***ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЕДИНАЯ ДИРЕКЦИЯ СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ»***

В реестре членов саморегулируемых организаций:
СРО-П-025-15092009; СРО-И-046-23072019

**Заказчик:** ООО «МОВИСТА РЕГИОНЫ Ярославль»

«О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

# ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по результатам обследования путепровода

0484ГП.09-10-ТО

| Изм. | № док | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2024

***ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЕДИНАЯ ДИРЕКЦИЯ СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ»***

В реестре членов саморегулируемых организаций:
СРО-П-025-15092009; СРО-И-046-23072019

**Заказчик:** ООО «МОВИСТА РЕГИОНЫ Ярославль»

«О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

# ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по результатам обследования путепровода

0484ГП.09-10-ТО

| Изм. | № док | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Директор по проектированию Ю.В. Трунов

Руководитель ОП – Комплексный ГИП Д.Н. Гусев

2024

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Общество с ограниченной ответственностью
«ЛРТ Груп»

Регистрационный номер члена СРО «Межрегиональное объединение проектировщиков» «СтройПроектБезопасность» СРО-П-035-12102009 № 711/22 от 30 августа 2022 года

Заказчик: ООО «Единая дирекция строящихся объектов»

# «О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»
# 10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по результатам обследования путепровода

0484ГП.09-10-ТО

| Изм. | № док | Подп. | Дата |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Главный инженер П.Д. Павлов

Главный инженер проекта К.В. Зражевский

2024

Согласовано

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

«Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений»

# Технический отчет

**по результатам обследования путепровода в составе объекта: «О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»**

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

**0484ГП.09-10-ТО**

Договор подряда
№ М-37-2023
от 25 октября 2023 г.

**Москва 2024**

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений»
ООО «НИИ МИГС»

129344 г. Москва, ул. Енисейская, дом 1, строение 1, помещение 255, этаж 2
ИНН 7716852062 КПП 771601001, ОГРН 1177746276487

Тел.: +7 (495) 419-28-07
+7 (926) 410-24-74

Site: http://www.nii-migs.ru
Email: info@nii-migs.ru

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «НИИ МИГС»

_____ Курыпов А.А.

«___» _____ _____

# Технический отчет

**по результатам обследования путепровода в составе объекта: «О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»**

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

**0484ГП.09-10-ТО**

Договор подряда
№ М-37-2023
от 25 октября 2023 г.

**Москва 2024**

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

| | | |
|---|---|---|
| Зам. директора по науке, к.т.н. | | **С.А. Ступников** *(руководство работой, обследование сооружения, редактирование Отчета)* |
| Главный специалист, к.т.н. | | **Б.И. Кришман** *(научная консультация, редактирование Отчета)* |
| Руководитель направления «Проектирование», к.т.н. | | **С.В. Извайлов** *(участие в обследовании сооружения, составлении Отчета)* |
| Инженер 1-ой категории отдела обследований и испытаний мостов | | **А.В. Кловский** *(обработка материалов, участие в составлении Отчета)* |
| Инженер 2 категории отдела обследований и испытаний мостов | | **Р.В. Голодов** *(обследование сооружения, обработка материалов, участие в составлении Отчета)* |

# СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение ---- 4
2 Сведения о сооружении ---- 7
2.1 Общие сведения ---- 7
2.2 Конструкция мостового полотна ---- 7
2.3 Конструкция пролётных строений и опорных частей ---- 8
2.4 Конструкция опор ---- 8
2.5 Анализ технической документации ---- 9
3 Результаты осмотра сооружения ---- 13
3.1 Мостовое полотно ---- 13
3.2 Пролётные строения и опорные части ---- 15
3.3 Опоры ---- 15
3.4 Подходы к сооружению, подмостовое пространство ---- 16
4 Результаты приборных и инструментальных измерений ---- 17
4.1 Определение прочности бетона элементов сооружения ---- 17
4.2 Определение толщины защитного слоя бетона ---- 21
4.3 Определение глубины карбонизации защитного слоя бетона ---- 22
4.4 Определение наличия хлорид-ионов в бетоне ---- 24
4.5 Определение фактического положения опорных частей ---- 25
5 Определение типов фундаментов опор ---- 27
6 Геодезические измерения ---- 30
6.1 Профили рельсов трамвайных путей ---- 30
6.2 Определение строительных подъемов / провисаний балок ---- 38
6.3 Определение вертикальности опор мостового сооружения. ---- 39
7 Результаты оценки грузоподъёмности ---- 42
7.1 Расчет грузоподъемности мостового сооружения на существующие постоянные нагрузки и современную трамвайную нагрузку ---- 42
7.2 Сравнительный анализ трамвайных нагрузок ---- 55
7.3 Расчетная оценка несущей способности фундаментов опор ---- 59
8 Анализ результатов исследований и рекомендации ---- 68
8.1 Грузоподъёмность сооружения ---- 68
8.2 Безопасность движения ---- 69
8.3 Долговечность конструкций ---- 69
8.4 Общая оценка технического состояния ---- 71
9 Рекомендации по дальнейшей эксплуатации и выводы ---- 72
ПРИЛОЖЕНИЕ А Программа работ (включая техническое задание) ---- 75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Схемы сооружения ---- 116
ПРИЛОЖЕНИЕ В Фотоиллюстрации ---- 120
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Ведомость дефектов и повреждений ---- 136
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Предварительная расчётная оценка грузоподъёмности сооружения на перспективное мостовое полотно ---- 144
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Основные чертежи рабочей документации «Проект путепровода на проспекте Октября через ж.д. линию на ТЭЦ-1 в г. Ярославле» ---- 171

# 1 Введение

**Основание проведения работы**

В соответствии с Договором подряда № М-37-2023 от 25 октября 2023 г. (*Договор*) между Обществом с ограниченной ответственностью «ЛРТ Груп» (ООО «ЛРТ Груп», *Заказчик*) и Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений» (ООО «НИИ МИГС», *Подрядчик*), специалистами *Подрядчика* выполнены работы по предпроектному обследованию путепровода № 2 в районе ул. Выставочная.

**Цели и задачи работы**

Цель проведения работ – определение действительного технического состояния мостового сооружения в рамках объема этапа проектирования.

Задачи работ:

- сбор и анализ технической документации на сооружение;
- выполнение обмерно-обследовательских работ с составлением детальных промеров существующих конструкций в т.ч. подмостовых габаритов до действующих сооружений и коммуникаций;
- выявление дефектов в конструкциях, влияющих на грузоподъемность и долговечность путепровода, эксплуатационную работоспособность, безопасность движения пешеходов и транспортных средств, оценка параметров дефектов;
- оценка фактической грузоподъемности путепровода в целом и для каждого несущего элемента (пролетные строения, опоры в т.ч. основание), оценка возможности пропуска по путепроводу современных (трамвайных) нагрузок в соответствии с СП 35.13330.2011;
- разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации и ремонту/реконструкции путепровода.

Нумерация элементов путепровода принята следующим образом:

- номера опор путепровода – с 1 от центра г. Ярославля (рисунок 1.1);
- номера пролетов – по номерам примыкающих опор (рисунок 1.1);
- элементы в поперечном сечении нумеруются слева направо при взгляде от опоры 1 (рисунок 1.2).

