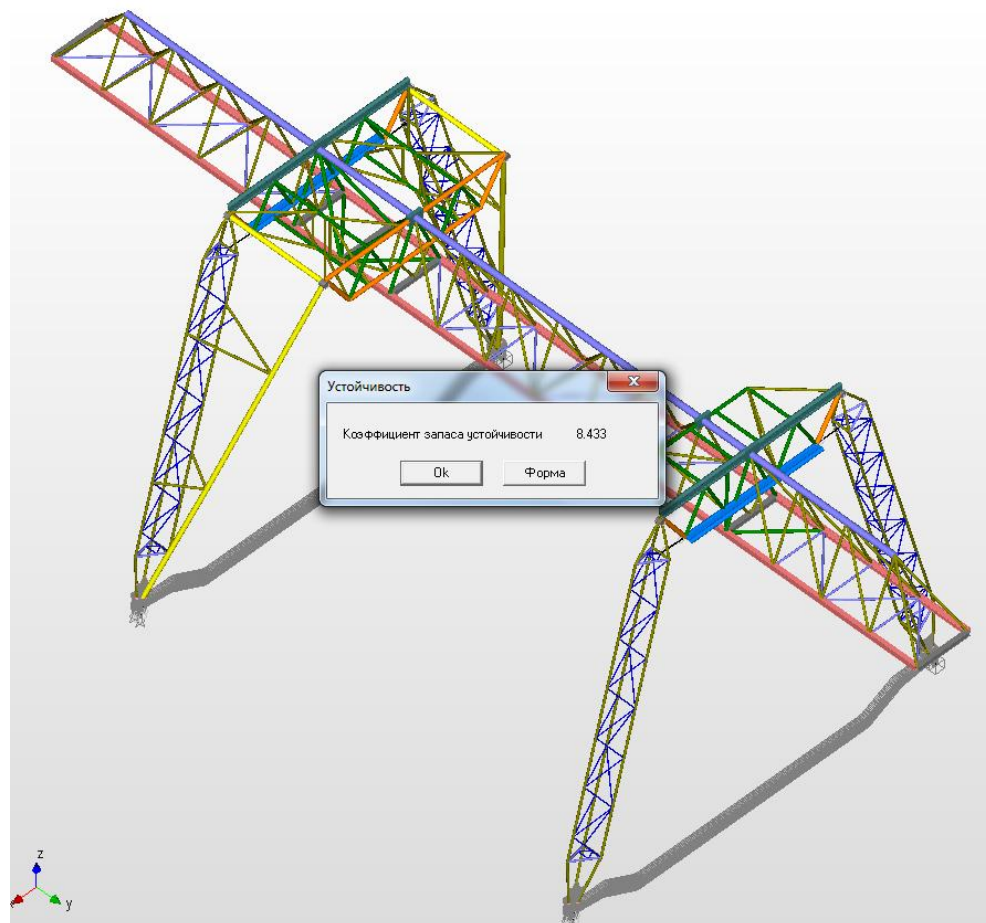


Рисунок 3.18 – Коэффициент запаса устойчивости расчетной модели.

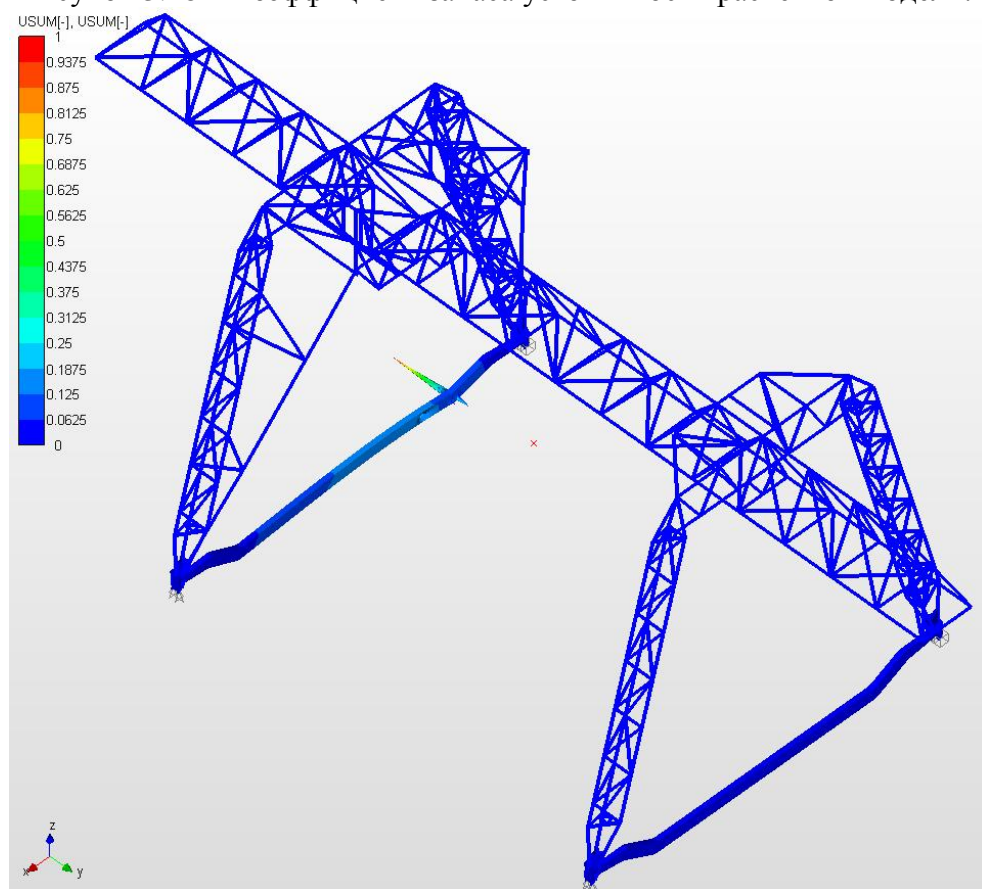


Рисунок 3.19 – Форма потери устойчивости расчетной модели.

Согласно результатам статического расчета несущих металлоконструкций кранов типа МККС-42Км до реконструкции, изготовленных ОАО «Балткран», установленных в филиалах ПАО «Трансконтейнер» можно сделать выводы:

1 При нагружении расчетной модели крана на середине пролетного строения в несущих элементах металлоконструкции возникают напряжения ниже предельно-допустимых.

2 При нагружении расчетной модели крана на консолях в крайних положениях, в несущих элементах металлоконструкции возникают напряжения, близкие к предельным.

3. Максимальные напряжения возникают в верхних поясах ригелей в месте крепления к пролетному строению крана, а также в хребтовой трубе пролетного строения.

4 Расчетная модель крана имеет малый запас прочности по напряжениям, рекомендуется снизить нагрузки, действующие на несущую металлоконструкцию крана.

5. С целью усиления контроля за напряжениями, возникающими в наиболее нагруженных элементах, рекомендуется установка тензорезисторных датчиков.

Ине. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата																		
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">36.МККС.001.000-000 ПЗ</td><td>Лист</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>32</td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ документа</td><td>Подпись</td><td>Дата</td></tr></table>													36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист						32	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
					36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист																			
						32																			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата																					

4. Статический расчет несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км после реконструкции

Металлоконструкция моста козлового контейнерного крана типа МККС-42Км производства ОАО «Балткран» выполнена в виде треугольной фермы. Верхний пояс представляет собой трубный прокат диаметром 325мм, нижние пояса сварные коробчатого сечения. Мост фланцами соединен с ригелями жестких и гибких опор, выполненных из трубного проката. Опоры шарнирно соединены с ригелями и стяжными балками. Ходовые тележки балансирные, соединены с опорами осями.

Грузовая тележка не поворотная, рамной конструкции, подвесная, опирается ходовыми колесами на рельсовый подтележечный путь, установленный на нижние пояса моста.

Расчет производится методом конечных элементов для анализа напряженно-деформированного состояния металлоконструкции крана. С помощью программного модуля APM Structure3D металлоконструкция крана интерпретирована в конечно-элементную расчетную модель.

В расчетную модель крана заложены минимальные фактические величины толщин элементов соответственно анализу статистических данных. В расчете учтены изменения по варианту №1, произведенные согласно проекту реконструкции металлических конструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42КМ, ППР-МККС-42Км, ОАО «Балткран» от 31.03.2008г.

Нагрузки от собственного веса металлоконструкции в расчете учитываются и задаются программно.

Технические характеристики крана после реконструкции:

1 Грузоподъемность максимальная $Q_{\text{конт}} = 36\text{тн}$.

2 Вылет консолей рабочий – 8,0м.

3 База грузовой тележки – 3,0м.

4 Масса неповоротной грузовой тележки $Q_{\text{гр.т}} = 14,5\text{тн}$.

5 Масса поворотного спредера $Q_{\text{спр}} = 10,5\text{тн}$.

6 Класс использования (режим работы) – А5 (5К)

7 Предел текучести Стали 20 ГОСТ 1050-80 – 245 Н/мм².

Статическая нагрузка, прикладываемая к нижним поясам пролетного строения крана в четырех точках на расстоянии величины базы грузовой тележки в соответствующем месте её расположения, определяется по формуле:

$$P_x = (Q_{\text{конт}} \times K_{\text{п}} + Q_{\text{гр.т}} + Q_{\text{спр}}) \times K_{\text{н}} \times 9,81 \times 1000 / 4, \text{ Н}$$

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

33

где **Кп** – коэффициент перегрузки, принимается **Кп=1,1**;

Кн – коэффициент неравномерности нагрузки, принимается **Кн=1,1**.

$$P_x = (36,0 \times 1,1 + 14,5 + 10,5) \times 1,1 \times 9,81 \times 1000 / 4 = 174005 \text{ Н.}$$

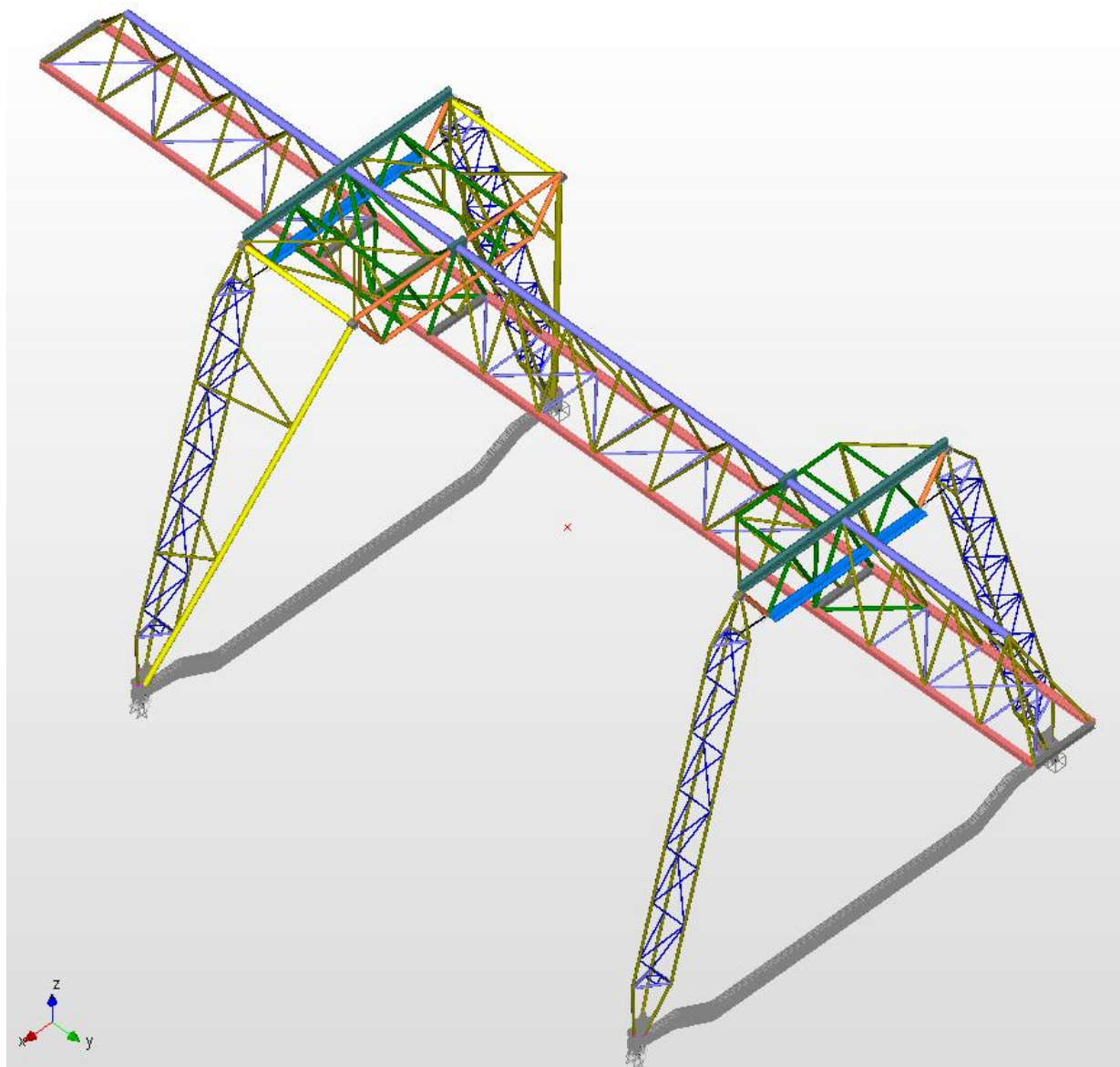


Рисунок 4.1 – Расчетная модель крана МККС-42км

Примечание: Каждому поперечному сечению элемента металлоконструкции крана соответствует определенный цвет.

Результаты расчетов представлены в виде диаграмм эквивалентных напряжений, величин деформации (прогиба) основных металлоконструкций, реакций опор от воздействия нагрузок, коэффициента запаса по пределу текучести, коэффициента запаса устойчивости, формы потери устойчивости.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

34

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

4.1 Результаты расчетов

4.1.1 Грузовая тележка на консоли гибких опор в крайнем положении.