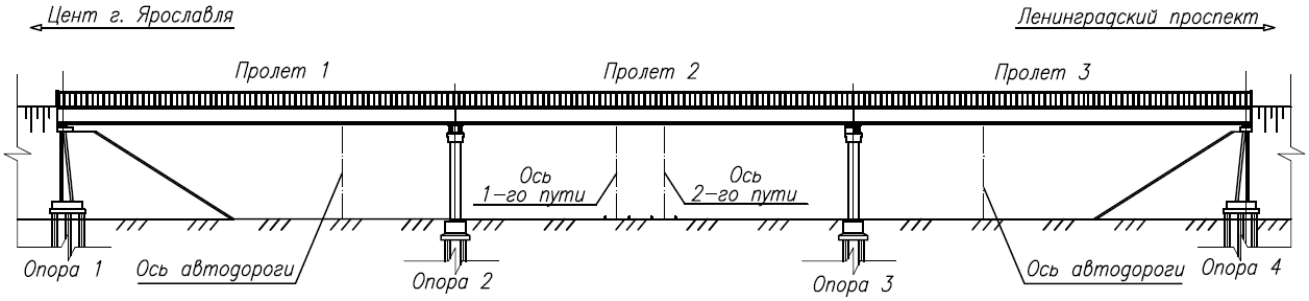



**Рисунок 1.1 – Схема нумерации пролетных строений и опор**

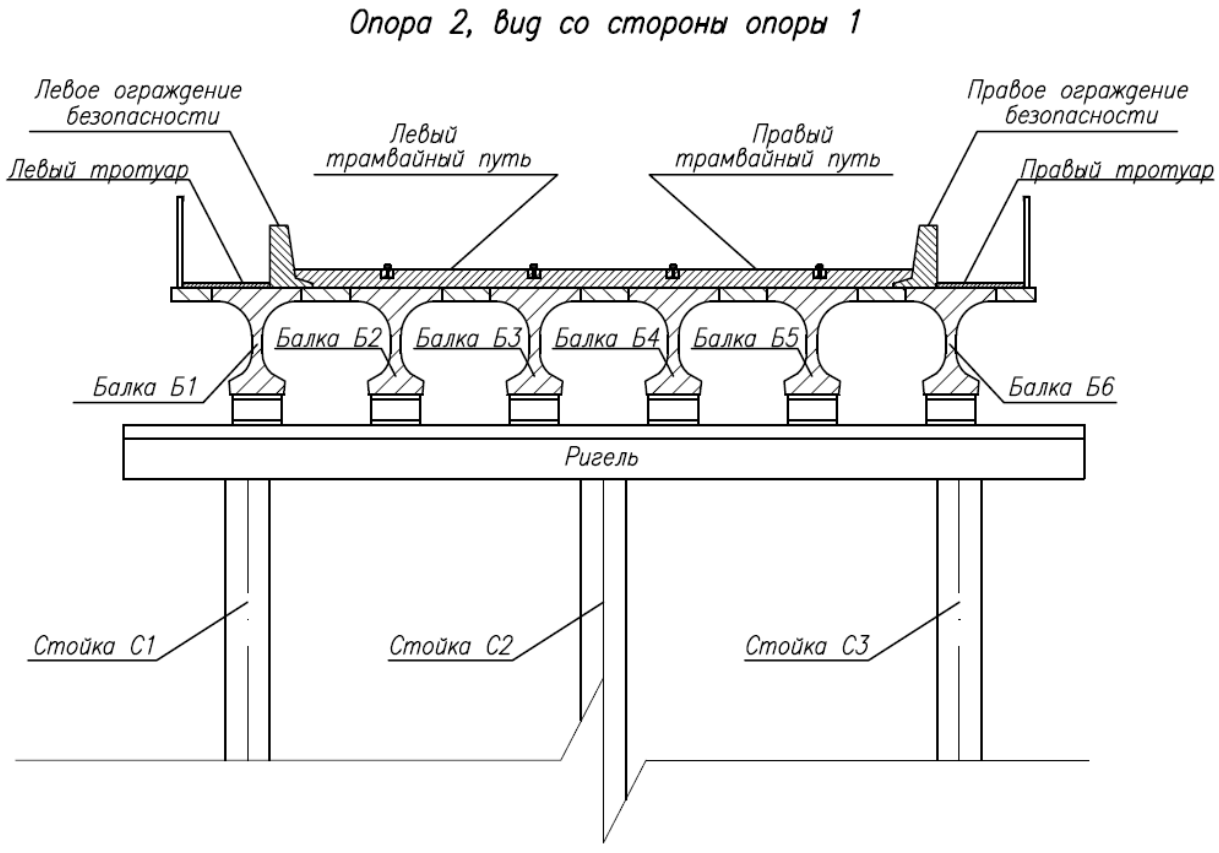



**Рисунок 1.2 – Схема нумерации элементов пролетных строений и опор**

**Нормативно-технические документы**

Содержание и объем работ соответствует следующим нормативным документам:

1) СП 79.13330.2012 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний».

2) ГОСТ Р 59618-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила обследований и методы испытаний».

3) СП 35.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы.

4) Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог. Утвержден приказом Минтранса России от 16 ноября 2012 г. № 402.

5) ГОСТ 22690-2015. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля" (введен в действие Приказом Росстандарта от 25.09.2015 N 1378-ст).

6) ГОСТ 17624-2012. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1972-ст).

7) ОДМ 218.4.027-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Металлические и сталежелезобетонные конструкции.

8) ОДМ 218.3.014-2011 Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах.

9) ОДМ 218.3.042-2014. Рекомендации по определению параметров и назначению категорий дефектов при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах.

10) Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах, 1996 г.

11) СТО 10957227-001-2021 «Определение прочности бетона обследуемых мостовых конструкций».

Все работы выполнены в соответствии с утверждённым техническим заданием и согласованной программой работ (Приложение А).

# 2 Сведения о сооружении

## 2.1 Общие сведения

Путепровод через железную и автомобильную дороги под трамвайные пути по проспекту Октября в городе Ярославле был построен в 1978 г. Мостоотрядом №6 Минтрансстроя СССР. Сооружение расположено на прямой в плане. Путепровод выполнен по трехпролетной балочно-разрезной системе с расчетной схемой 27,5х3 и полной длиной пролетных строений 28,0 м. Полная длина сооружения составляет 84,9 м.

Путепровод предназначен для пропуска трамвайного движения над двумя неэлектрифицированными железнодорожными путями, расположенными в пролете 2 и автомобильными дорогами (ул. Выставочная), расположенными в пролетах 1 и 3.

Габарит по ширине составляет Г-7,15 м предназначен под двухпутное трамвайное движение. По высоте габарит ограничен электросетью и составляет 9,3 м.

Местоположение сооружения показано на рисунке 2.1.

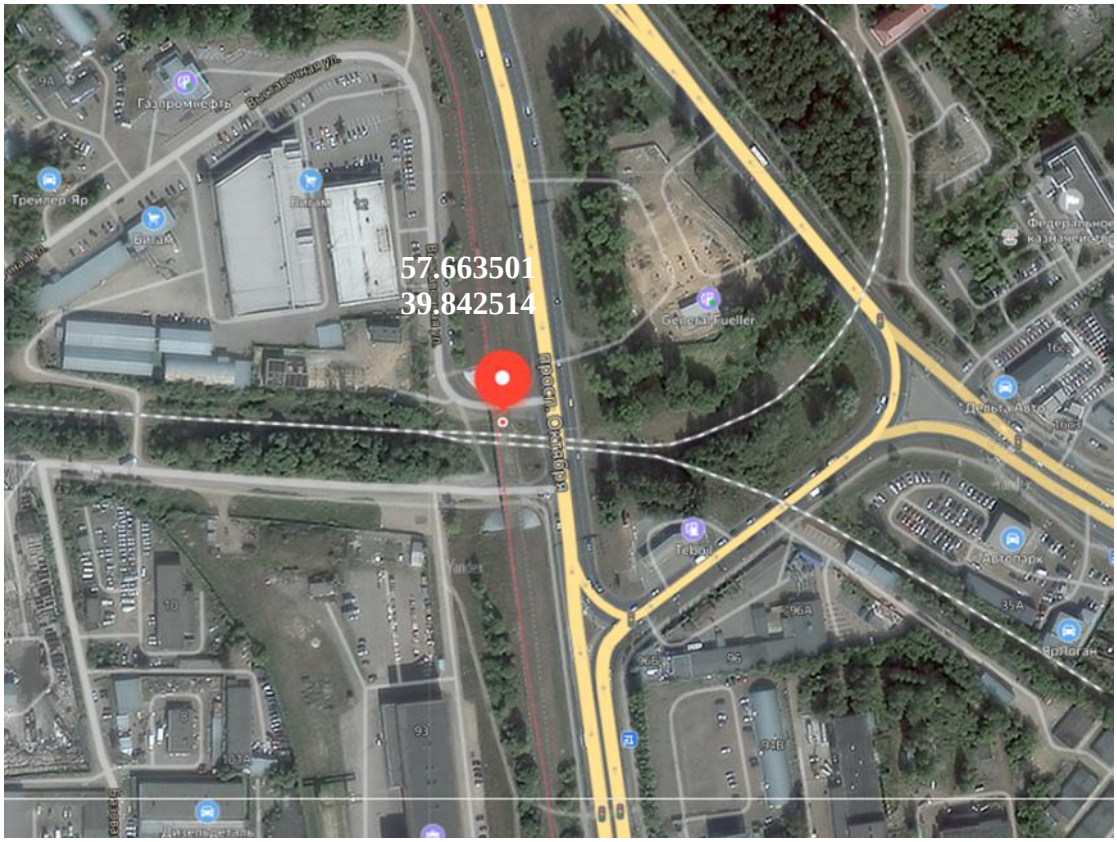



**Рисунок 2.1 – Месторасположение сооружения**

## 2.2 Конструкция мостового полотна

На мостовом полотне устроены два пути под трамвайное движение, а также тротуары по плите проезжей части. Ширина тротуаров – 0,95 м. Покрытие тротуаров

асфальтобетон толщиной 5 см. Вдоль тротуаров установлено железобетонное парапетное ограждение безопасности высотой 0,44 м. По краям тротуаров установлены непрерывные металлические перильные ограждения высотой 0,95 м. Полная ширина сооружения по внутренним граням перил составляет 9,3 м.

На подходах со стороны опор 1, 4 ограждения безопасности выполнены из уголка 110х110х10 мм и металлической полосы 160х10 мм. Стойки ограждений выполнены из рельса Р 65 с шагом 2,0 м. Высота ограждений – 0,77 м.

Водоотвод с проезжей части осуществляется за счет уклонов через водоотводные трубки под сооружение. Водоотводные трубки устроены по оси путепровода. Всего предусмотрено 4 водоотводные трубки на пролет.

На опорах 1-4 установлены деформационные швы закрытого типа с металлическим компенсатором и мастичным заполнением.

На левой и правой консолях ригелей опор 2 и 3 установлены опоры трамвайной контактной сети.

Лестничные сходы устроены у опор 1 и 4 по левой стороне. Лестничные сходы представляют собой бетонные марши с металлическими площадками и металлическими перильными ограждениями высотой 0,95 м, установленными с одной стороны.

## 2.3 Конструкция пролётных строений и опорных частей

Пролеты путепровода перекрыты железобетонными балками с напрягаемой арматурой, изготовленными по проекту “Гипротрансмоста” под трамвайную нагрузку Т-13. В поперечном сечении пролетные строения состоят из шести балок двутаврового сечения, объединенных посредством швов омоноличивания плиты проезжей части. Высота балок постоянная – 1,10 м, толщина ребра переменная – 0,12 / 0,28 м (в пролёте / над опорой), толщина плиты проезжей части – 0,15 м. поперечная схема пролетных строений: К0,95+1,54х5+К0,95 м.

Опирание балок пролетных строений на опоры осуществляется через металлические тангенциальные (неподвижные) и валковые (подвижные) опорные части. Тангенциальные опорные части установлены на опорах 1, 3 и 4, валковые – на опорах 2 и 3 опоры освещения ОГС, устроенные на левых удлиненных консолях ригелей опор 2-5.

## 2.4 Конструкция опор

### Крайние опоры (устои)

Устои путепровода (опоры 1, 4) – козлового типа железобетонные, сборные на свайном основании. Выполнены применительно к типовому проекту инв. № 443/2,

откорректированному в соответствии с указаниями СН-365-67. Шаг стоек – 1,54 м. Сваи приняты по типовому проекту инв. № 946 сечением 35х35 см. Длина свай не превышает 10,0 м. Ширина ригеля по внешним граням составляет 9,4 м, длина до шкафной стенки – 1,12 м.

Укрепление конусов насыпи устоев выполнено железобетонными сборными плитами 1,0х1,0х0,16 м, а также монолитным бетоном. Откосы насыпей на подходах укреплены одерновкой.

**Промежуточные опоры**

Промежуточные опоры 2 и 3 – сборные железобетонные однорядные стоечного типа на свайном основании. Выполнены применительно к типовому проекту инв. № 332/1, откорректированному в соответствии с указаниями СН-365-67. Сваи приняты по типовому проекту инв. № 946 сечением 35х35 см. Длина свай не превышает 8,0 м. Низ стоек опор заделывается в стаканы фундамента, а верх объединяется ригелем 1,2х0,6х10,8 м. Ширина ригеля переменная: 1,0-1,2 м. Сечение стойки опоры – 0,7х0,5 м. Схема опоры: К1,4+4,0х2+К1,4 м

*Общие виды мостового сооружения проиллюстрированы в приложении Б.*

## 2.5 Анализ технической документации

Основной целью изучения технической документации являлся сбор сведений о несущих конструкциях (например, геометрические параметры, армирование, характеристики материалов), о скрытых элементах сооружения (например, конструкция фундаментов и зон сопряжения с подходами) и сведений о зафиксированных в рамках предыдущих обследований дефектах и повреждениях для оценки динамики их развития.

Для изучения в архивах была обнаружена и изучена следующая документация:

– Комплект рабочей документации «Проект путепровода на проспекте Октября через ж.д. линию на ТЭЦ-1 в г. Ярославле», разработанный «ЯРОСЛАВЖЕЛДОРПРОЕКТ» в 1977 г. листы имеют штампы «Принято к производству работ» и подписи главных инженеров УКСа и Мостоотряда №6.
– технический паспорт, выполненный в 2015 году ЗАО «Институт ИМИДИС»;
– технический отчет по результатам обследования сооружения, выполненный в 2017 году ООО «НИИ МИГС».

Рабочая документация сохранилась в оригинале, в хорошем состоянии. Все листы имеют штамп «Принято к производству» и подписаны главными инженерами УКСа и Мостоотряда №6. По результатам изучения документации получены сведения о

геометрических параметрах основных конструкций, об армировании несущих элементов, о характеристиках скрытых конструкций (переходных плитах и фундаментах опор и т.д).

В паспорте 2015 года содержалась информация о выполненном осмотре путепровода сотрудниками ЗАО «Институт ИМИДИС» и была дана следующая оценка сооружения:

- общая оценка технического состояния - неудовлетворительно (2 балла).
- класс грузоподъемности Т-13;
- наибольшая категория дефекта - Д2, Б3.

Было сделаны следующие выводы и рекомендации по составу и объемам ремонтных работ:

1. Оценка технического состояния путепровода согласно ВСН 4-81 «Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах» - 2 балла.
2. Для предотвращения аварийной ситуации требуется в ближайшее время затянуть незатянутые и поставить отсутствующие элементы крепления рельс к шпалам.
3. Дефектов и повреждений, влияющих на грузоподъемность пролетных строений и опор путепровода нет. Результаты визуального и инструментального обследований, а также проведенной расчетной оценки показали, что сооружение может эксплуатироваться под проектной нагрузкой Т-13.
4. Остальные выявленные в ходе обследования повреждения следует устранить в ходе ближайшего планового ремонта в соответствии с рекомендациями, изложенными ниже.
5. Долговечность путепровода будет обеспечена на длительный срок при условии проведения ремонтно-восстановительных мероприятий, указанных ниже, а также организации и своевременного проведения работ по содержанию.

Рекомендации:

В первую очередь следует обратить внимание на незатянутые, а также отсутствующие элементы крепления рельс к шпалам в пролетах 1-3. Данное повреждение требует незамедлительного принятия мер для исключения возникновения аварийной ситуации.

Для обеспечения безопасного прохода и проезда под путепроводом рекомендуется организовать своевременную очистку торцов крайних балок от образующихся ледяных сталактитов и наледи. Для предотвращения нарастания наледи рекомендуется устройство металлических козырьков на торцах балок.

Для обеспечения сохранности сооружения следует предусмотреть ремонтно-восстановительные мероприятия поврежденных элементов конструкции путепровода.

Приведённые ниже мероприятия, при условии соблюдения технологии ремонтных работ и должном содержании мостового сооружения обеспечат безопасную его эксплуатацию на длительную перспективу.

Мостовое полотно:

- Устройство перил отвечающих требованиям норм по высоте (1,1 м);
- Замена негерметичных деформационных швов;
- Ремонт покрытия тротуаров;
- Произвести очистку засоренных водоотводных трубок;
- Очистить водоотводные трубки от продуктов коррозии с последующим нанесением защитного покрытия;

Пролетные строения:

- Очистка бетонных поверхностей балок пролетных строений и опор путепровода от продуктов выщелачивания и грязи;
- Ремонт сколов на ребрах балок пролетного строения;
- Ремонт повреждённых ригелей опор;

Опорные части:

- Очистка от грязи и продуктов коррозии, смазка опорных частей и защита от воздействия влаги;

Подходы и конусы насыпи:

- Ремонт поврежденных ступеней лестничных сходов;
- Ремонт швов бетонных укреплений конусов насыпи

*Указанные ремонтно-восстановительные мероприятия целесообразно выполнить в ходе ближайшего планово-предупредительного ремонта.*

В научно-техническом отчете 2017 содержались следующие выводы:

1. Для предотвращения аварийной ситуации требуется в ближайшее время затянуть незатянутые и поставить отсутствующие элементы крепления рельс к шпалам. Также начать незамедлительно разрабатывать проект по полному переустройству рельсового полотна и ремонту деформационных швов и в ближайшие сроки произвести капитальный ремонт.
2. Дефектов и повреждений, влияющих на грузоподъемность балок пролетных строений и опор путепровода, нет. Результаты визуального и инструментального обследований, а также проведенной расчетной оценки показали, что сооружение может эксплуатироваться под проектной нагрузкой Т-13.
3. Остальные выявленные в ходе обследования повреждения следует устранить в ходе ближайшего планового ремонта в соответствии с рекомендациями.