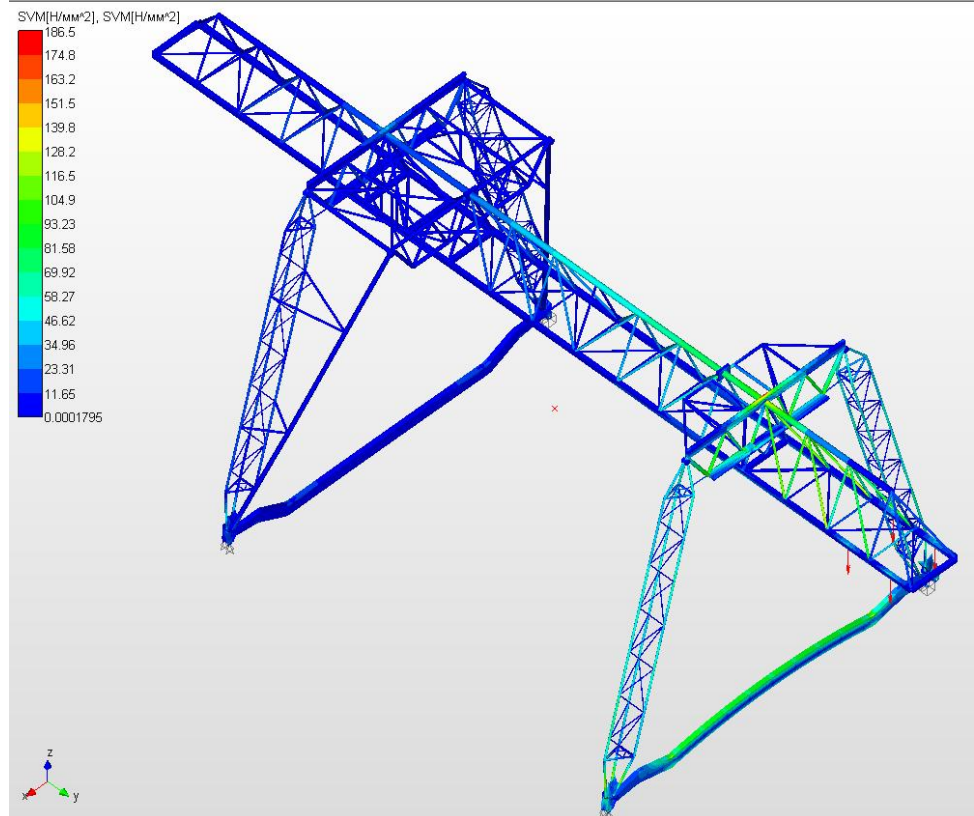


Рисунок 4.2 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели. Максимальные эквивалентные напряжения составляют 186,5 Н/мм².

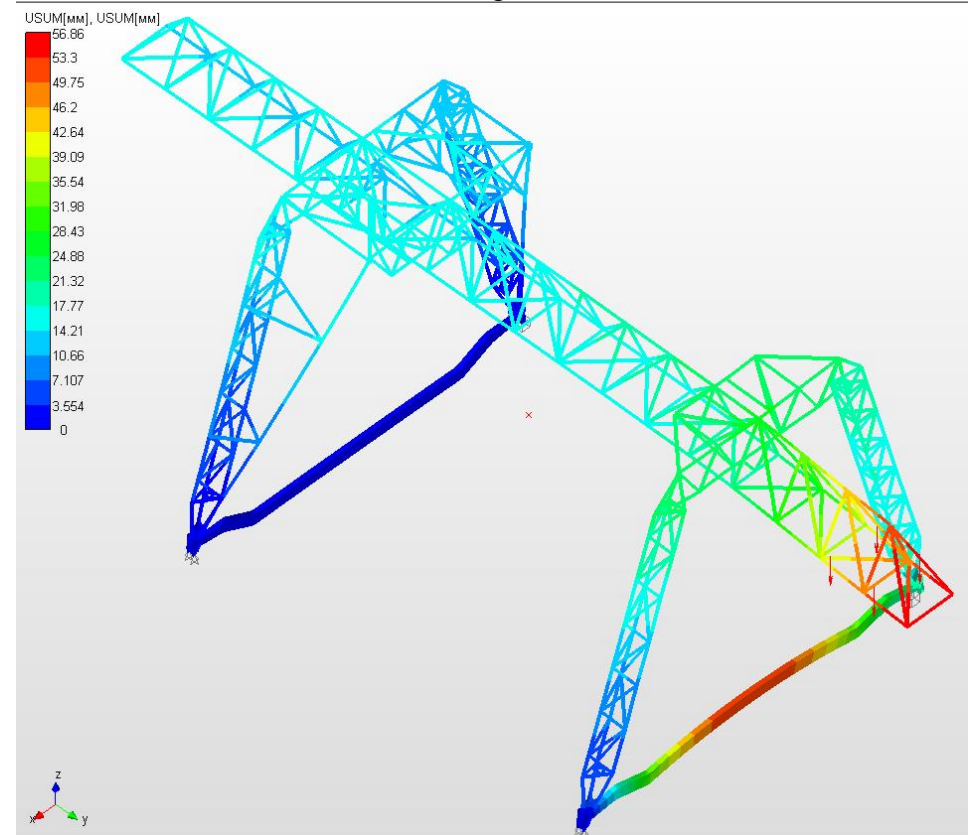


Рисунок 4.3 – Диаграмма перемещений расчетной модели. Максимальные перемещения составляют 56,86 мм.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

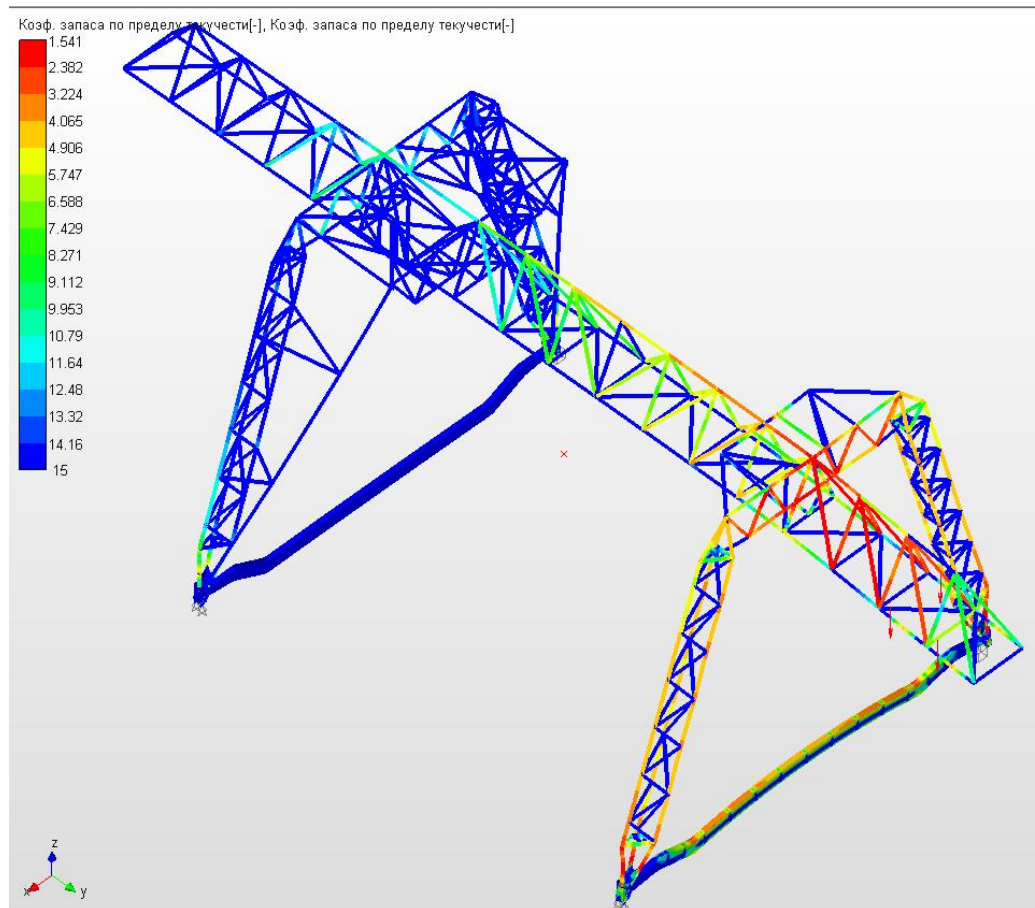


Рисунок 4.4 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.
Минимальный коэффициент запаса составляет 1,541.

Реакции в опорах												
Загружение 0												
N	N ч...	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	RO°	
1	164	0.0000	1419.6225	408462.3669	-0.0000	0.0000	-0.0000	-21.2...	0.0000	0.0000	0.00	
2	206	0.0000	-1935.6325	331877.1063	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-21.0...	0.0000	0.0000	-0.0	
3	1306	-18492.2222	1064.1526	427100.9297	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	
4	1348	16929.9327	-2363.5670	316401.4415	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0	
5	2448	0.0000	1858.4213	170804.5702	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-2.6952	0.0000	0.0000	0.00	
Невязка сил [H] по осям: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00												
Невязка моментов [H*мм] вокруг осей: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00												
OK Ещё... Фильтры >>>												

Реакции в опорах												
Загружение 0												
N	N ч...	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	RO°	
4	1348	16929.9327	-2363.5670	316401.4415	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0	
5	2448	0.0000	1858.4213	170804.5702	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-2.6952	0.0000	0.0000	0.00	
6	2490	0.0000	969.0349	80948.8231	-0.0000	0.0000	-0.0000	-2.5814	0.0000	0.0000	0.00	
7	3590	-8632.5088	-94.6827	188207.2264	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0	
8	3632	10194.7982	-917.3491	60820.7064	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0	
Невязка сил [H] по осям: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00												
Невязка моментов [H*мм] вокруг осей: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00												
OK Ещё... Фильтры >>>												

Рисунок 4.5 – Реакции в опорах расчетной модели.

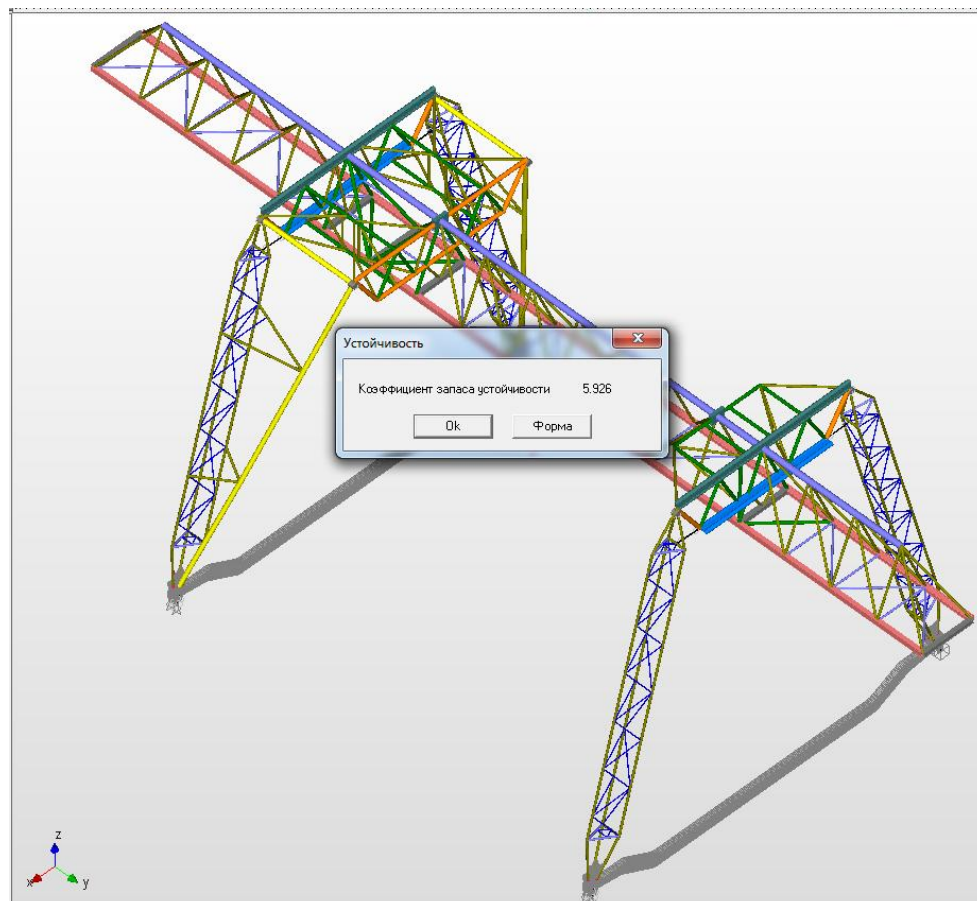


Рисунок 4.6 – Коэффициент запаса устойчивости расчетной модели.

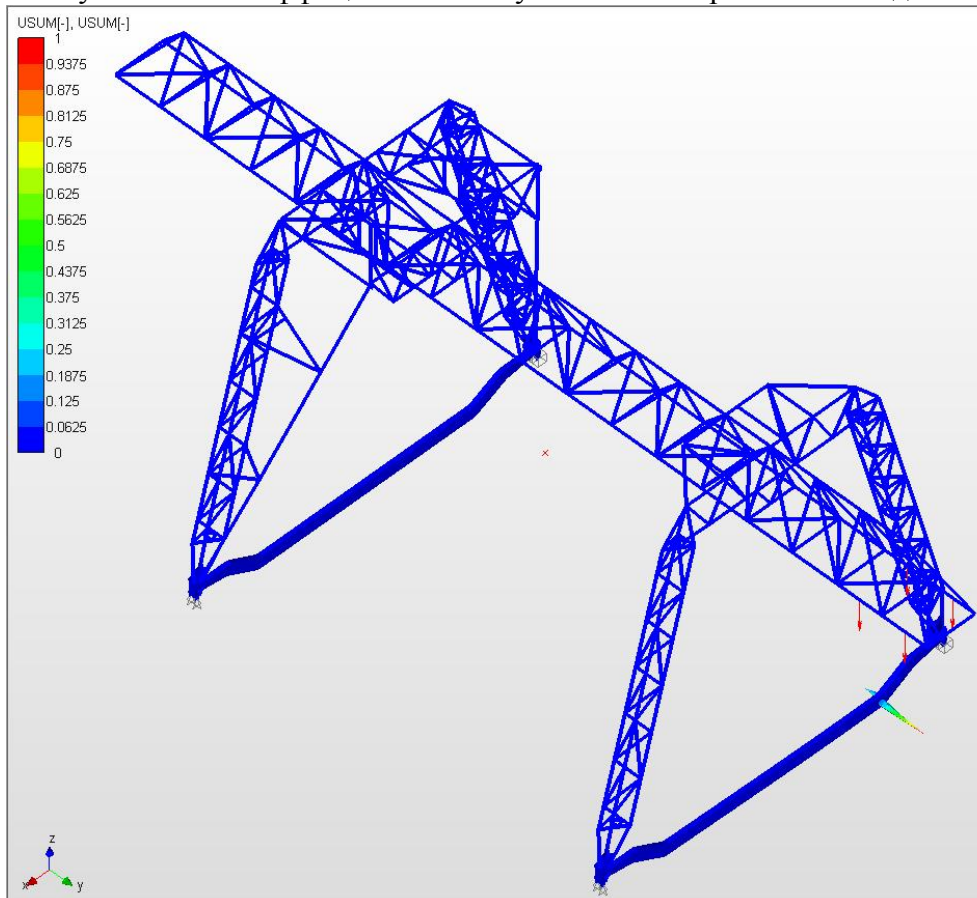


Рисунок 4.7 – Форма потери устойчивости расчетной модели.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

37

Изм. Лист № документа Подпись Дата

4.1.2 Грузовая тележка на консоли жестких опор в крайнем положении.