4. Долговечность путепровода будет обеспечена на длительный срок при условии проведения ремонтно-восстановительных мероприятий, а также организации и своевременного проведения работ по содержанию.

5. В ходе дальнейшей эксплуатации путепровода следует придерживаться требований, регламентированных Методическими рекомендациями по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах, Инструкцией по содержанию искусственных сооружений, а также «Классификацией работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них» Минтранс России, Приказ от 16.11.2012 №402.

*Как следует из предоставленной документации, за период времени, по крайней мере, с 2015 г., конструкции сооружения подвержены постоянным деградационным процессам, ввиду неисполнения рекомендаций по необходимым ремонтным воздействиям. Техническое состояние путепровода неизменно ухудшалось. В ходе дальнейшего обследования выполнялась оценка соответствия конструктивных элементов требованиям действующих норм, интенсивности развития указанных и образования новых повреждений.*

# 3 Результаты осмотра сооружения

Осмотр конструкций сооружения выполнялся в светлое время суток с земли, с использованием лестницы, с использованием оптических средств увеличения.

Помимо этого, в августе 2023 г. проводился предварительный этап ознакомления с особенностями конструкции сооружения, который помог определить его базовые недостатки и уделить им повышенное внимание в рамках настоящего обследования.

## 3.1 Мостовое полотно

**Ездовое полотно**

Трамвайное полотно в настоящее время находится в неудовлетворительном состоянии. Рельсы крепятся непосредственно к верхним плитам несущих балок. На мосту уложен стыковой путь, что вызывает дополнительное динамическое воздействие. Асфальтобетонное покрытие трамвайного полотна имеет массовые участки разрушения в результате динамического воздействия нагрузки и процессов размораживания. Вода беспрепятственно проникает к плитам несущих балок. Из-за нарушения герметичности деформационных швов, устроенных над опорами 1-4, и массовых повреждений гидроизоляционного покрытия, вода оказывает прямое воздействие на несущие конструкции всех пролетных строений и опор. Помимо этого, в асфальтобетонном покрытии трамвайного полотна пролетов 1-3 имеются сети разнонаправленных трещин. На верхней поверхности трамвайного полотна присутствуют наносы песка и грязи, а также участки, подверженные зарастанию травой.

Для проверки соответствия требованиям норм основных геометрических характеристик элементов мостового полотна была выполнена серия контрольных замеров. Она показала, что ширина проезжей (расстояние между ограждениями безопасности) составляет 7,15 м. Ширина левого и правого тротуара составляет 0,95 м при требуемом минимальном значении 1,5 м, высота перильного ограждения составляет 0,95 м при требуемом значении 1,1 м. Таким образом, фактическая ширина тротуаров, а также высота перильных ограждений не удовлетворяют требованиям современных норм.

**Ограждения безопасности**

На левом парапетном ограждении пролетов 1-3 выявлено шелушение окрасочного слоя, сколы бетона без оголения арматуры, а также участки морозного разрушения бетона с оголением и коррозией арматурных стержней. На правом ограждении безопасности в пролётах 1-3 были выявлены массовые участки морозного разрушения бетона с оголением и коррозией арматурных стержней, а также участки недостаточной величины защитного

слоя бетона с оголением и коррозией арматуры на парапетных блоках, устроенных в пролётах 1 и 3.

**Тротуар**

Прохожая часть находится в удовлетворительном состоянии. В ходе обследования асфальтобетонного покрытия левого тротуара были выявлены: наклонные трещины в зоне опор 1-4, поперечные и продольные трещины, участки разрушения покрытия в зоне перильного ограждения по всей длине сооружения. В третьем пролете на правом тротуаре усилено крепление перильного ограждения к балке пролетного строения. Конструкция усиления выполненная из тонкостенного, металлического квадратного профиля является неудачной, так как имеет зазоры крепления к нижнему ребру балки и включение ее в работу произойдет только тогда, когда зазоры будут выбраны.

**Система отвода воды и гидроизоляция**

Состояние гидроизоляционного покрытия оценивалось по косвенным признакам – по наличию следов проникновения воды на плите проезжей части. Поскольку при осмотре несущих конструкций пролётов 1-3 были выявлены локальные следы выщелачивания цементного камня с отложением солей на нижней поверхности плиты проезжей части, а по документации известно об отсутствии ремонта гидроизоляции, можно утверждать, что состояние гидроизоляционного покрытия, на текущий момент времени, неудовлетворительное.

Водоотводные трубки, устроенные в пролётах 1-3, имеют существенную коррозию и недостаточную длину, из-за чего несущие конструкции в зоне этих трубок подвержены увлажнению и образованию участков с выщелачиванием цементного камня. Часть водопроводных решеток забиты грязью.

Деформационные швы над опорами 1-4 негерметичны, о чем свидетельствуют многочисленные сухие следы протечек воды по поверхностям элементов опор и торцевым участкам балок, а также загрязнения в зонах опирания.

Отсутствие козырька на консолях крайних плит приводит к постоянному увлажнению торцов плит проезжей части, выщелачиванию бетона и морозному разрушению.

*Полный перечень зафиксированных дефектов и повреждений мостового полотна, с указанием их местоположения, параметров - структурирован и приведен в виде Ведомости дефектов и повреждений (Приложение Г) а наиболее значимые повреждения – в виде фотоиллюстраций (Приложение В).*

### 3.2 Пролётные строения и опорные части

Пролетные строения путепровода на момент обследования находятся в удовлетворительном состоянии и не имеют повреждений, ограничивающих их проектную грузоподъемность.

Из повреждений, влияющих на долговечность пролетных строений, следует отметить увлажнение надопорных участков балок, вызванное негерметичностью деформационных швов. На нижних поверхностях балок пролетных строений отмечены локальные следы выщелачивания бетона.

Торцы консолей плиты проезжей части балок Б1, Б6, во всех пролетах сооружения увлажняются попадающей с тротуаров водой, что приводит к образованию локальных следов выщелачивания бетона и морозному разрушению бетона с оголением и коррозией арматуры. На ребрах балок в зоне опорных частей, на опорах 1 и 4 отмечены отдельные сколы бетона с обнажением корродирующей арматуры и следы предыдущих ремонтов.

Опорные части на момент обследования находились в неудовлетворительном состоянии. Регулярное попадание влаги на них через негерметичные деформационные швы привело к тому, что все металлические поверхности тангенциальных и волковых опорных частей подвержены воздействию поверхностной коррозии с образованием слоев окислов и загрязнению.

*Полный перечень зафиксированных дефектов и повреждений пролетных строений и опорных частей, с указанием их местоположения, параметров - структурирован и приведен в виде Ведомости дефектов и повреждений (Приложение Г) а наиболее значимые повреждения – в виде фотоиллюстраций (Приложение В).*

### 3.3 Опоры

Опоры на момент обследования находились в удовлетворительном состоянии и не имели повреждений, влияющих на грузоподъемность. Все выявленные повреждения оказывают влияние только на долговечность. Причиной их появления явилось воздействие влаги, попадающей через негерметичные деформационные швы, а также попадание влаги на консоли ригелей с тротуаров. Вследствие этого на поверхностях ригелей опор 1-4 и шкафных стенок опор 1, 4 отмечены многочисленные сухие следы протечек.

Поверхности консолей ригелей опор 2 и 3 с левой стороны подвержены морозному разрушению бетона с обнажением корродирующей арматуры.

*Полный перечень зафиксированных дефектов и повреждений опор, с указанием их местоположения, параметров - структурирован и приведен в виде Ведомости дефектов и повреждений (Приложение Г) а наиболее значимые повреждения – в виде фотоиллюстраций (Приложение В).*

### 3.4 Подходы к сооружению, подмостовое пространство

На подходе к опоре 4, на левом трамвайном пути на момент визуального осмотра конструкций путепровода зафиксирована просадка конуса насыпи.

Левые и правые трамвайные пути подходов к опорам 1 и 6 имеют участки наносов песка и грязи, и заросли травой.

Наиболее существенными повреждениями можно считать морозное разрушение бетонных ступеней лестничных сходов на подходах со стороны опор 1 и 4. Первоначально железобетонные ступени были уложены на железобетонные косоуры. При текущем ремонте путепровода, железобетонные ступени были демонтированы и поверх косоуров уложены железобетонные лестничные марши. На момент обследования сооружения железобетонные лестничные марши подвержены морозному разрушению по всей поверхности ступеней.

Для проверки соответствия требованиям норм основных геометрических характеристик элементов подмостового пространства выполнена серия контрольных замеров. Они показали, что ширина проезжей части в первом пролете 7,1 м при подмостовом габарите 6,12 м. Во втором пролете проходят две нитки неэлектрифицированных железнодорожных путей, подмостовой габарит для первой из них – 6,31 м, второй 6,46 м. Минимальный нормативный габарит приближения строений для неэлектрифицированного железнодорожного подвижного состава – 3,2 м. В третьем пролете под мостом проходит автомобильная дорога шириной 8,3 м и габаритом – 6,33 м. Таким образом, подмостовые габариты удовлетворяют требованиям норм.