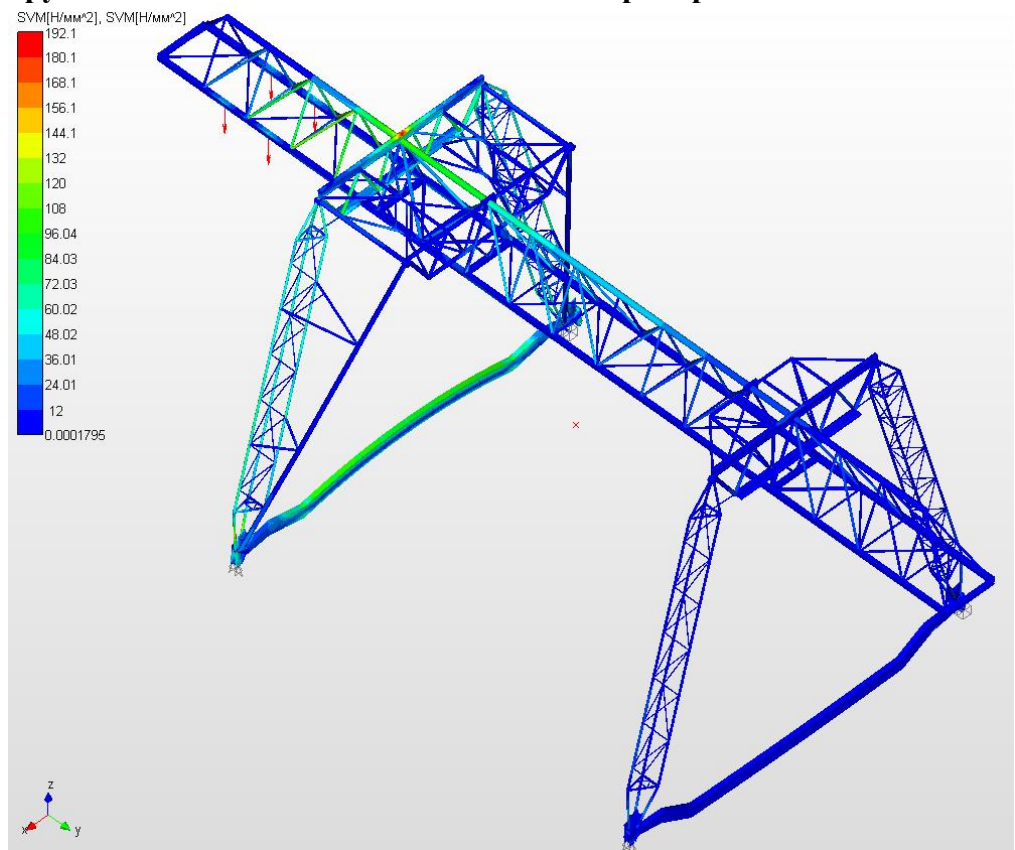


Рисунок 4.8 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели.
Максимальные эквивалентные напряжения составляют 192,1 Н/мм2.

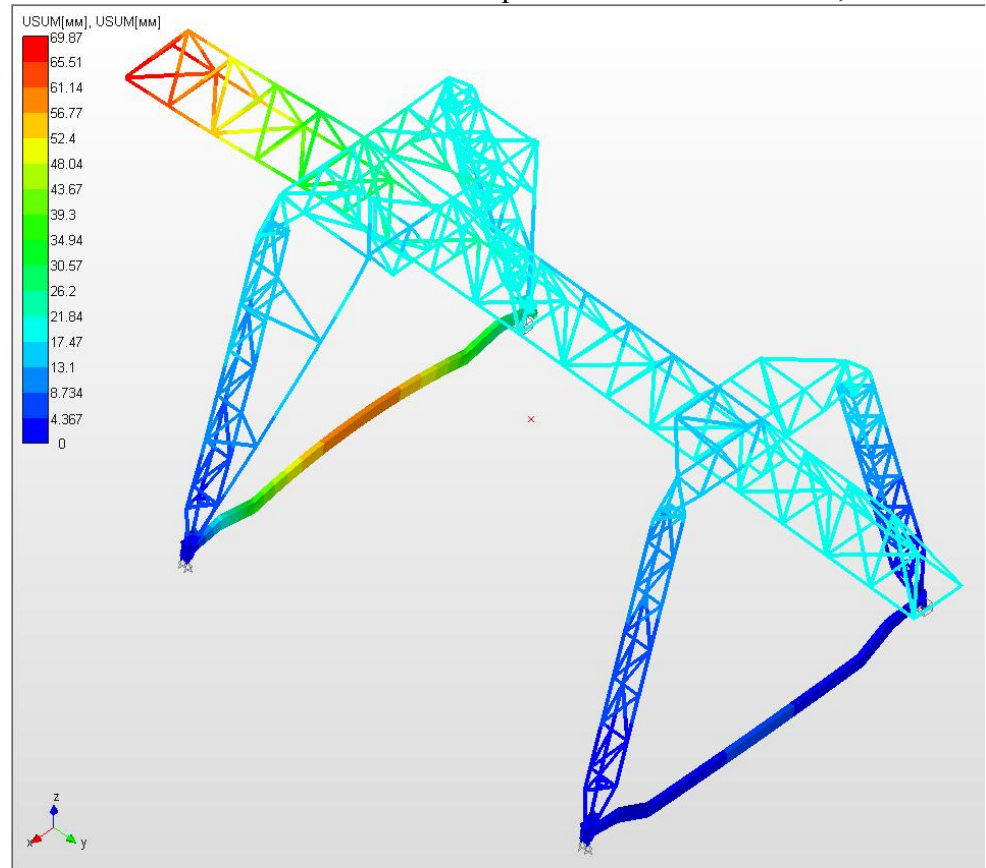


Рисунок 4.9 – Диаграмма перемещений расчетной модели.
Максимальные перемещения составляют 69,87 мм.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

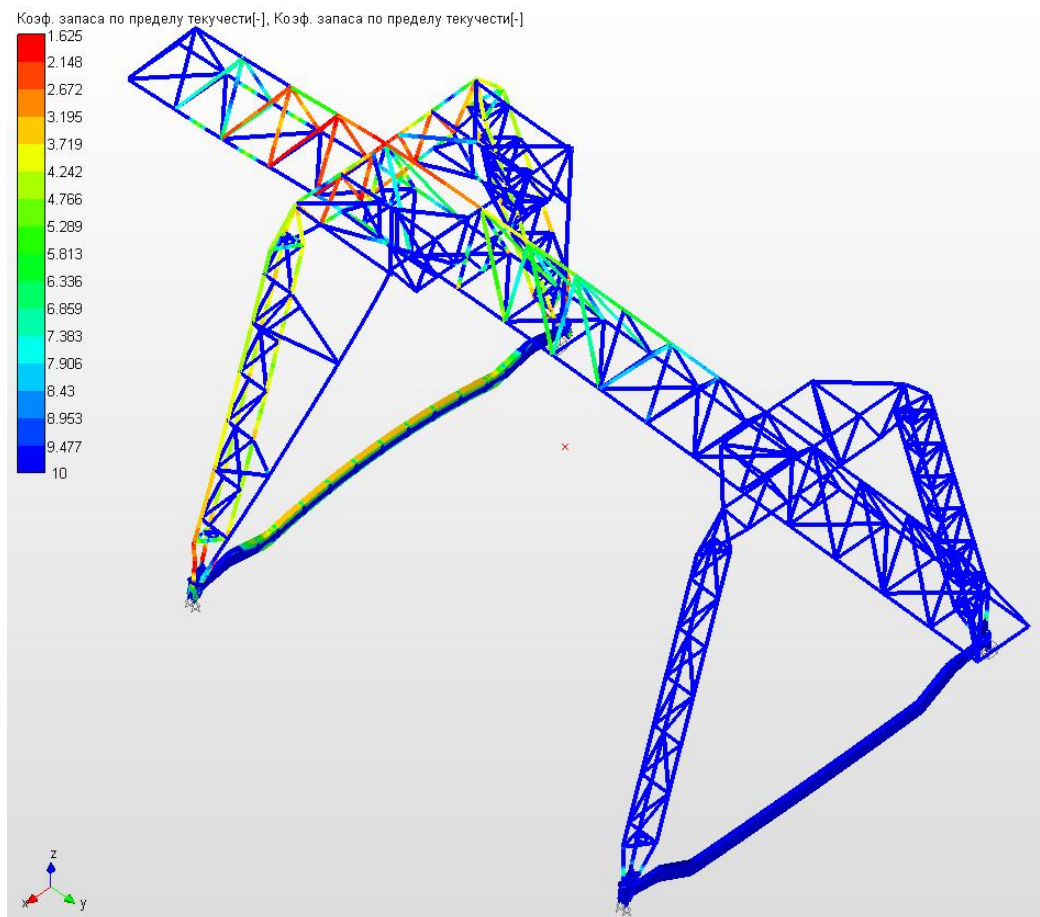


Рисунок 4.10 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.
Минимальный коэффициент запаса по пределу текучести 1,625.

Реакции в опорах											
Загрузка 0											
N	N узла	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	R
1	164	-0.0000	-144.1510	125420.3449	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0412	0.0000	0.0000	0
2	206	0.0000	-575.3418	38563.9774	0.0000	0.0000	0.0000	0.2967	0.0000	0.0000	-0
3	1306	-13804.5549	-350.1495	120610.3292	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0
4	1348	15841.9086	-683.5586	39023.3672	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0
5	2448	-0.0000	1256.0915	480408.5276	-0.0000	-0.0000	0.0000	-23.3...	0.0000	0.0000	0
6	2490	0.0000	-2540.8320	347088.9773	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-23.1...	0.0000	0.0000	-0
7	3590	-11444.7468	3466.4551	471432.7539	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
8	3632	9407.3931	-428.5137	360852.8151	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0
Невязка сил [H] по осям											
X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00											
Невязка моментов [H*мм] вокруг осей											
X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00											
OK Ещё... Фильтры >>>											

Рисунок 4.11 – Реакции в опорах расчетной модели.

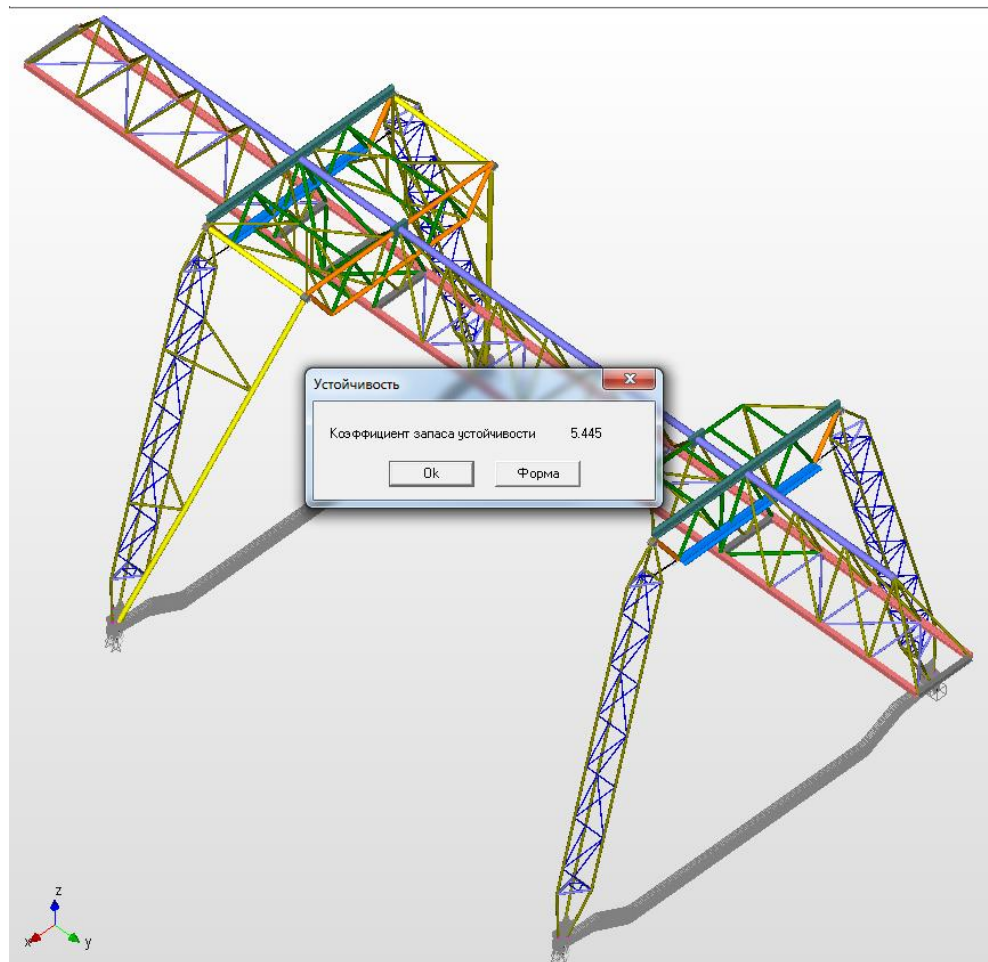


Рисунок 4.12 – Коэффициент запаса устойчивости расчетной модели.

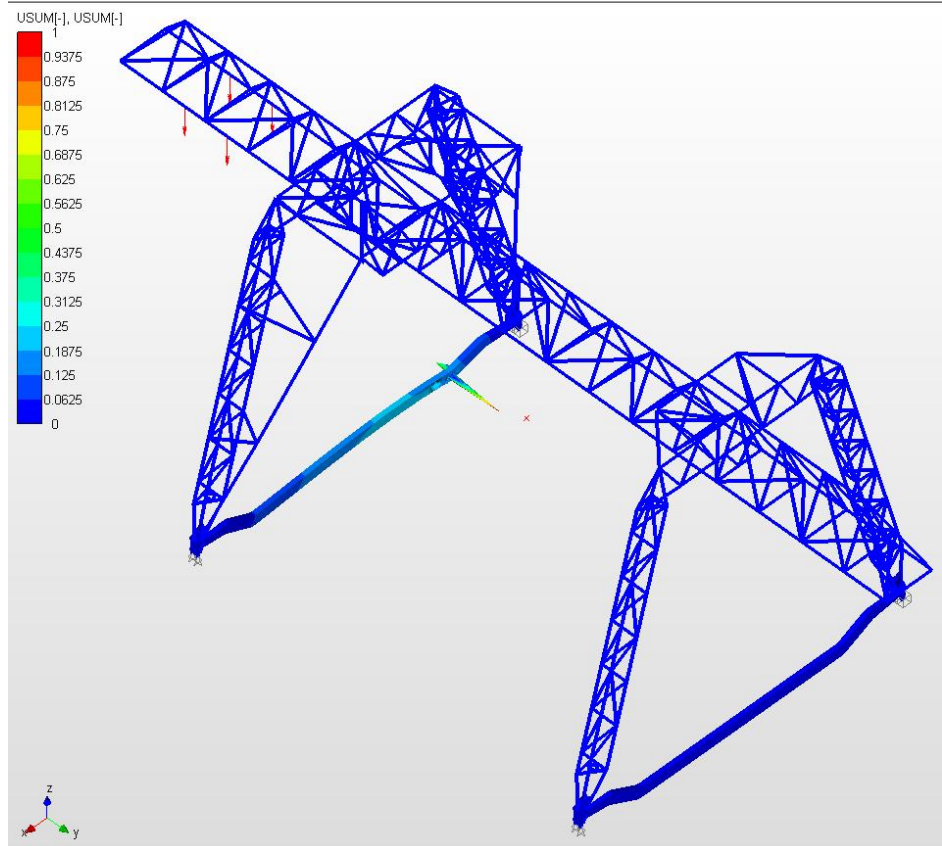


Рисунок 4.13 Форма потери устойчивости расчетной модели.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

40

Изм. Лист № документа Подпись Дата

4.1.3 Грузовая тележка на середине пролетного строения крана

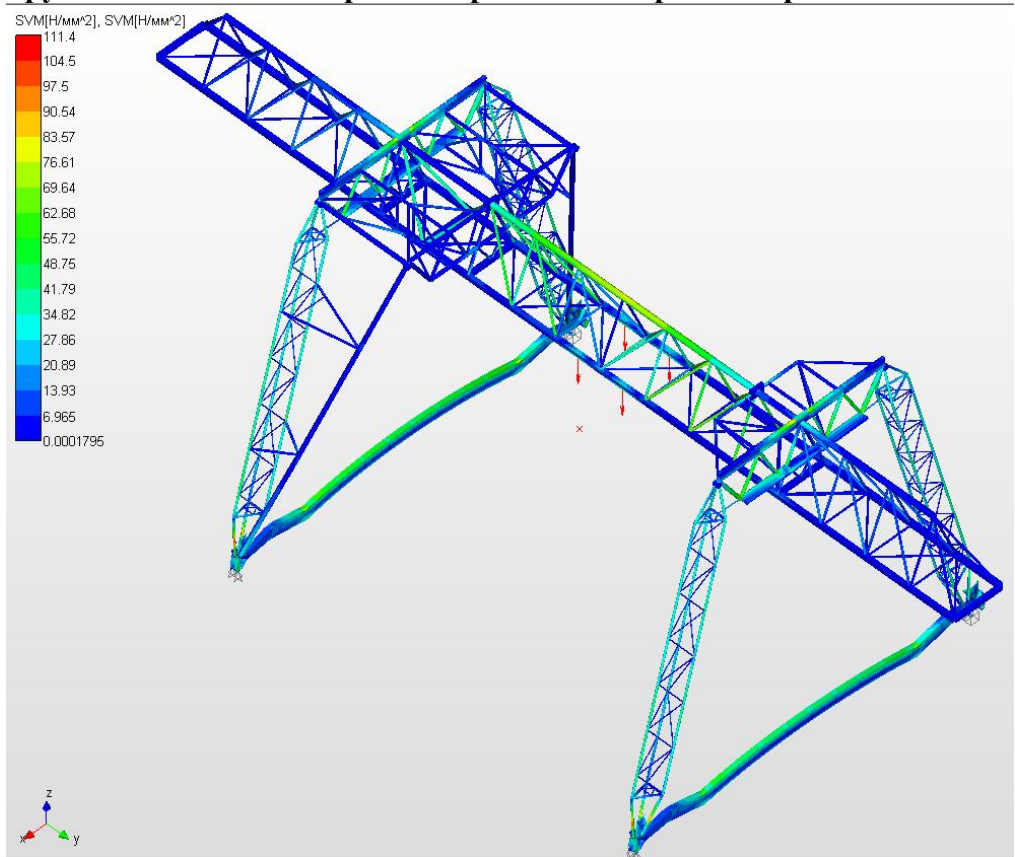


Рисунок 4.14 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели. Максимальные эквивалентные напряжения составляют 111,4 Н/мм2.

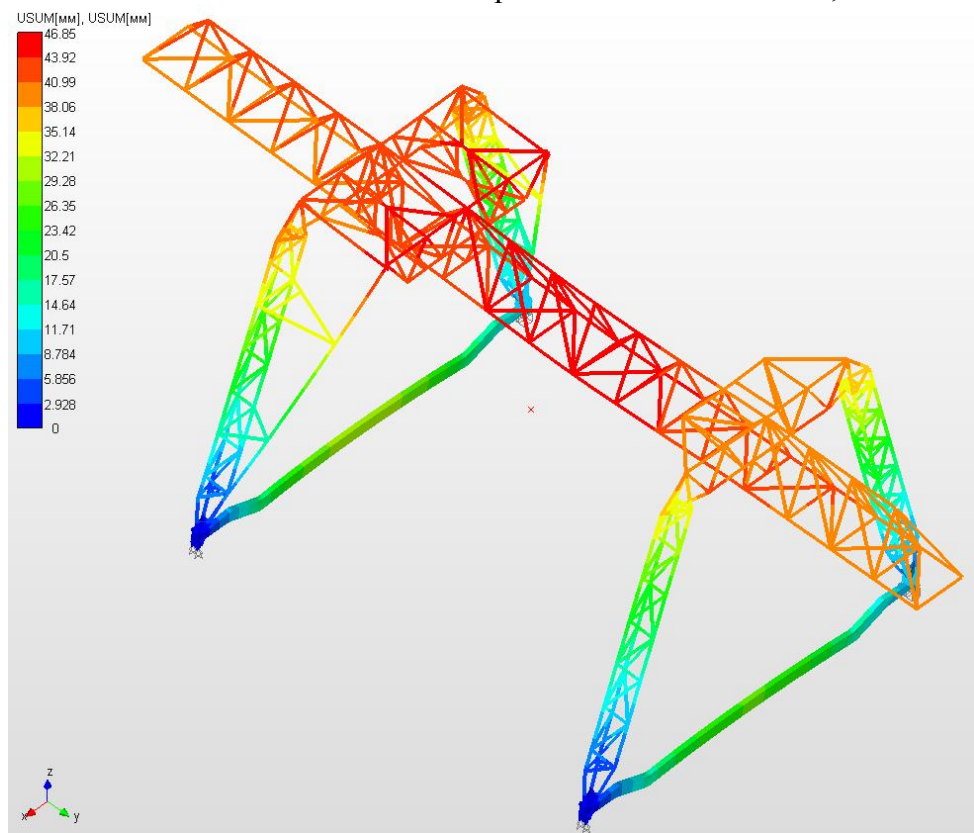


Рисунок 4.15 – Диаграмма перемещений расчетной модели. Максимальные перемещения составляют 54,07 мм

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

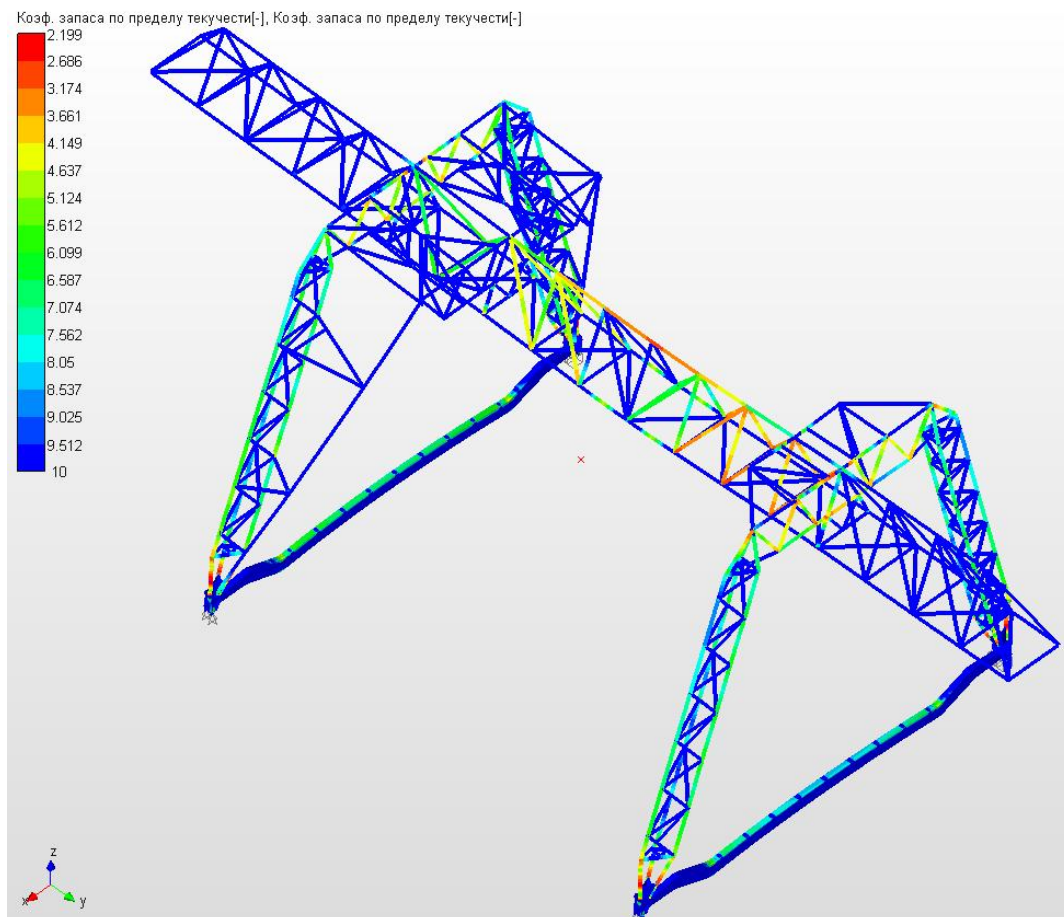


Рисунок 4.16 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.

Реакции в опорах

Загрузка 0

N	N узла	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	Rc
1	164	0.0000	290.3841	320490.4101	-0.0000	0.0000	-0.0000	-11.4...	0.0000	0.0000	0.0000
2	206	0.0000	-1698.1485	151372.8630	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-10.9...	0.0000	0.0000	-0.0000
3	1306	-33882.8273	-315.0522	338899.7039	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
4	1348	33958.5652	-2296.1399	132739.8259	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
5	2448	0.0000	2417.1728	385424.2668	0.0000	-0.0000	-0.0000	-12.9...	0.0000	0.0000	0.0000

Невязка сил [H] по осям: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00

Невязка моментов [H*мм] вокруг осей: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00

OK Ещё... Фильтры >>>

Реакции в опорах

Загрузка 0

N	N узла	Rx [H]	Ry [H]	Rz [H]	Mx [H*мм]	My [H*мм]	Mz [H*мм]	UX	UY	UZ	Rc
4	1348	33958.5652	-2296.1399	132739.8259	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
5	2448	0.0000	2417.1728	385424.2668	0.0000	-0.0000	-0.0000	-12.9...	0.0000	0.0000	0.0000
6	2490	0.0000	120.1874	138801.2818	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-12.4...	0.0000	0.0000	-0.0000
7	3590	-39322.4891	1895.2129	410109.6186	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	3632	39246.7512	-413.6166	114777.1109	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000

Невязка сил [H] по осям: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00

Невязка моментов [H*мм] вокруг осей: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00

OK Ещё... Фильтры >>>

Рисунок 4.17 – Реакции в опорах расчетной модели

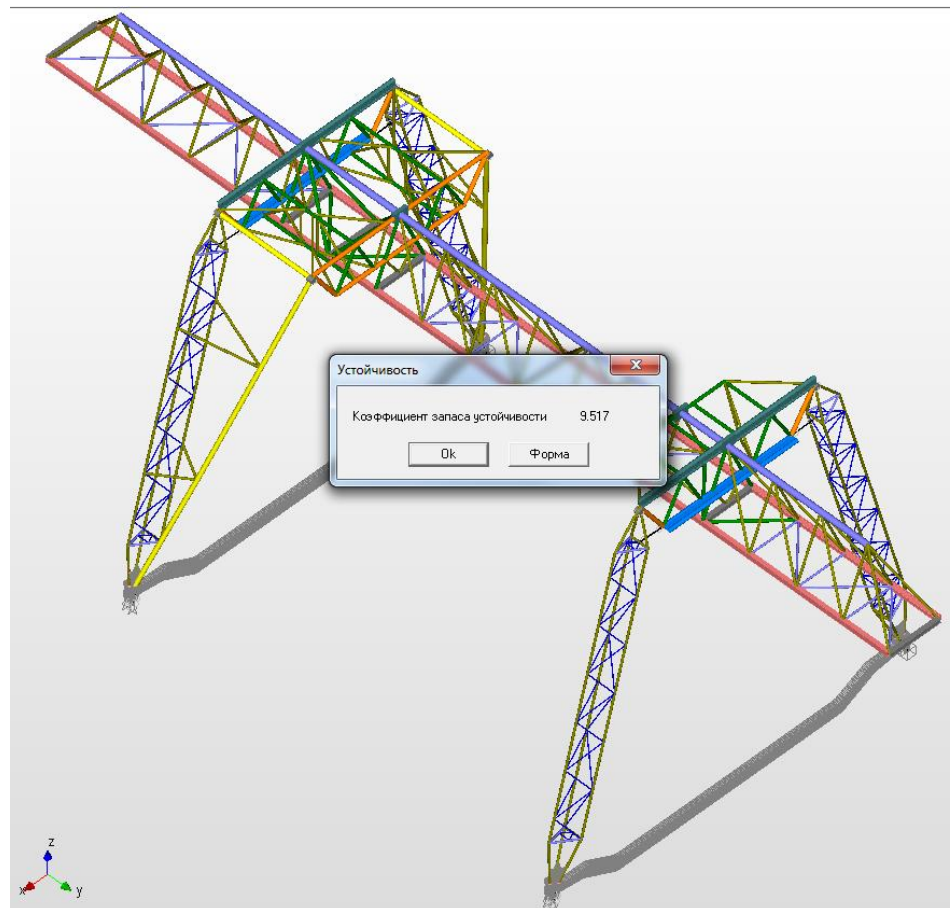


Рисунок 4.18 – Коэффициент запаса устойчивости расчетной модели.

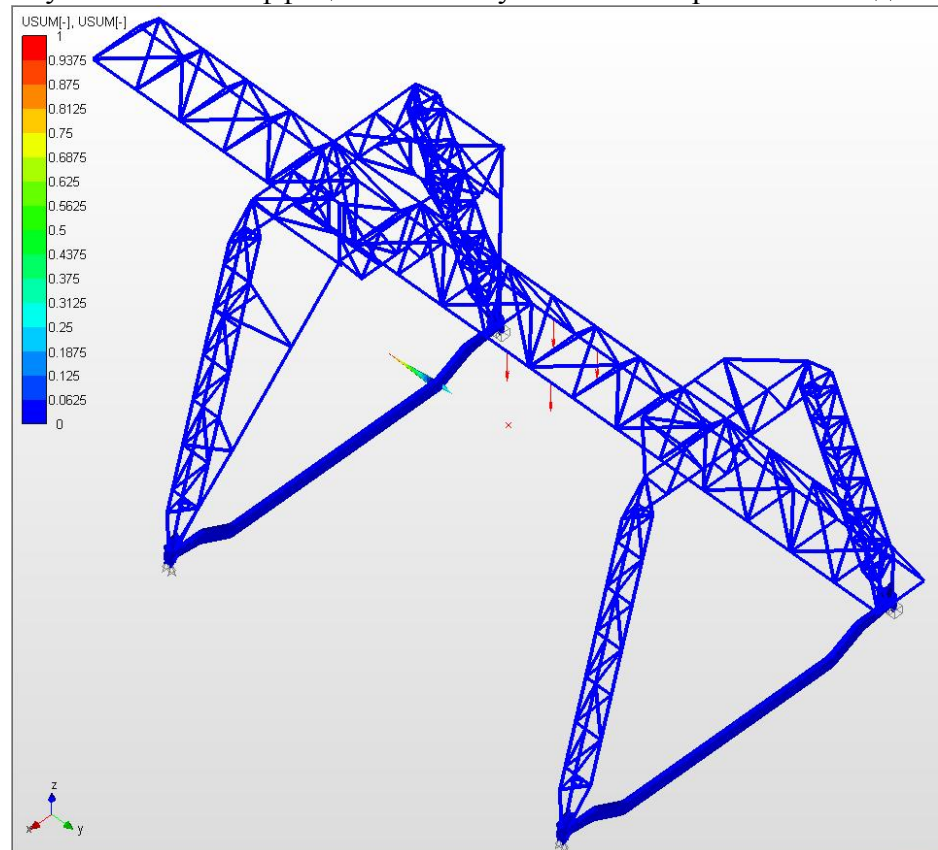


Рисунок 4.19 – Форма потери устойчивости расчетной модели.