Необходимо отметить, что ограждение безопасности проезжей части автодорог отсутствует.

*Полный перечень зафиксированных дефектов и повреждений с указанием их местоположения, параметров приведен в виде Ведомости дефектов и повреждений (Приложение Г) а наиболее значимые повреждения – в виде фотоиллюстраций (Приложение В).*

# 4 Результаты приборных и инструментальных измерений

## 4.1 Определение прочности бетона элементов сооружения

Данное исследование оценивало соответствие фактического класса бетона конструкций классу бетона по прочности, принятому в нормах. Работы производились в соответствии с ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» и СТО 10957227-001-2021 «Определение прочности бетона обследуемых мостовых конструкций».

Исследование выполнялось с применением методов неразрушающего контроля прочности бетона - упругого отскока (склерометрия) и отрыва со скалыванием с использованием приборов Digi Schmidt-2000 ND (рисунок 4.1) и ОНИКС - 1.ОС.050 (рисунок 4.2). Места измерений в обследуемых конструктивных элементах назначены в соответствии с указаниями СТО 10957227-001-2021.

**Рисунок 4.1 – Измерение прочности бетона с использованием прибора Digi Schmidt-2000 ND**

**Рисунок 4.2 – Измерение прочности бетона с использованием прибора ОНИКС- 1.ОС.050**

Работы проводились при температуре воздуха около +16°С. В процессе определения прочности бетона были рассчитаны коэффициенты совпадения Кс в соответствии с ГОСТ 22690-2015. По результатам измерений прочности методом упругого отскока на всех намеченных участках измерений с учётом Кс определены средние значения прочности бетона и затем установлен фактический класс бетона с обеспеченностью 0,95.

Результаты оценки прочности бетона для исследованных элементов приведены в таблицах 4.1 - 4.3.

**Таблица 4.1 - Результаты измерений прибором Digi Schmidt-2000 ND**

| Наименование конструкций, проектный класс бетона | № участка по схеме | Месторасположение участка измерений | Прочность бетона на участке, МПа |
|---|---|---|---|
| Пролетные строения | 1 | Пролет 2 балка Б1 | 67,80 |
| | 2 | Пролет 2 балка Б2 | 65,13 |
| | 3 | Пролет 2 балка Б3 | 62,80 |
| | 4 | Пролет 2 балка Б4 | 63,14 |
| | 5 | Пролет 3 балка Б1 | 64,40 |
| | 6 | Пролет 3 балка Б2 | 62,87 |
| | 7 | Пролет 2 шов между балками Б1 и Б2 | 63,67 |
| | 8 | Пролет 2 шов между балками Б3 и Б4 | 70,93 |
| | 9 | Пролет 3 шов между балками Б1-Б2 | 71,20 |
| Опоры | 10 | Опора 2 ригель | 64,60 |
| | 11 | Опора 2 стойка 1 | 58,89 |
| | 12 | Опора 2 стойка 2 | 64,40 |
| | 13 | Опора 2 стойка 3 | 59,67 |
| | 14 | Опора 3 ригель | 56,43 |
| | 15 | Опора 3 стойка 1 | 61,13 |
| | 16 | Опора 3 стойка 2 | 63,43 |
| | 17 | Опора 3 стойка 3 | 61,80 |
| | 18 | Опора 4 шкафная стенка | 49,86 |

**Таблица 4.2 - Результаты измерений прибором ОНИКС- 1.ОС.050**

| Наименование конструкций, проектный класс бетона | № участка по схеме | Месторасположение участка измерений | Прочность бетона на участке, МПа | Частные коэффициенты совпадения |
|---|---|---|---|---|
| Пролетные строения | 5 | Пролет 3 балка Б1 | 55,40 | 0,86 |
| Опоры | 12 | Опора 2 стойка 2 | 56,25 | 0,87 |
| | 16 | Опора 3 стойка 2 | 55,70 | 0,88 |
| | 17 | Опора 3 стойка 3 | 63,20 | 1,02 |
| | 18 | Опора 4 шкафная стенка | 45,45 | 0,91 |

**Таблица 4.3 – Результаты определения прочности бетона элементов конструкций**

| Наименован. конструкций | Месторасполож. участка измерений | Прочность бетона, МПа | | Измерен. класс прочности бетона | Проектный класс прочности бетона, кг/см2 | Требуемый класс прочности бетона по к |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | участка | средняя | | | |
| Пролётное строение | Пролет 2 балка Б1 | 61,65 | 58,51 | В46,81 | В30 | В35 |
| | Пролет 2 балка Б2 | 59,22 | | | | |
| | Пролет 2 балка Б3 | 57,10 | | | | |
| | Пролет 2 балка Б4 | 57,41 | | | | |
| | Пролет 3 балка Б1 | 58,55 | | | | |
| | Пролет 3 балка Б2 | 57,16 | | | | |
| | Пролет 2 шов между балками Б1 и Б2 | 57,89 | 62,37 | В49,90 | В40 | В35 |
| | Пролет 2 шов между балками Б3 и Б4 | 64,49 | | | | |
| | Пролет 3 шов между балками Б1-Б2 | 64,74 | | | | |
| Опоры | Опора 3 ригель | 51,31 | 55,02 | В44,02 | В25 | В25 |
| | Опора 2 ригель | 58,74 | | | | |
| | Опора 4 шкафная стенка | 45,33 | 45,33 | В36,26 | | |
| | Опора 2 стойка 1 | 53,54 | 55,97 | В44,77 | | |
| | Опора 2 стойка 2 | 58,55 | | | | |
| | Опора 2 стойка 3 | 54,25 | | | | |
| | Опора 3 стойка 1 | 55,58 | | | | |
| | Опора 3 стойка 2 | 57,67 | | | | |
| | Опора 3 стойка 3 | 56,19 | | | | |

Анализ результатов определения прочности бетона показал, что фактическая прочность конструкций опор и пролетных строений сооружения превышает требуемые значения, установленные СП 35.13330.2011 (таблица 7.4), а также проектные значения.

### 4.2 Определение толщины защитного слоя бетона

Толщина защитного слоя во многом определяет длительность сохранения пассивирующих свойств бетона по отношению к арматуре в условиях воздействия углекислоты воздуха, морозных разрушений, действия хлоридов и прочих негативных факторов. Опыт обследований показывает, что значение толщины защитного слоя для одной и той же конструкции может носить непостоянный характер и меняться в довольно широком диапазоне.

Методика измерений регламентируется ГОСТ 22904-93 «Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры».

Величина защитного слоя бетона определялась с помощью электромагнитного прибора Поиск-М. Для получения наиболее достоверных результатов измерения на каждом участке проводились в нескольких местах (не менее 3-х) и из них вычислялось среднее арифметическое значение (рисунок 4.3). Нормативные и фактические значения толщины защитного слоя бетона для различных элементов сведены в таблицу Таблица 4.4.

**Рисунок 4.3 – Определение величины защитного слоя бетона**

**Таблица 4.4 – Значения толщины защитного слоя бетона элементов**

| Месторасполож. участка измерений | Показания прибора, мм | | | Фактич. толщина защитного слоя, мм | Требуемая толщина защитного слоя по СП 35.13330, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| | изм. 1 | изм. 2 | изм. 3 | | |
| Пролет 1 балка Б1 | 45 | 46 | 49 | 46.7 | 30 |
| Пролет 1 балка Б2 | 42 | 43 | 49 | 44.7 | 30 |
| Пролет 1, балка Б3 | 33 | 35 | 38 | 35.3 | 30 |
| Пролет 1, балка Б4 | 43 | 48 | 50 | 47.0 | 30 |
| Пролет 1, балка Б5 | 35 | 40 | 41 | 38.7 | 30 |
| Пролет 1, балка Б6 | 38 | 40 | 42 | 40.0 | 30 |
| Пролет 3, балка Б1 | 36 | 38 | 44 | 39.3 | 30 |
| Пролет 3, балка Б2 | 39 | 35 | 30 | 34.7 | 30 |
| Пролет 3, балка Б3 | 29 | 30 | 31 | 30.0 | 30 |
| Пролет 1, шов омоноличивания между балками Б1 и Б2 | 17 | 19 | 20 | **26.0** | 30 |
| Пролет 1, шов омоноличивания между балками Б3 и Б4 | 28 | 27 | 23 | **18.7** | 30 |
| Опора 1, ригел под балкой Б1 | 53 | 57 | 58 | 56.0 | 50 |
| Опора 1, ригел под балкой Б2 | 60 | 54 | 55 | 56.3 | 50 |
| Опора 4, ригель между балками Б1-Б2 | 41 | 52 | 58 | 50.3 | 50 |
| Опора 1, шкафная стенка между балками Б1 и Б2 | 71 | 72 | 73 | 72.0 | 50 |
| Опора 1, шкафная стенка между балками Б3 и Б4 | 46 | 48 | 52 | 48.7 | 50 |
| Опора 4, шкафная стенка | 65 | 64 | 63 | 64.0 | 50 |
| Опора 2, стойка С1 | 41 | 45 | 46 | 44.0 | 30 |
| Опора 2, стойка С3 | 43 | 44 | 43 | 43.3 | 30 |
| Опора 3, стойка С1 | 42 | 50 | 48 | 46.7 | 30 |
| Опора 3, стойка С2 | 47 | 50 | 52 | 49.7 | 30 |

Значения толщины защитного слоя бетона швов омоноличания снижены, относительно требований СП 35.13330.2011.