Согласно результатам статического расчета несущих металлоконструкций кранов типа МККС-42Км после реконструкции, изготовленных ОАО «Балткран», установленных в филиалах ПАО «Трансконтейнер» можно сделать выводы:

1 В результате реконструкции удастся снизить напряжения в несущих элементах металлоконструкции при нахождении грузовой тележки на консоли гибких опор в крайнем положении до 15,9%, при нахождении грузовой тележки на консоли жестких опор в крайнем положении до 14,6%.

2 Увеличивается запас прочности по напряжениям, общая устойчивость крана, снижаются прогибы моста, нагрузки на подкрановые пути.

3 Максимальные напряжения возникают в верхних поясах ригелей в месте крепления к пролетному строению крана, а также в хребтовой трубе пролетного строения. С целью усиления контроля за напряжениями, возникающими в наиболее нагруженных элементах, рекомендуется установка тензо-резисторных датчиков.

Ине. № подл.	Подпись и дата				Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Ине. № подл.	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист
															44

5. Статический расчет металлоконструкции грузовой тележки после реконструкции.

Грузовая тележка неповоротная рамной конструкции, подвесная. Несущие элементы металлоконструкции выполнены в виде балок коробчатого сечения, на которые опираются узлы грузовой лебедки.

Расчет производится методом конечных элементов для анализа напряженно-деформированного состояния металлоконструкции грузовой тележки. С помощью программного модуля APM Structure3D металлоконструкция грузовой тележки интерпретирована в конечно-элементную расчетную модель. Нагрузки от собственного веса металлоконструкции в расчете учитываются и задаются программно.

Исходные данные для расчета:

Грузоподъемность максимальная $m_{\text{конт}}$, тН	36,0
Масса спредера, $m_{\text{спр}}$, тН	10,5
Нагрузка от редуктора ЦТНД-400, $P_{\text{ред}}$, Н	9222
Нагрузка от грузового барабана, $P_{\text{г.б.}}$, Н	6867

Нагрузка, действующая на узел неподвижной заделки каната, равна величине натяжения каната рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{в.к.}} = (m_{\text{конт}} \times K_{\text{п}} \times K_{\text{н}} + m_{\text{спр}}) \times 9,81/16 \quad \text{Н},$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент перегрузки, принимается $K_{\text{п}}=1,25$;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности нагрузки, принимается $K_{\text{н}}=1,1$.

$$P_{\text{в.к.}} = (36,0 \times 1,25 \times 1,1 + 10,5) \times 9,81/16 = 36788 \text{ Н}$$

Нагрузка, действующая на каждый из уравнительных блоков, принимается равной величине двукратного натяжения каната и составляет:

$$P_{\text{ур}} = 2 \times P_{\text{в.к.}};$$

$$P_{\text{ур}} = 2 \times 36788 = 73576 \text{ Н}$$

Нагрузка, действующая на опору редуктора, рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ред}} = P_{\text{в.к.}} + P_{\text{ред}} + P_{\text{г.б.}}/2;$$

$$P_{\text{ред}} = 36788 + 9222 + 6867/2 = 49444 \text{ Н}$$

Нагрузка, действующая на каждую опору грузовых барабанов (подшипниковый узел), рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{ред}} = P_{\text{в.к.}} + P_{\text{г.б.}}/2;$$

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

45

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

$P_{ред}=36788+6867/2=40222 \text{ Н}$

Силовые факторы задаются программно в форме распределенной нагрузки, пересчитанной на площадь, которую занимает тот или иной узел. Результаты расчетов представлены в виде диаграмм эквивалентных напряжений, коэффициента запаса по пределу текучести.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ					Лист
										46

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

36.МЖС.001.000-000 ПЗ

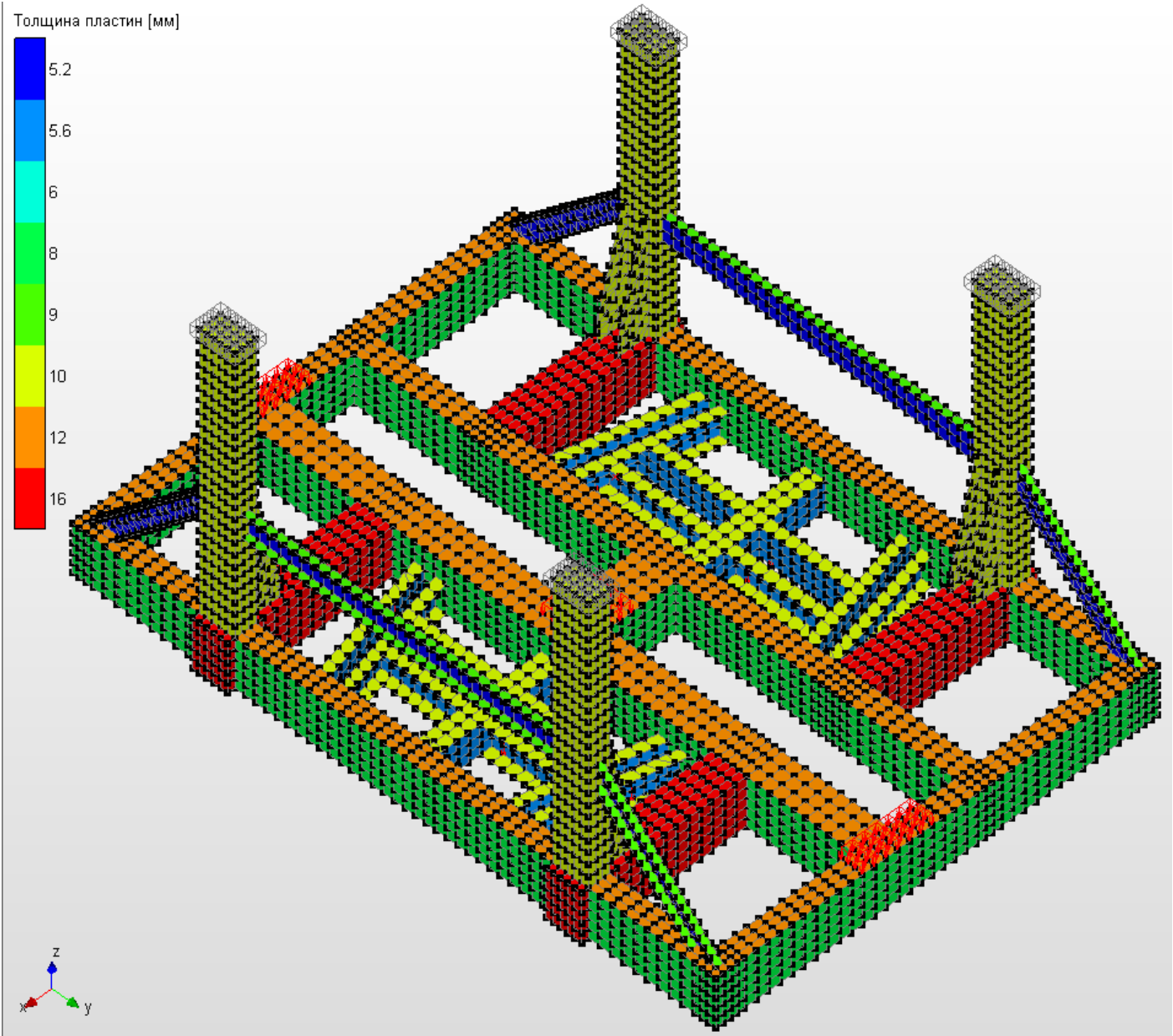


Рисунок 5.1 – Общий вид расчетной модели грузовой тележки после реконструкции

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

36.МКС.001.000-000 ПЗ

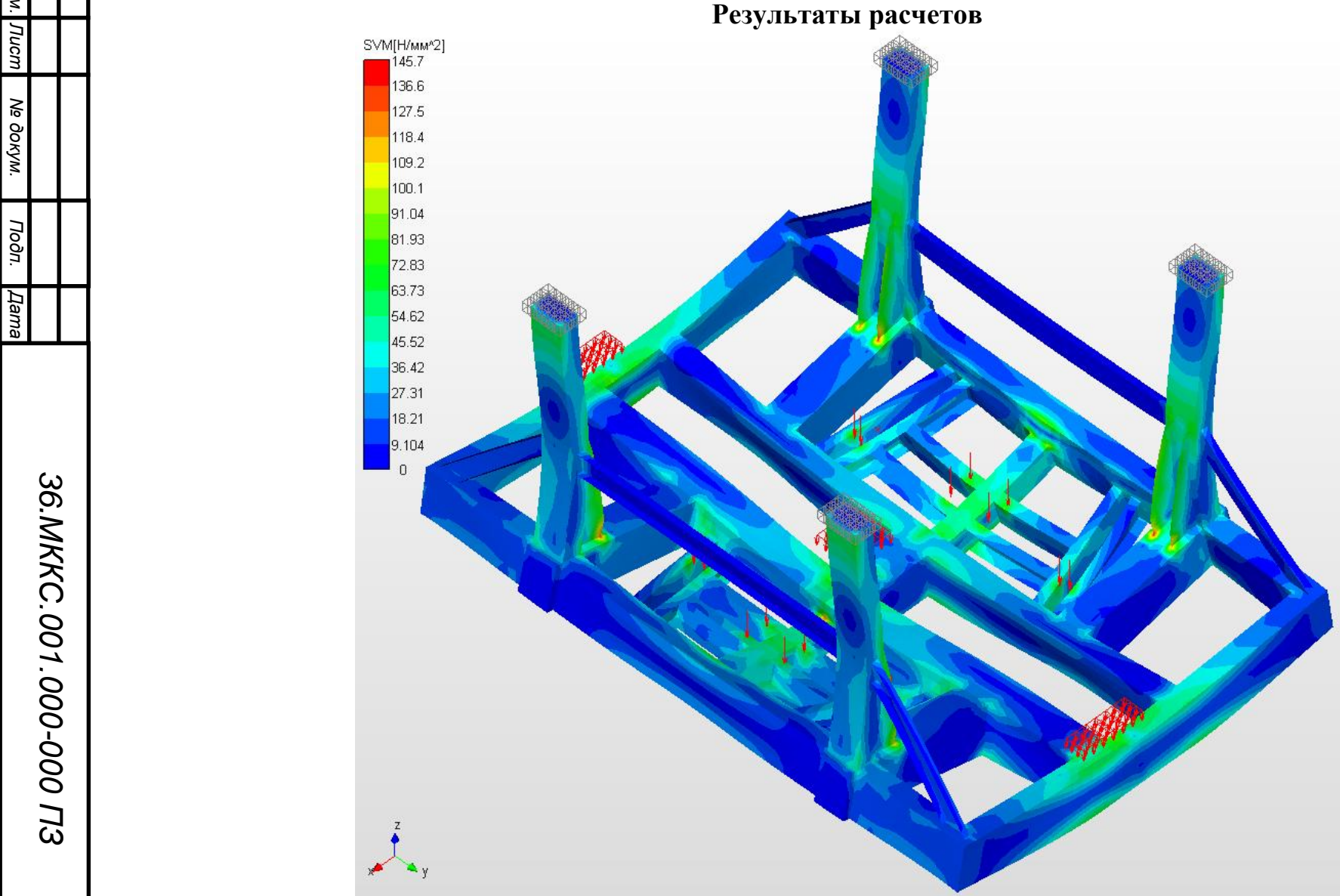


Рисунок 5.2 – Диаграмма эквивалентных напряжений расчетной модели.
 Максимальные эквивалентные напряжения, возникающие в несущих элементах металлоконструкции, ниже предельно допустимых и составляют 145,7 Н/мм2.

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

36.МЖС.001.000-000 ПЗ

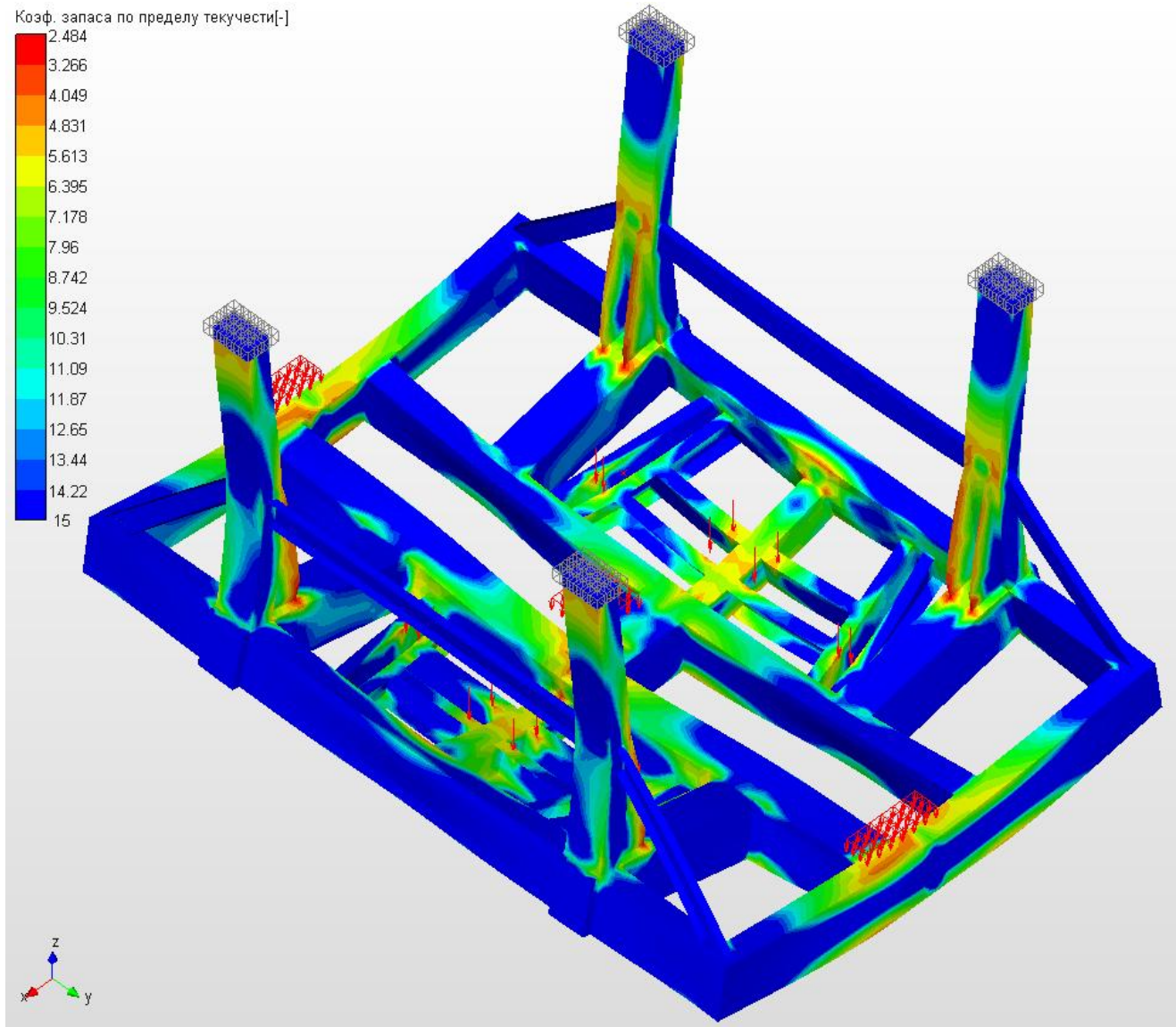


Рисунок 5.3 – Диаграмма коэффициента запаса по пределу текучести расчетной модели.

Минимальный коэффициент запаса составляет 2,344.

Вывод: Несущая металлоконструкция грузовой тележки имеет достаточный запас прочности по напряжениям.

6. Обоснование и установка тензорезисторных датчиков.

Согласно результатам статических расчетов несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км, изготовленных ОАО «Балткран» установленных в филиалах ПАО «Трансконтейнер» с целью усиления контроля за напряжениями, возникающими в наиболее нагруженных элементах, рекомендуется установка тензорезисторных датчиков.

Тензорезисторные датчики (рисунок 6.1) предназначены для измерения деформации тех или иных объектов исследования. Датчики содержат полный мост резисторов. Флуктуации геометрических характеристик объекта приводят к изменению каких-либо физических свойств датчика, которые могут быть преобразованы в электроический сигнал.

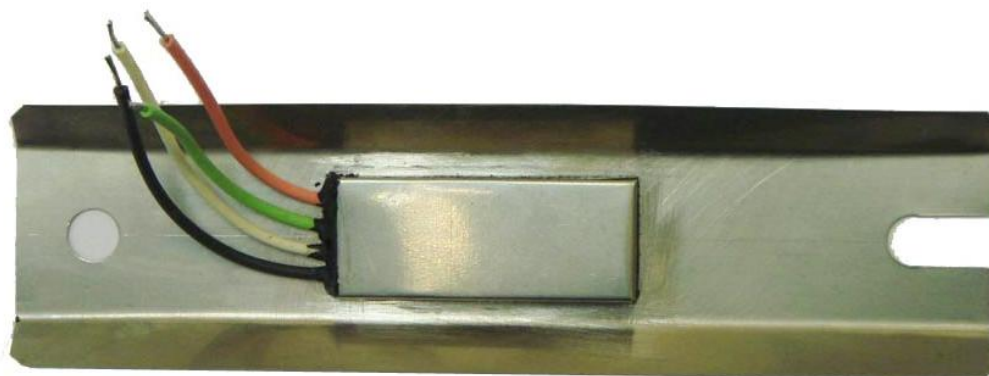


Рисунок 6.1 – Тензорезисторный датчик.

Датчики по способу крепления к поверхности различают на привариваемые (несъемные) и привинчиваемые (съемные). Привариваемые датчики устанавливаются при помощи точечной сварки и не требуют установки дополнительных крепежных элементов. Привинчиваемые датчики, в свою очередь, более практичны, могут использоваться многократно. Они крепятся к поверхности на шпильках или болтах, предварительно прикрепленных к контролируемой металлической конструкции. Для крепления достаточно двух болтов или шпилек.

После установки тензорезисторных датчиков обязательно должна проводиться их юстировка для обеспечения корректности и точности выходных данных.

В первую очередь целесообразна установка тензорезисторных датчиков в места наиболее нагруженных элементов – усиления верхних поясов ригелей жестких и гибких опор (Рисунок 6.2).

Ине. № подл.	Подпись и дата	Ине. № дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. №			

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

50

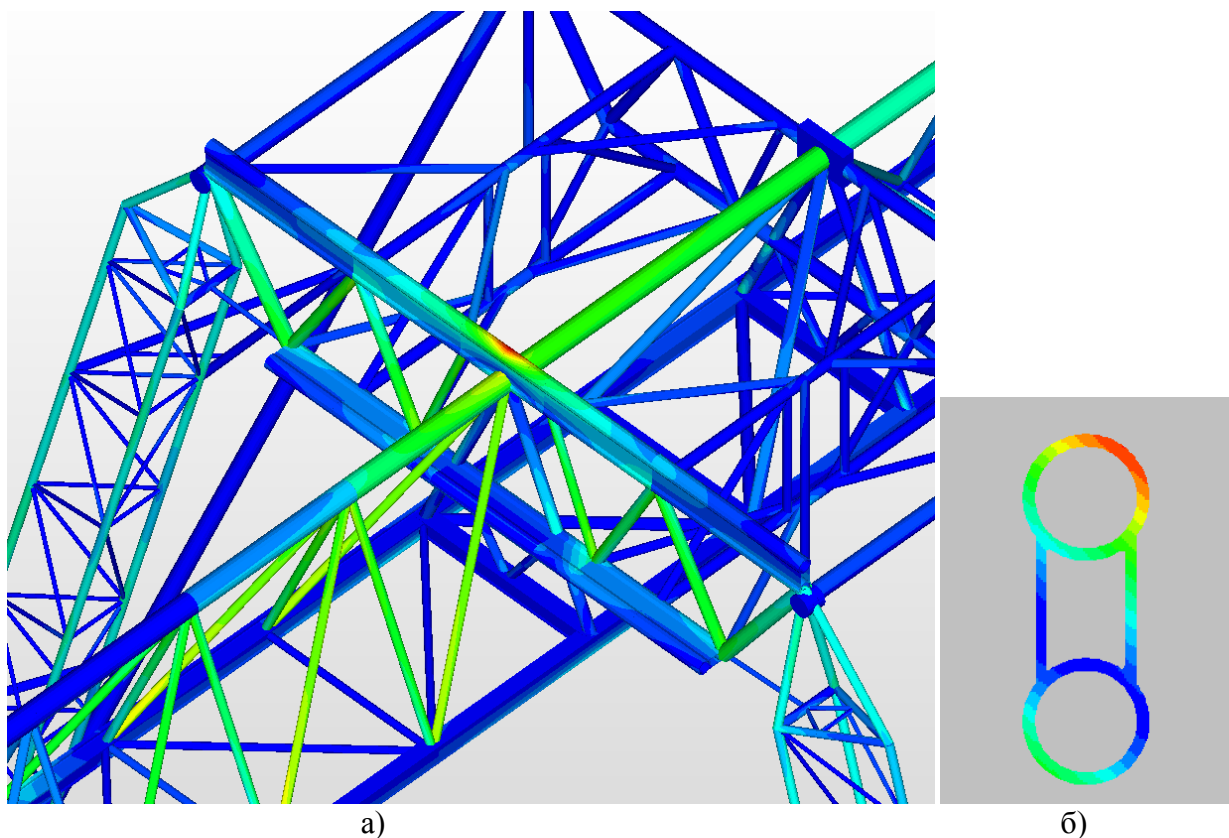


Рисунок 6.2 – Диаграмма напряжений расчетной модели.
 а) Распределение напряжений на металлоконструкции крана.
 б) Напряжения в сечении верхнего пояса ригеля жесткой опоры

Для контроля основной нагрузки верхних поясов ригелей жестких и гибких опор устанавливаются датчики на нижнюю поверхность поясов в районе фланцев их крепления к хребтовой трубе пролетного строения.

Датчики подключаются в систему контроля и управления краном. Показания датчиков отображаются на панели управления в кабине крановщика с сигнализацией критических значений, а также записываются в файл оперативной информации, передаваемый на сервер в рамках программы диспетчеризации работы кранов.

Для обоснования мест установки дополнительных тензорезисторных датчиков были проведены технические изыскания наиболее нагруженных элементов расчетной модели несущей металлоконструкции козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км.

В ходе изысканий изучался процесс увеличения напряжений несущей металлоконструкции крана и перехода их на ближайшие элементы металлоконструкции.

Для реализации ослабления элемента (трещина, коррозионный износ) его сечение было заведомо уменьшено, после чего делался вывод о влиянии фактора ослабления на металлоконструкцию.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

6.1 Результаты технических изысканий несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км, изготовленных ОАО «Балткран» установленных в филиалах ПАО «Трансконтейнер»

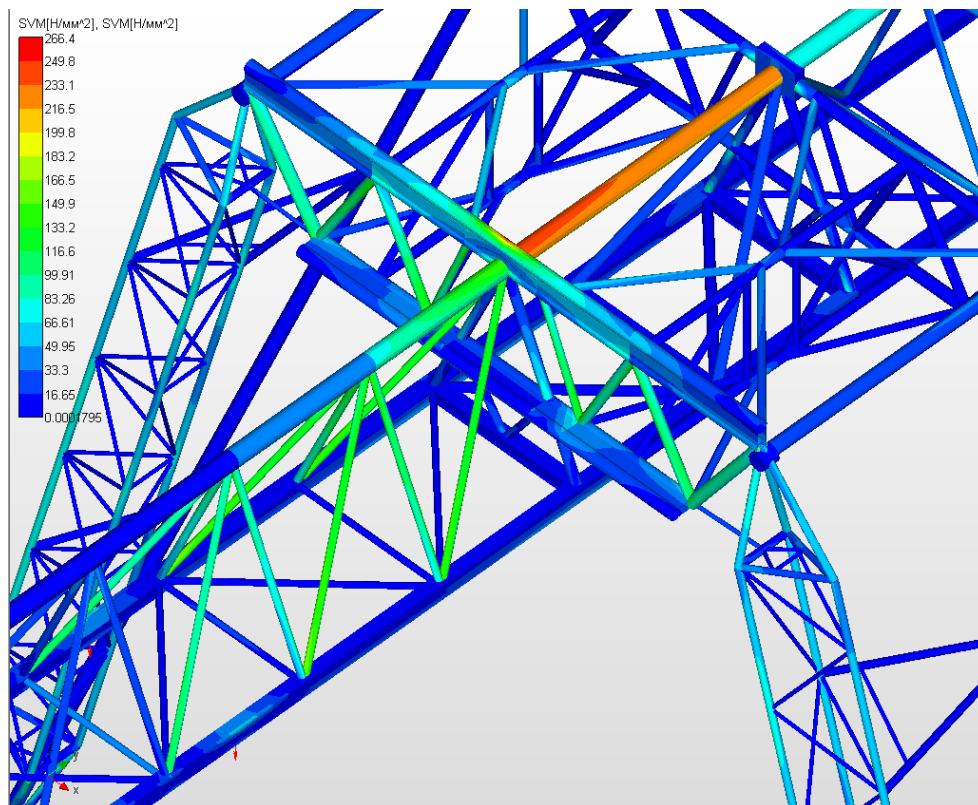


Рисунок 6.3 – Диаграмма напряжений крана МККС-42Км при нагружении на консоли жестких опор (уменьшено сечение хребтовой трубы в районе установки ригеля жестких опор внутри пролета крана).

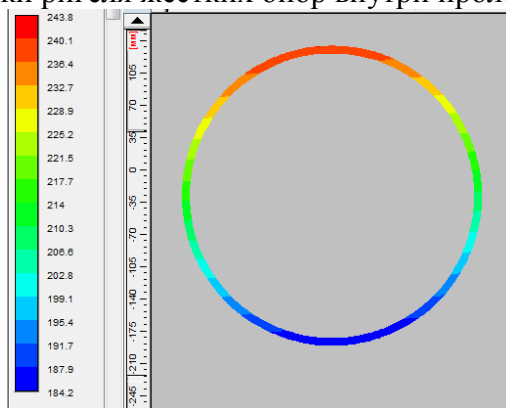


Рисунок 6.4 – Напряжения в сечении хребтовой трубы на расстоянии 100 мм от узла ее крепления к ригелю жестких опор со стороны пролета.

Согласно диаграммам видно, что ослабление данного элемента критично влияет на прочность всей металлоконструкции, максимальные напряжения располагаются сверху в хребтовой трубе в непосредственной близости к узлу ее крепления к ригелю. Элемент испытывает нагрузки растяжения в верхней части сечения. Исходя из результатов данных диаграмм можно сделать вывод о необходимости контроля напряжений в данном сечении, т.е. установки тензометрического датчика.

Подпись и дата.	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

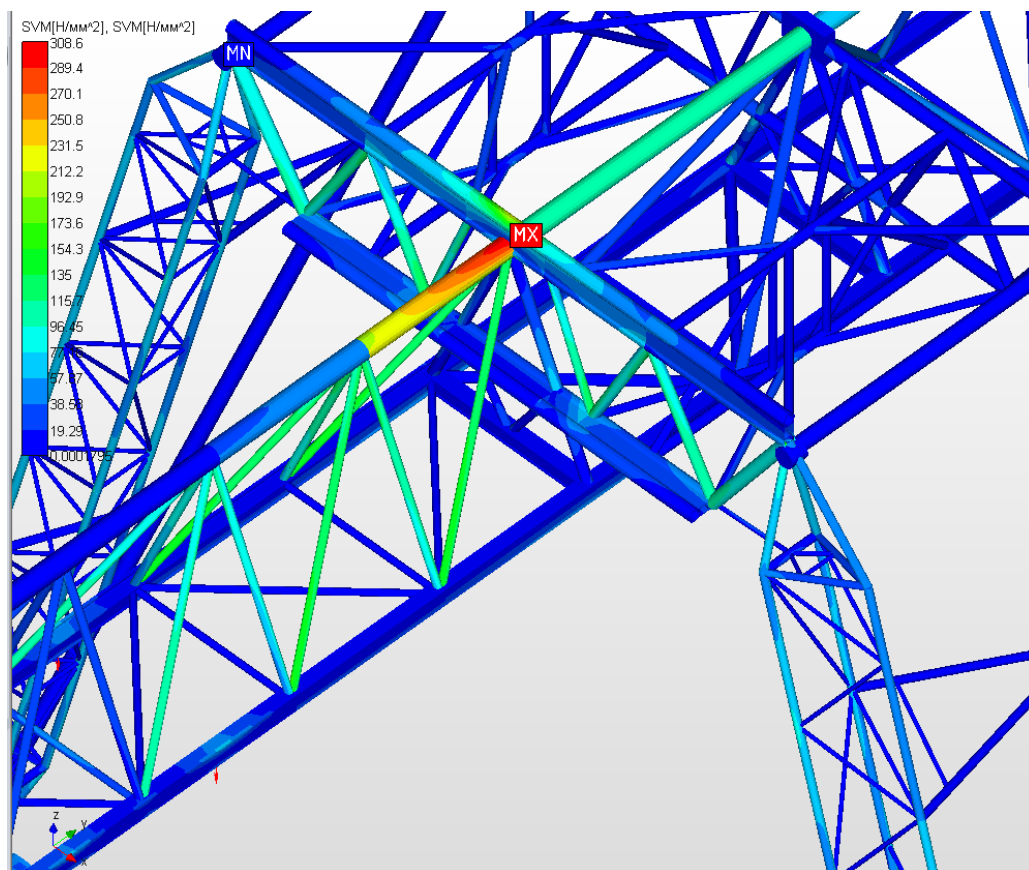


Рисунок 6.5 – Диаграмма напряжений крана МККС-42Км при нагружении на консоли жестких опор (уменьшено сечение хребтовой трубы в районе установки ригеля жестких опор со стороны консоли жестких опор крана).