### 4.3 Определение глубины карбонизации защитного слоя бетона

Основным условием протекания процесса гидратации при твердении бетона является наличие щелочной среды. Стальная арматура защищена от щелочей нереактивной пленкой оксидированного железа (пассивационным слоем). Являясь пористым, бетон впитывает кислотообразующие газы (например, CO2), присутствующие в атмосфере, что

приводит к химической реакции, стремящейся нейтрализовать щелочную среду. Этот процесс называют карбонизацией. Значение показателя pH поровой жидкости бетона снижается от величины 12,5 до уровня ниже 9. При таких значениях pH происходит депассивация арматурной стали (разрушение защитной пленки), в результате чего возникает опасность коррозии. Таким образом, пока глубина карбонизации меньше защитного слоя бетона, щелочная среда сохраняется, что замедляет коррозию арматуры.

Глубина карбонизации бетона определялась индикаторным методом с использованием 1%-го спиртового раствора фенолфталеина по ГОСТ 4919.1-2016, который наносился на внутреннюю поверхность высверленного отверстия. В случае наличия щелочной среды (в интервале pH от 8,2 до 10) происходило изменение окраски индикатора от бесцветной к красно-фиолетовой. Через минуту после нанесения индикатора при помощи штангенциркуля измерялась величина неокрашенного слоя бетона (рисунок 4.4).

**Рисунок 4.4 – Определение глубины карбонизации бетона**

Глубина карбонизации во всех исследованных местах не более 5 мм, то есть не превышает толщину защитного слоя бетона. Щелочная среда сохранена, что замедляет процесс коррозии арматуры.

### 4.4 Определение наличия хлорид-ионов в бетоне

Другим показателем, существенно влияющим на коррозионную активность арматуры, является наличие в бетоне хлорид-ионов. Хлориды могут замещать кислород в защитной оксидной пленке арматуры, что приводит к образованию в ней пор и облегчает начало коррозии. Увеличение концентрации хлорид-ионов в приарматурной зоне происходит в результате проникновения в бетон растворенных в воде хлористых солей – реагентов и антигололедных добавок.

Определение содержания хлоридов в % от массы цемента выполнялось по ОДМ «Методика определения содержания хлоридов в железобетонных конструкциях мостовых сооружений» (утверждена распоряжением Минтранса России № ОС-857-р от 09.10.2002 г). Пробы бетона отбирались из элементов конструкций в виде бетонного порошка, выбуриваемого перфоратором с различных глубин. Результаты определения представлены в таблице 4.5.

**Таблица 4.5 – Содержание хлоридов в бетоне железобетонных конструкций**

| Конструктивные элементы | Глубина взятия пробы, мм | Содержание хлоридов, % от массы цемента | |
|---|---|---|---|
| | | Фактическое значение | Максимально допустимое значение по ГОСТ 31384-2017 |
| Пролет 3, балка Б1, ребро | 5-15 | 0,274 | ≤0,200 |
| | 15-30 | 0,208 | ≤0,200 |
| | 30-45 | 0,057 | ≤0,200 |
| Пролет 3, балка Б2, ребро | 5-15 | 0,136 | ≤0,200 |
| | 15-30 | 0,060 | ≤0,200 |
| | 30-45 | 0,054 | ≤0,200 |
| Пролет 3, балка Б3, ребро | 5-15 | 0,100 | ≤0,200 |
| | 15-30 | 0,088 | ≤0,200 |
| | 30-45 | 0,026 | ≤0,200 |
| Опора 2, стойка С1 | 5-15 | 0,110 | ≤0,400 |
| | 15-30 | 0,046 | ≤0,400 |
| | 30-45 | 0,035 | ≤0,400 |
| Опора 3, стойка С1 | 5-15 | **0,935** | ≤0,400 |
| | 15-30 | 0,148 | ≤0,400 |
| | 30-45 | 0,129 | ≤0,400 |
| Опора 3, стойка С2 | 5-15 | 0,306 | ≤0,400 |
| | 15-30 | 0,227 | ≤0,400 |
| | 30-45 | 0,063 | ≤0,400 |
| Опора 4, ригель | 5-15 | 0,206 | ≤0,400 |
| | 15-30 | 0,182 | ≤0,400 |

| Конструктивные элементы | Глубина взятия пробы, мм | Содержание хлоридов, % от массы цемента | |
|---|---|---|---|
| | | Фактическое значение | Максимально допустимое значение по ГОСТ 31384-2017 |
| | 30-45 | 0,140 | ≤0,400 |

Химический анализ показал, что в подавляющем большинстве элементов мостового сооружения концентрация хлорид-ионов не превышает максимально-допустимые значения. На участке с превышением концентрация хлорид-ионов снижается при увеличении глубины взятия проб бетона. Следовательно, на глубине расположения арматуры концентрация хлорид-ионов не превышает допустимых значений.

### 4.5 Определение фактического положения опорных частей

Фактическое положение опорных частей является важным фактором, определяющим штатную работу пролётных строений и опор. Поэтому в рамках инструментального обследования конструкций выполнено определение фактического положения опорных частей.

Опирание балок пролетных строений на опоры осуществляется через металлические тангенциальные (неподвижные) и валковые (подвижные) опорные части. Тангенциальные опорные части установлены на опорах 1, 3 и 4 (рисунок 2.10), валковые – на опорах 2 и 3. Поскольку сведения о допустимом перемещении отсутствуют, оценка работы опорных частей проводилась по визуально отличимым признакам.

Тип применённых опорных частей соответствует требованиям проекта. В ходе визуального осмотра был выполнен контроль их плановой установки, то есть, соосность балок и опорных частей в продольном направлении, соответствие установки осям опирания балок. Положение верхних и нижних элементов опорных частей относительно друг друга находится в одном уровне, кренов не обнаружено. Плановое положение опорных частей на сооружении соответствует проекту.

Однако, состояние металлических элементов находиться на неудовлетворительном уровне, ввиду активно протекающего процесса коррозии и загрязнений. Таким образом, нельзя утверждать о обеспечении нормальной работы опорных частей в ближайшем будущем. Рекомендуется произвести полную замену всех опорных частей на сооружении.

*По итогам выполненных приборных и инструментальных обследований свойств материалов установлено:*

*1. Прочность бетона основных несущих конструкций соответствует нормативным требованиям.*

*2. Значения толщины защитного слоя бетона исследованных соответствуют требованиям СП 35.13330.2011 (таблица 7.29), кроме участков швов омоноличивания Щелочная среда сохранена на всех исследуемых участках. Содержание хлоридов находится в норме, в результате можно сделать вывод об отсутствии процесса коррозии рабочей арматуры в исследуемых элементах.*

*3. Опорные части находятся в проектном положении, однако из-за активного процесса коррозии металлических рабочих поверхностей и загрязнения элементов нормальная работа элементов не обеспечена. Рекомендуется произвести замену всех опорных частей.*

*Обобщая результаты проведённого комплекса работ, можно утверждать, что материалы пролётного строения и опор в целом находится в удовлетворительном состоянии.*

# 5 Определение типов фундаментов опор

Принцип работы георадара аналогичен радиолокатору: имеется передающая антенна, через которую излучается короткий, но мощный радиоимпульс, и приемная антенна, улавливающая этот импульс после его отражения от каких-нибудь неоднородностей. В отличие от радиолокатора, антенны направлены не в воздух, а в землю. В земле импульс отражается от неоднородностей в виде изменения диэлектрической проницаемости. Чем больше такое отличие, тем выше коэффициент отражения. Получаемая информация заключается во времени задержки принятого импульса, в его мощности и в фазе. По времени задержки определяют расстояние до неоднородности, мощность, кроме затухания в грунте зависит от соотношения диэлектрической проницаемости грунта и неоднородности, а фаза показывает соотношение диэлектрических проницаемостей: если у неоднородности она больше, чем у того слоя, из которого пришел радиоимпульс, то фаза меняется на противоположную.

Еще одно важное отличие радиолокатора от георадара заключается в том, что антенны георадара не могут быть узконаправленными из-за нахождения неоднородностей в ближней зоне. Это значительно снижает разрешающую способность георадара, которая, однако, может частично компенсироваться применением законов изменения принятого сигнала от положения георадара. Рассмотрим это на примере локации неоднородности, размер которой меньше длины волны георадара. В этом случае неоднородность считается точечной.

На рисунке 5.1 показана схема построения разреза георадаром. По закону Пифагора зависимость показаний георадара по глубине от его положения будет:

$$y = \sqrt{(x_0 - x)^2 + {y_0}^2}$$

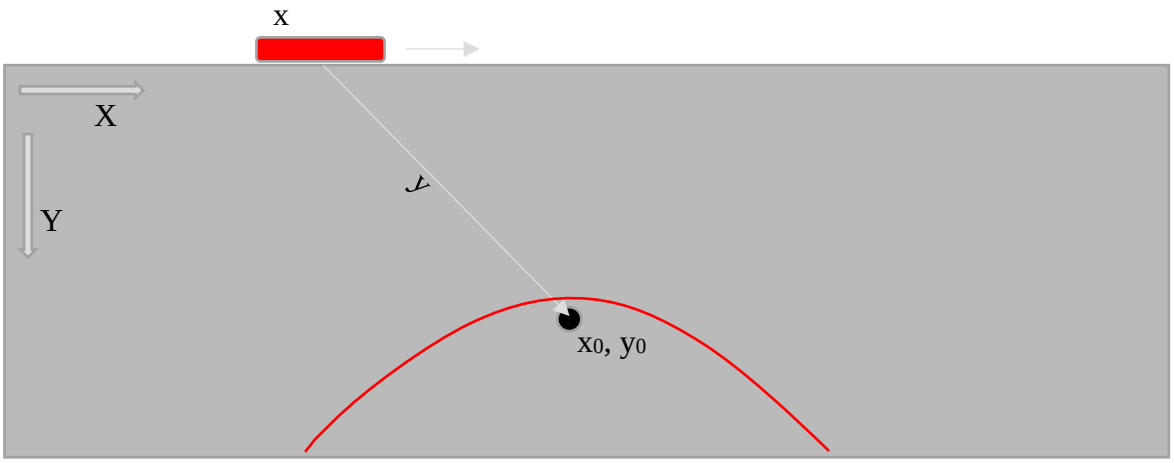



**Рисунок 5.1 - Форма георадарограммы от малоразмерной неоднородности**

Это формула гиперболы. Лучи этой гиперболы направлены вниз слева и справа от неоднородности, а вершина совпадает с положением неоднородности (показана на рисунке красной линией). Если размеры неоднородности сравнимы с длиной волны георадара, то вершина гиперболы будет проходить через верхнюю точку неоднородности.

В процессе обследования опор сооружения требовалось определить параметры фундаментов: наличие плиты ростверка, а также количество и рядность свай, которые полностью скрыты под грунтом. С этой целью траектория движения георадара пролагалась поперек оси сооружения. При исследовании использовался двухчастотный георадар «Око-3» с частотами 250 и 700 МГц. Исследования выполнялись для фундаментов промежуточной опоры №3 и для устоя №4.

На рисунках 5.2-5.3. для примера показаны георадарограммы, полученные при обследовании опор с обозначениями отмеченных конструкций.

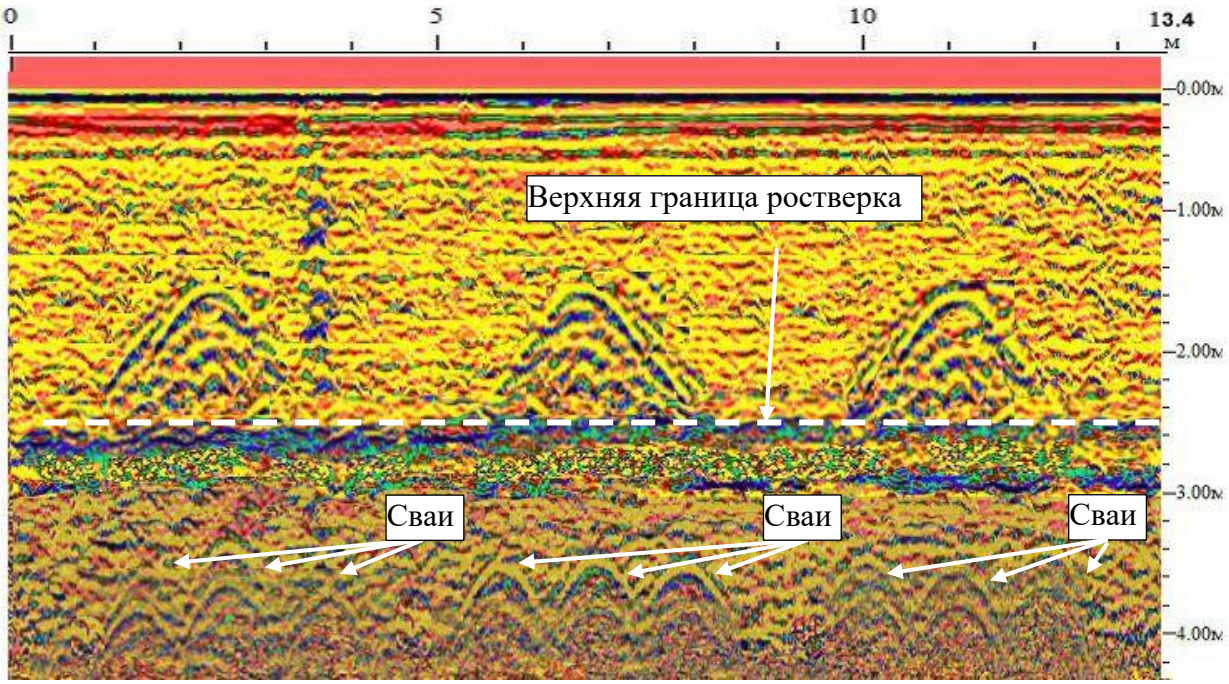



**Рисунок 5.2 - Опора 3. Георадарограмма исследования фундамента на частоте 250 МГц, с условным изображением положения ростверка**

По результатам проведенного обследования, конструкция промежуточной опоры №3 состоит из 3 стоек и ростверка, углубленного на 2,4–2,5 м от уровня естественной поверхности грунта. Под плитой ростверка видны очертания свай, по 3 шт. под каждой стойкой с фасадной стороны опоры.