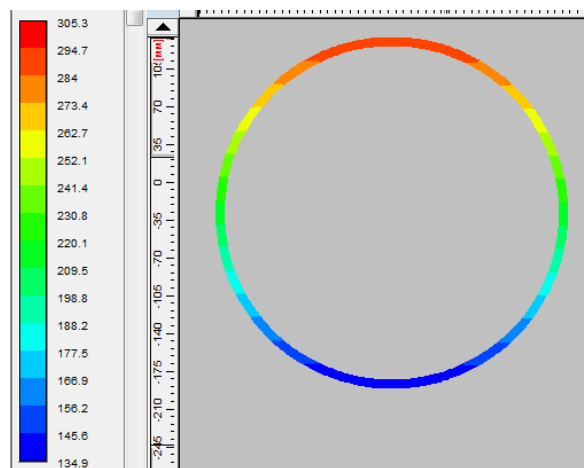


Рисунок 6.6 – Напряжения в сечении хребтовой трубы на расстоянии 100 мм от узла ее крепления к ригелю жестких опор со стороны пролета.

Согласно диаграммам видно, что ослабление данного элемента критично влияет на прочность всей металлоконструкции, максимальные напряжения располагаются сверху в хребтовой трубе в непосредственной близости к узлу ее крепления к ригелю. Элемент испытывает нагрузки растяжения в верхней части сечения. Исходя из результатов данных диаграмм можно сделать вывод о необходимости контроля напряжений в данном сечении, т.е. установки тензометрического датчика.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

36.МККС.001.000-000 ПЗ

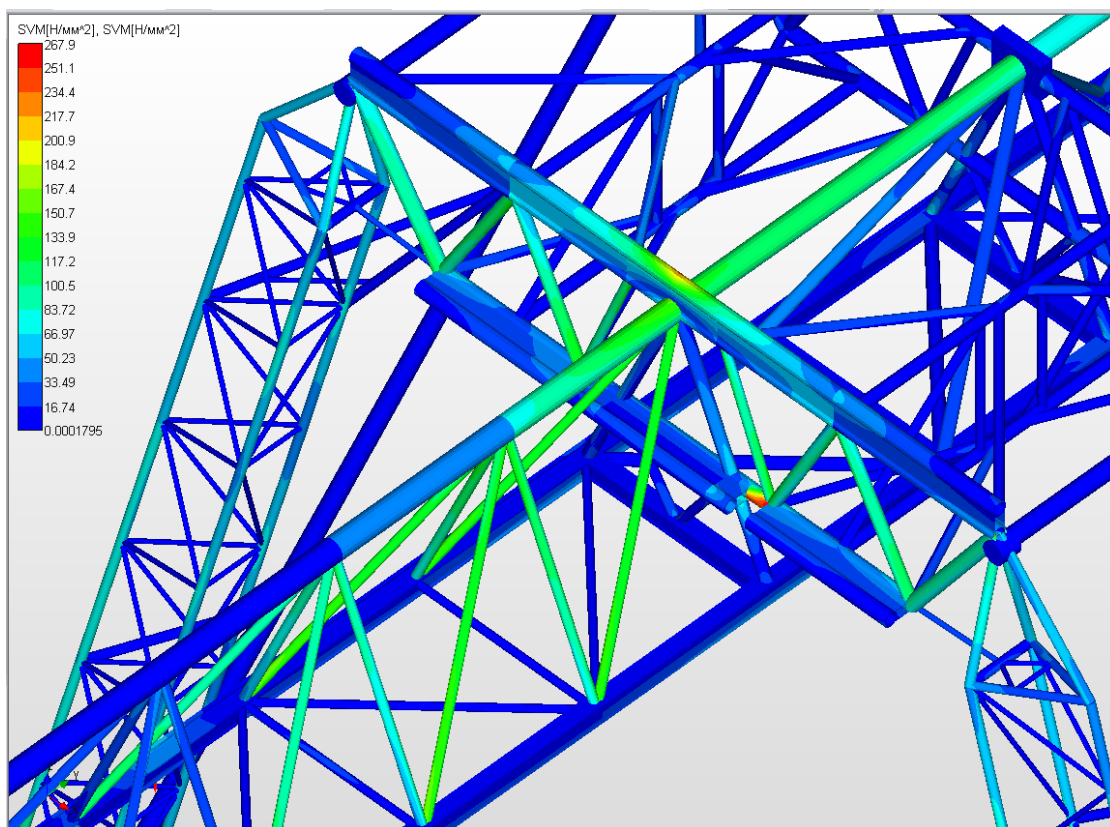


Рисунок 6.7 – Диаграмма напряжений крана МККС-42Км при нагружении на консоли жестких опор (уменьшено сечение нижнего пояса ригеля жестких опор в районе фланца его крепления к пролетному строению крана) .

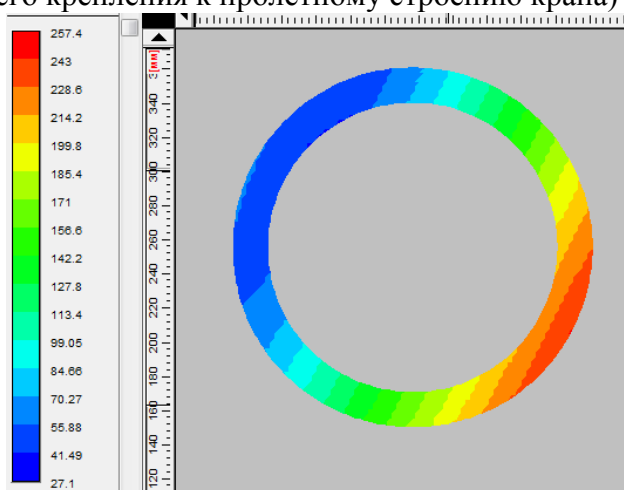


Рисунок 6.8 – Напряжения в сечении нижнего пояса ригеля жестких опор на расстоянии 100 мм фланца его крепления к пролетному строению крана.

Согласно диаграммам видно, что ослабление данного элемента значительно влияет на прочность всей металлоконструкции, максимальные напряжения располагаются в нижнем поясе ригеля жестких опор на расстоянии 100-150 мм от фланца его крепления к пролетному строению. Элемент испытывает нагрузки растяжения в нижней четверти сечения направленной в сторону консоли жестких опор. Исходя из результатов данных диаграмм можно сделать вывод о необходимости контроля напряжений в данном сечении, т.е. установки тензометрического датчика.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Выводы: В результате технических изысканий выявлены характерные места для контроля возникающих напряжений в несущих металлоконструкциях козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км, изготовленных ОАО «Балткран» установленных в филиалах ПАО «Трансконтейнер». На гибкие опоры тензо-резисторные датчики устанавливаются аналогично жестким опорам, т.к. геометрия поясов ригелей идентична.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>36.МККС.001.000-000 ПЗ</div> <div>Лист</div> <div>55</div>
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

6.2 Схемы установки тензорезисторных датчиков на элементах несущих металлоконструкций козловых контейнерных кранов типа МККС-42Км, изготовленных ОАО «Балткран» установленных в филиалах ПАО «Трансконтейнер»

Датчик №1 устанавливается на верхнюю поверхность усиления ригеля жестких опор над хребтовой трубой пролетного строения крана (Рисунок 6.9).

Датчик №2 устанавливается на верхнюю поверхность хребтовой трубы пролетного строения на расстоянии 100-150 мм в сторону консоли жестких опор от узла соединения пролетного строения с ригелем (Рисунок 6.9)

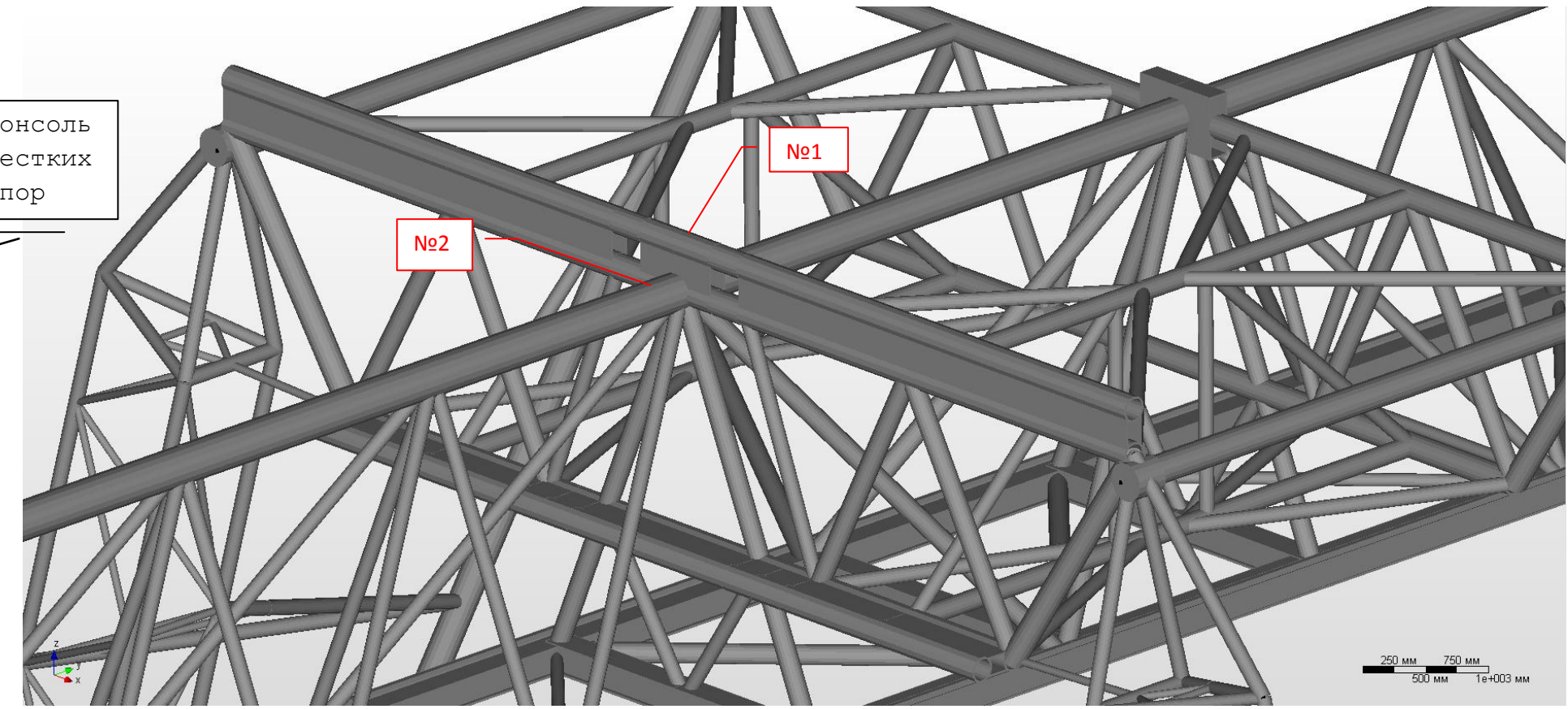


Рисунок 6.9 – Установка тензорезисторных датчиков №1, №2.

36.МККС.001.000-000 ПЗ

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

36.МЖКС.001.000-000 ПЗ

Датчик №3 устанавливается на верхнюю поверхность хребтовой трубы пролетного строения на расстоянии 100-150 мм в сторону пролета крана от узла соединения пролетного строения с ригелем (Рисунок 6.10)

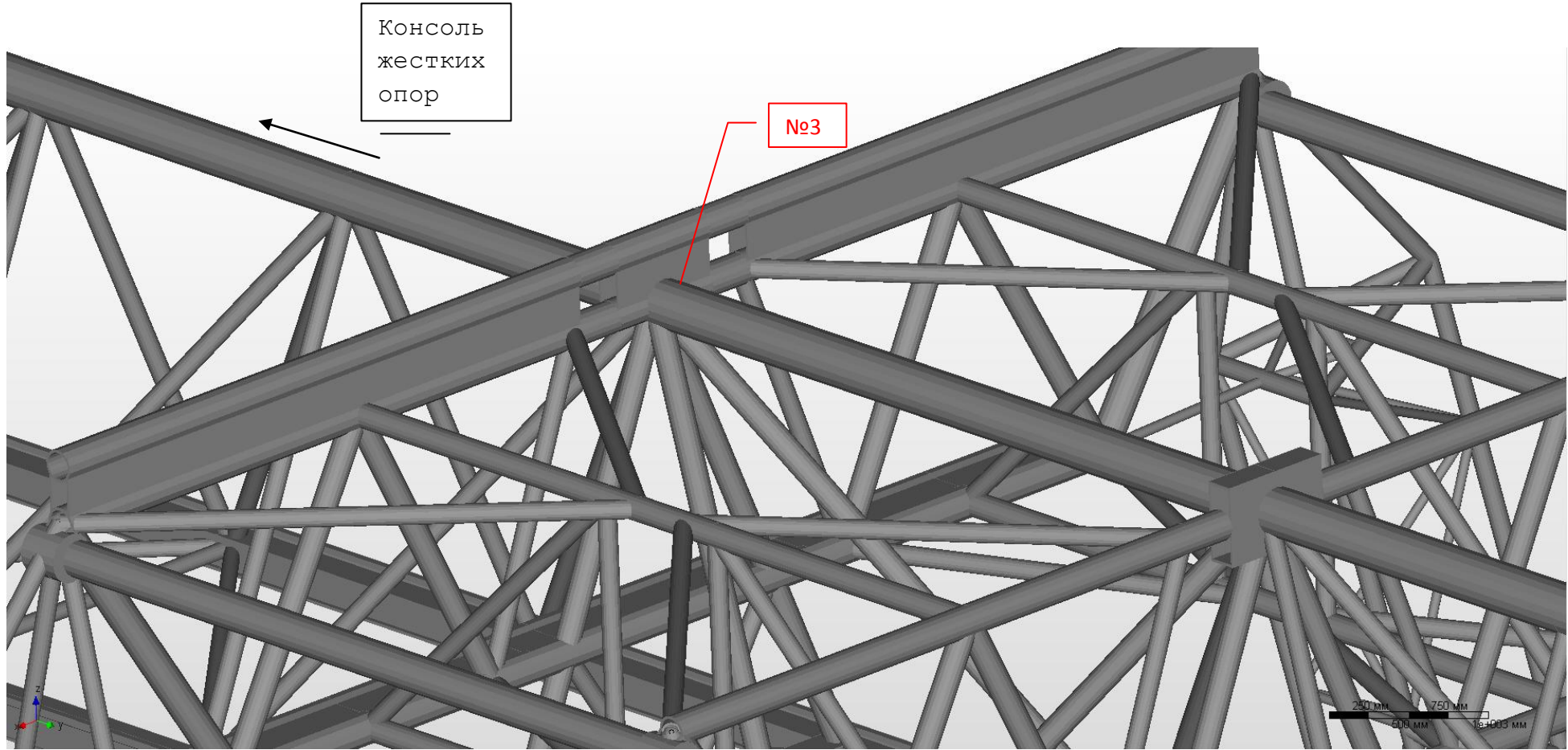


Рисунок 6.10 – Установка тензорезисторного датчика №3.

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

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подп.	
Дата	

36.МЖКС.001.000-000 ПЗ

Датчики №4, №5 устанавливаются на нижнюю поверхность верхних поясов ригеля жестких опор на расстоянии 50-100 мм от фланцев его крепления к пролетному строению (Рисунок 6.11).

Датчики №6, №7 устанавливаются на нижнюю поверхность нижних поясов ригеля жестких опор на расстоянии 50-100 мм от фланцев его крепления к пролетному строению (Рисунок 6.11).

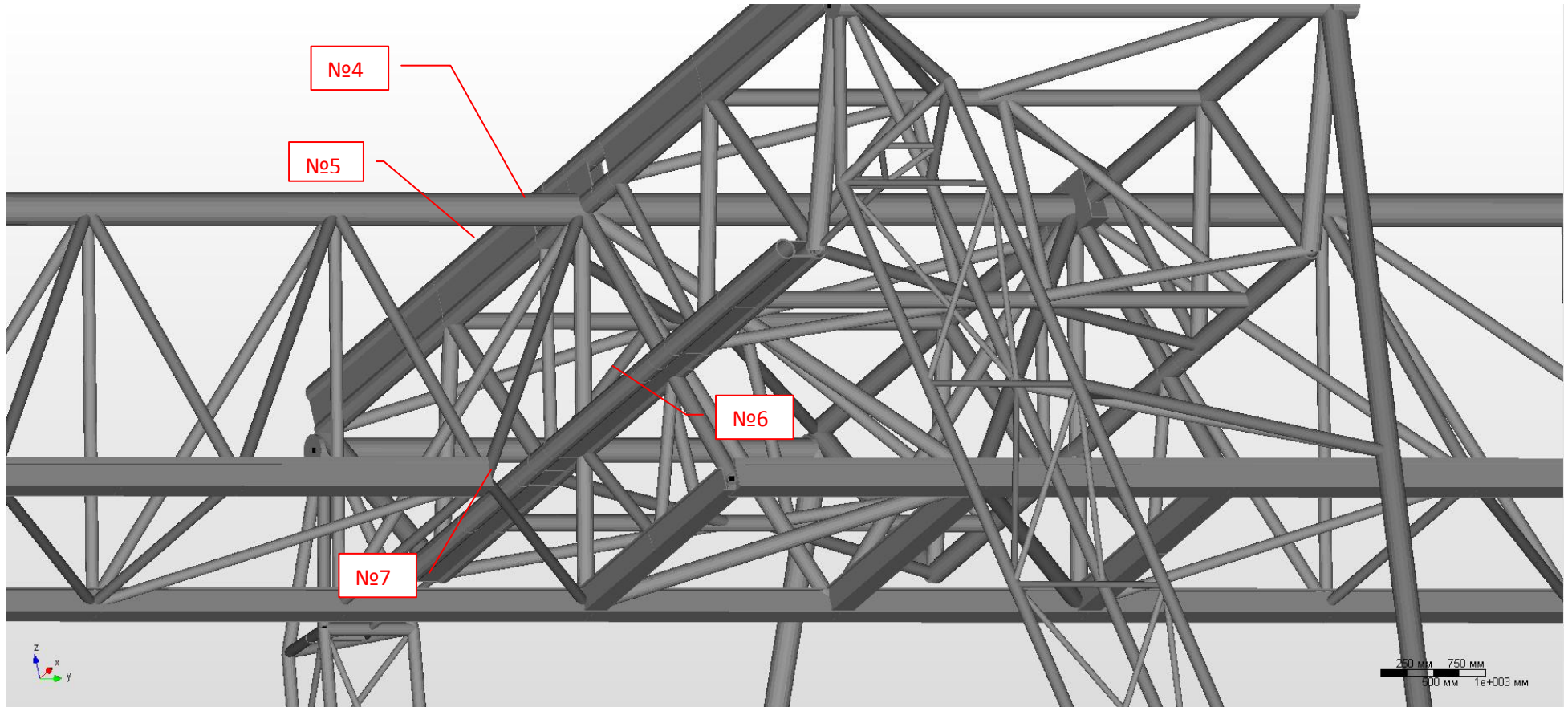


Рисунок 6.11 - Установка тензорезисторных датчиков №4-7.

Установка тензорезисторных датчиков №8-14 на гибкие опоры производится на аналогично установке датчиков на ригеле жестких опор.

7. Поверочные расчеты приводов.

Поверочный расчет проведен в соответствии с ВНИИПТМАШ "Расчёты крановых механизмов".

Исходные данные.

Грузоподъемность на захвате.....36,0 т

Диаметр грузового барабана.....0,634 м

Кратность полиспаста.....4х4

Масса захвата.....11,0 т

7.1. Поверочный расчет прочности грузового каната

Поверочный расчет каната осуществляется по наибольшему расчетному разрывному усилию R_p , определяемому по наибольшему расчетному усилию с учетом коэффициента запаса прочности $K=4,5$.

Выбран канат диаметром $d_k = 16,5$ мм ГОСТ 2688-80, маркировочная группа 1860(190), разрывное усилие каната в целом $S_{раз} = 159,0$ кН.

Условие годности каната:

$$R_p \leq S_{раз}.$$

7.1.1. Расчетное усилие в ветви каната.

Расчетное усилие в ветви каната, с учетом отклонения от вертикали, определяемое по номинальной массе груза и спредера, вычисляется по формуле:

$$S_{ном} = 9,81(M_{гр} + M_{спр})/n_i,$$

где:

n_i – количество ветвей полиспастов; $n_i = 16$.

$$S_{ном} = 9,81(36000 + 11000)/16 = 28817 \text{ Н}.$$

Расчетное разрывное усилие R_p , определяемое по наибольшему расчетному усилию $S_{мах.ном}$, вычисляется по формуле:

$$R_{p. ном} = K \times S_{ном}, \text{ кН}.$$

$$R_{p. ном} = 4,5 \times 28,817 = 129,7 \text{ кН}.$$

Условие годности каната:

$$129,7 \leq 159 \text{ кН}$$

Условие выполняется.

Инв. № подл.	Подпись и дата.
Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист 59
------	------	-------------	---------	------	------------------------	------------

7.2. Поверочный расчет грузового барабана.

7.2.1. Диаметр барабана.

Выбран барабан диаметром по дну нарезки $D_b = 634$ мм и толщиной стенки $\delta_r = 14,5$ мм.

7.2.2. Проверка механической прочности барабана.

Проверка толщины стенки барабана.

Необходимая толщина цилиндрической стенки барабана определяется по формуле:

$$\delta_{п} = 0,95 S_{max} / (t [\sigma]), \text{ мм}$$

где:

t – шаг нарезки барабана, $t = 20,0$ мм;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение материала барабана (Сталь 20), (с учетом отношения длины барабана к его диаметру $3,2$) $= 140$ МПа.

$$\delta_{п} = 0,95 \times 28817 / (20 \times 140) = 9,8 \text{ мм.}$$

Окончательная толщина стенки барабана определяется по формуле:

$$\delta = 1,07 \psi S_{max} / t [\sigma], \text{ мм}$$

$$\psi = (1 + E_k F_k / (E \sigma \delta_{п t}))^{-1/2},$$

где:

$E \sigma$ – модуль упругости стенки барабана, $E \sigma = 210000$ МПа;

F_k - модуль упругости каната, $F_k = 1,02 \times 10^5$ МПа;

E_k - площадь сечения всех проволок каната, $F_k = 104,61$ мм²;

$$\psi = (1 + 1,02 \times 10^5 \times 104,61 / 210000 \times 9,8 \times 20,0)^{-1/2} = 0,89$$

$$\delta = 1,07 \times 0,89 \times 28817 / (20 \times 140) = 9,8 \text{ мм.}$$

$$\delta_r \leq \delta.$$

Расчет цилиндрической стенки на устойчивость.

Поверочный расчет цилиндрической стенки на устойчивость проводится по формуле:

$$n = \sigma_k / (\psi \sigma_n) > 1,7,$$

где:

n – коэффициент запаса;

σ_n – номинальное напряжение в стенке, $\sigma_n = 0,95 [\sigma] = 133$ МПа.

σ_k – критическое напряжение, определяемое по формуле:

$$\sigma_k = 0,92 E \sigma \times \delta_r (\delta_r / R)^{1/2} / 1, \text{ МПа}$$

где:

R – радиус барабана, $R = 317$ мм;

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

36.МККС.001.000-000 ПЗ

Лист

60

l – расстояние между торцевыми стенками барабана, l = 1920 мм.

Критическое напряжение для стенки барабана:

$$\sigma_k = 0,92 \times 210000 \times 20 (20/317)^{1/2} / 1920 = 505,5 \text{ МПа.}$$

Так как критическое напряжение σ_k не должно превышать $0,8\sigma_t$,
 $\sigma_k = 0,8 \times 280 = 224 \text{ МПа.}$

Условие устойчивости стенки барабана:

$$n = 224 / (0,89 \times 133) = 1,9 > 1,7$$

Условие выполняется.

7.3. Поверочный расчет редуктора механизма подъема.

Проверка редуктора осуществляется по максимальному расчетному крутящему моменту M_p и максимальной расчетной нагрузке F_p .

Выбраны редукторы марки ЦЗУ-400-40, номинальный крутящий момент на тихоходном валу $M_n = 15200 \text{ Нм}$, радиальная нагрузка на тихоходный вал, $F_r = 56000 \text{ Н}$, передаточное число $u_i = 40$, с зубчатой муфтой.

7.3.1. Максимальный крутящий момент редуктора.

Максимальный расчетный крутящий момент редуктора определяется по формуле:

$$M_p = S_{nom} D_6 / (2 \eta_6), \text{ Нм}$$

где:

η_6 – КПД барабана, $\eta_6 = 0,98$.

$$M_p = 28817 \times 0,634 / (2 \times 0,98) = 9321 \text{ Нм.}$$

7.3.2. Радиальная нагрузка на тихоходный вал редуктора.

Расчетная радиальная нагрузка на тихоходный вал редуктора определяется по формуле:

$$F_p = 0,5 M_p / D_6 + 0,5 Q_6, \text{ кН}$$

где:

Q_6 – вес барабана, $Q_6 = 9,96 \text{ кН}$.

$$F_p = 0,5 \times 9321 / 0,634 + 0,5 \times 9960 = 12,3 \text{ кН}$$

7.3.3. Условие годности редуктора:

$$M_p \leq M_n,$$

$$F_p \leq F_r.$$

$$9321 \leq 15200 \text{ Нм}$$

$$12300 \leq 56000 \text{ Н}$$

Условия выполняются.

Ине. № подл.	Подпись и дата.
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

36.МККС.001.000-000 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	61

Расчетная радиальная нагрузка на тихоходный вал редуктора с учетом эксцентриситета груза определяется по формуле:

$$F_p = 0,6 M_p / D_6 + 0,5 Q_6, \text{ кН}$$

где:

0,6 – коэффициент распределения нагрузки, учитывающий эксцентриситет груза.

$$F_p = 0,6 \times 9,321 / 0,634 + 0,5 \times 9,96 = 13,8 \text{ кН}$$

Условие годности редуктора выполняется.

7.3.4 Проверка привода механизма подъема.

Проверка электродвигателя для механизма подъема осуществляется по расчетному параметру мощности РР (кВт), которая должна быть меньше или равна номинальной мощности.

Расчетный параметр мощности определяется по формуле:

$$P_P = K_i \times K_z \times K_p \times K_\epsilon \times K_{пр} \times P_{ст},$$

где: K_i – коэффициент использования в зависимости от поднимаемого груза; для контейнерных кранов – $K_i = 0,75$;

K_z – коэффициент запаса по условиям работы; для механизмов режимных групп 1М-4М и 5М для кранов не металлургического производства $K_z = 1$;

K_p – коэффициент использования электродвигателей при регулировании скорости; для систем с динамическим торможением $K_p = 1,05$;

K_ϵ – коэффициент относительной продолжительности включения; для режима работы механизма 5М $K_\epsilon = 1$;

$K_{пр}$ – коэффициент дополнительных пусковых нагрузок; для режима работы механизма 5М $K_{пр} = 1,25$;

$P_{ст}$ – статическая мощность при подъеме номинального груза с номинальной скоростью.

Статическая мощность определяется по формуле:

$$P_{ст} = 9,81 (Q + q) \times V_{п} / (10^3 \times \eta \times m_n)$$

где:

Q – масса груза – 36000 кг;

q – масса захвата – 11000 кг;

$V_{п}$ – скорость подъема;

m_n – число механизмов – 1;

η – КПД механизма:

$$\eta = \eta_{ред} \times \eta_{бар} \times \eta_{муф} \times \eta_{пол} \times \eta_{опр},$$

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист 62
------	------	-------------	---------	------	------------------------	------------

где:

$\eta_{ред}$ – КПД редуктора – 0,97;

$\eta_{бар}$ – КПД барабана – 0,98;

$\eta_{муф}$ – КПД муфты – 0,99;

$\eta_{пол}$ – КПД полиспаста – 0,97;

$\eta_{опр}$ – КПД опоры – 0,98;

$$\eta = 0,97 \times 0,98 \times 0,99 \times 0,97 \times 0,98 = 0,89;$$

Скорость подъема определяется по формуле:

$$V_{п} = \pi \times D_{б} \times n / (60 \times i_{ред} \times i_{пол}),$$

где:

$D_{б}$ – диаметр барабана – 0,634 м;

n – частота вращения двигателя – 980 об/мин;

$i_{ред}$ – передаточное число редуктора – 40;

$i_{пол}$ – кратность полиспаста – 4.

$$V_{п} = 3,14 \times 0,634 \times 980 / (60 \times 40 \times 4) = 0,2 \text{ м/с.}$$

Статическая мощность:

$$P_{ст} = 9,81 \times (36000 + 11000) \times 0,2 / (10^3 \times 0,89) = 103,6 \text{ кВт.}$$

Расчетная мощность электродвигателя механизма подъема:

$$P_p = 0,75 \times 1,0 \times 1,05 \times 1 \times 1,25 \times 103,6 = 102 \text{ кВт.}$$

На кране установлен электродвигатель Siemens 1LG4 316-6AA60-Z с номинальной мощностью $N = 110 \text{ кВт.}$

Расчетная мощность двигателя привода подъема меньше номинальной мощности двигателя, установленного на кране.

Из расчета видно, что мощности электродвигателя достаточно для подъема контейнеров массой 36 т.

7.3.5. Проверка тормоза механизма подъема.

На механизме подъема установлены два тормоза колодочных гидравлических с максимальным тормозным моментом 1500 Нм.

Момент, действующий на быстроходном валу редуктора:

$$M_{в} = 0,5 D_{б} \times 9,81 (M_{гр} + M_{спр}) / (2(n \times i)), \text{ Нм}$$

$$M_{в} = 0,5 \times 0,634 \times 9,81 (36000 + 11000) / (2(4 \times 40)) = 457 \text{ Нм}$$

Коэффициент запаса торможения равен 3,3 что больше нормативного, равного 1,75.

Подпись и дата.	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

					36.МККС.001.000-000 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		