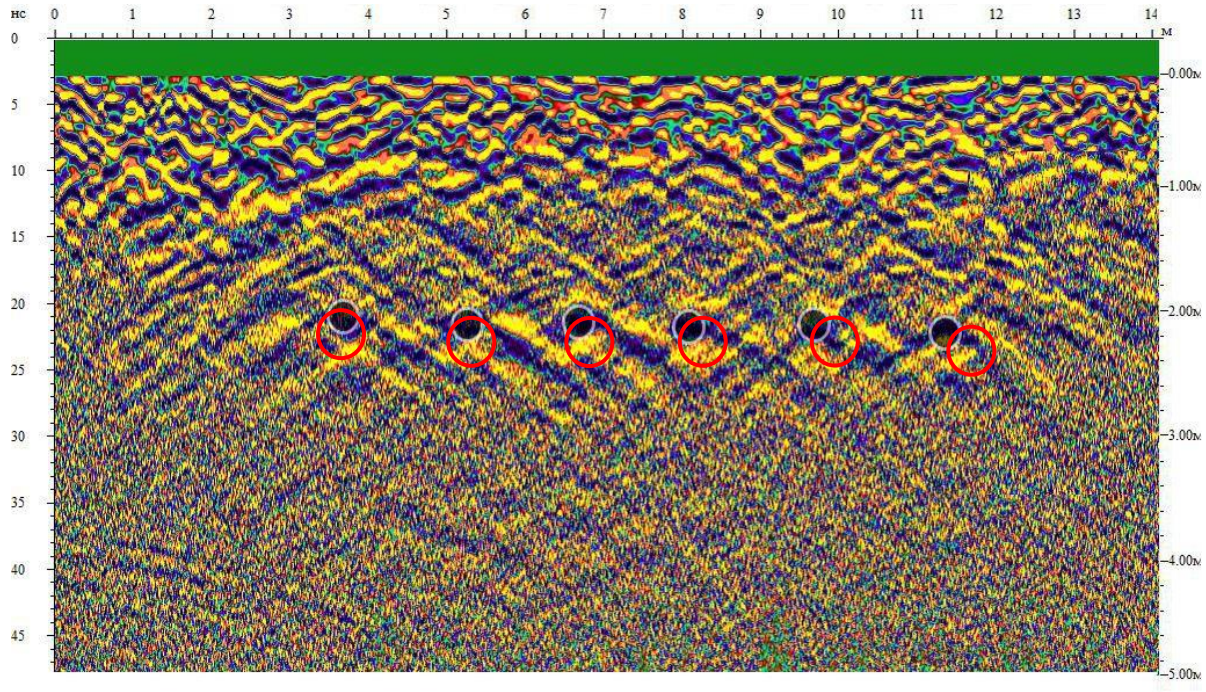



**Рисунок 5.3 - Георадарограмма устоя №1, с условным изображением положения свай фундамента опоры**

При обследовании устоя №1, георадарная съемка производилась непосредственно на наклонной поверхности конуса укрепления. Данная методика исследования фундамента опор вызвана приборными ограничениями, при проходе у основания конуса определить тип конструкции было невозможно. Конструкция устоев, согласно предоставленной документации, состоит из 6 вертикальных стоек и 6 наклонных, опирающиеся на низкий свайный ростверк. Из-за значительной удалённости стоек от внешней поверхности конуса укрепления и их различных углов наклона, в поле зрения прибора попадают не все предполагаемые конструктивные элементы, а только наиболее близкие к нему и только их средние части. Поэтому на 100% подтвердить соответствие расположение стоек, их количества и длин, указанных в документации, а также определить положение плиты ростверка при данной методике исследований не представляется возможным. На данный момент можно утверждать, что устои имеют стоечный (свайный) фундамент.

*По итогам выполненных приборных обследований фундаментов опор можно сделать выводы:*

*1. Промежуточные опоры установлены на плите ростверка глубиной заложения до 2,5 м, объединяющей собой сваи.*

*2. Устои имеют свайный фундамент, определить полное количество и длины свай не удалось.*

*3. Рекомендуется принять конструкцию фундаментов крайних и промежуточных опор согласно имеющийся рабочей документации.*

# 6 Геодезические измерения

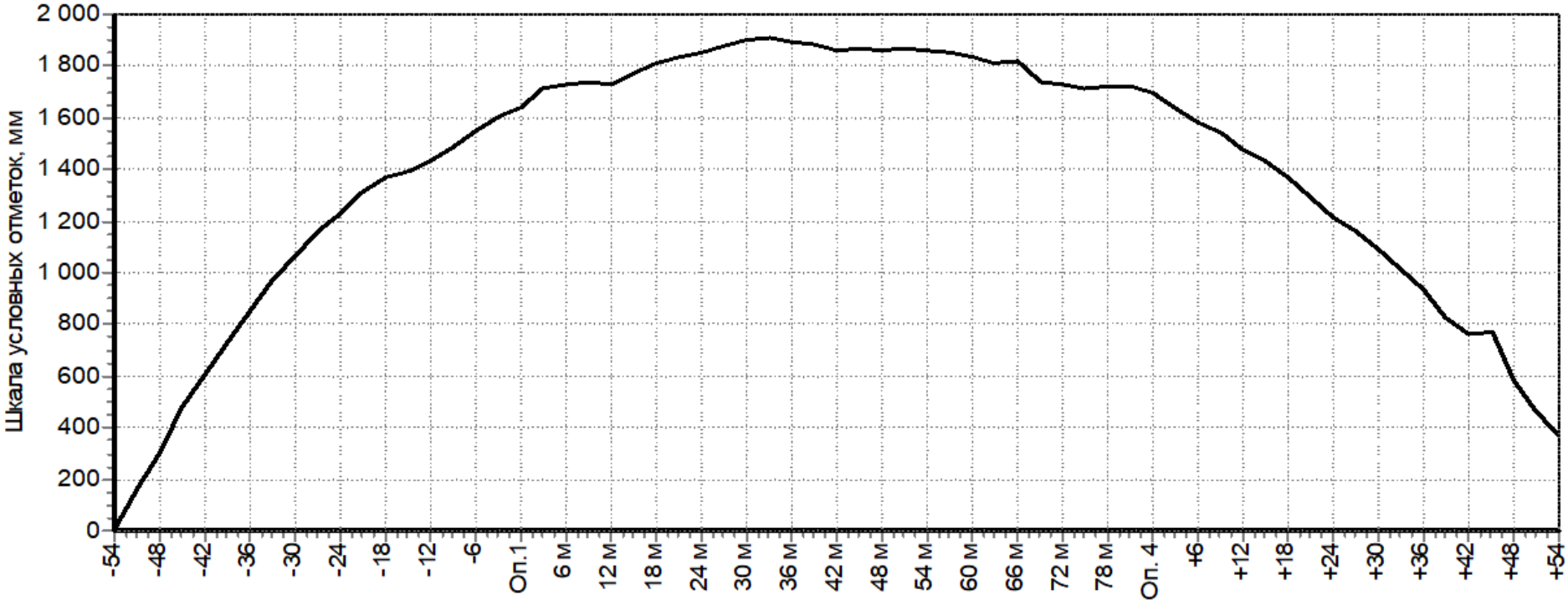
Работы выполнялись электронным тахеометром Trimble TS635. При тахеометрической съёмке длина визирного луча не превышала 300 м, точность измерения углов равна 5".

## 6.1 Профили рельсов трамвайных путей

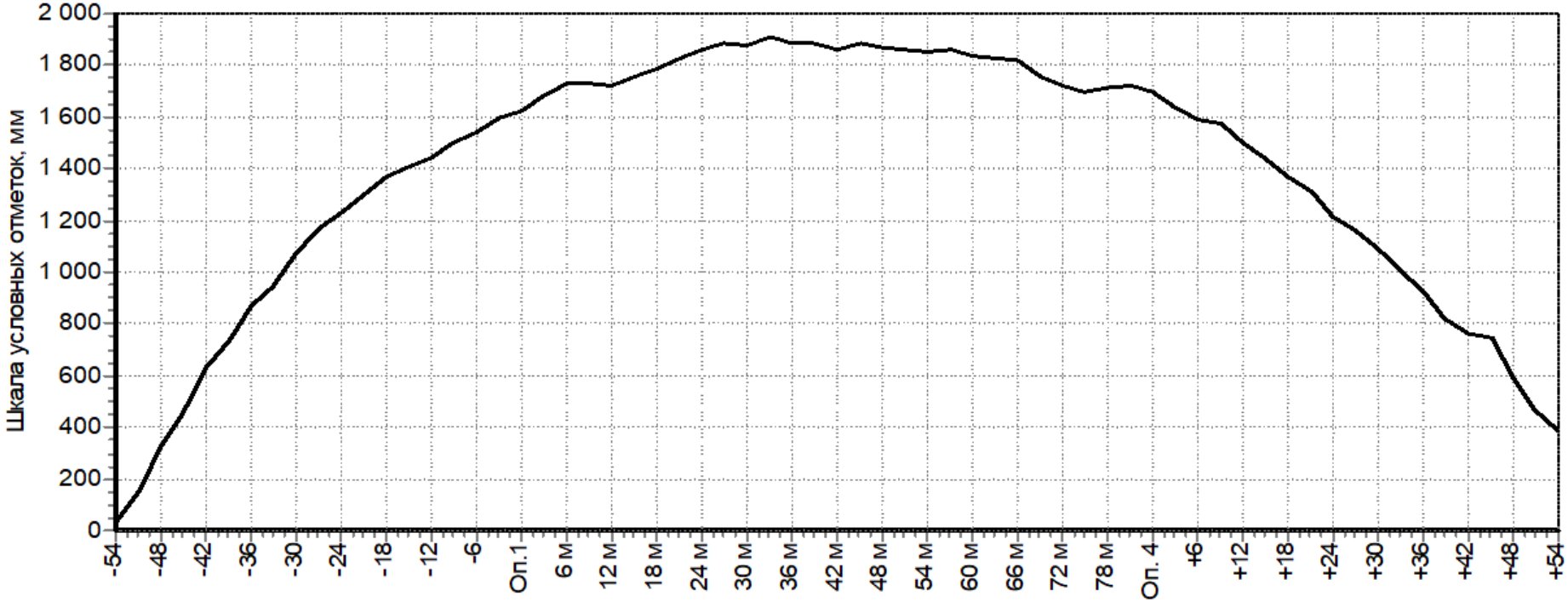
Нивелирование точек головок рельсов трамвайных путей проводилось на сооружение с шагом 3 метра. На подходах к путепроводу также брались точки с шагом 3 метра на расстоянии 54 метра от крайних опор.

На рисунках 6.1 - 6.4 приведены данные о продольных профилях рельсов, вычисленные по результатам нивелирования. В таблице 6.1 указаны значения продольных уклонов.

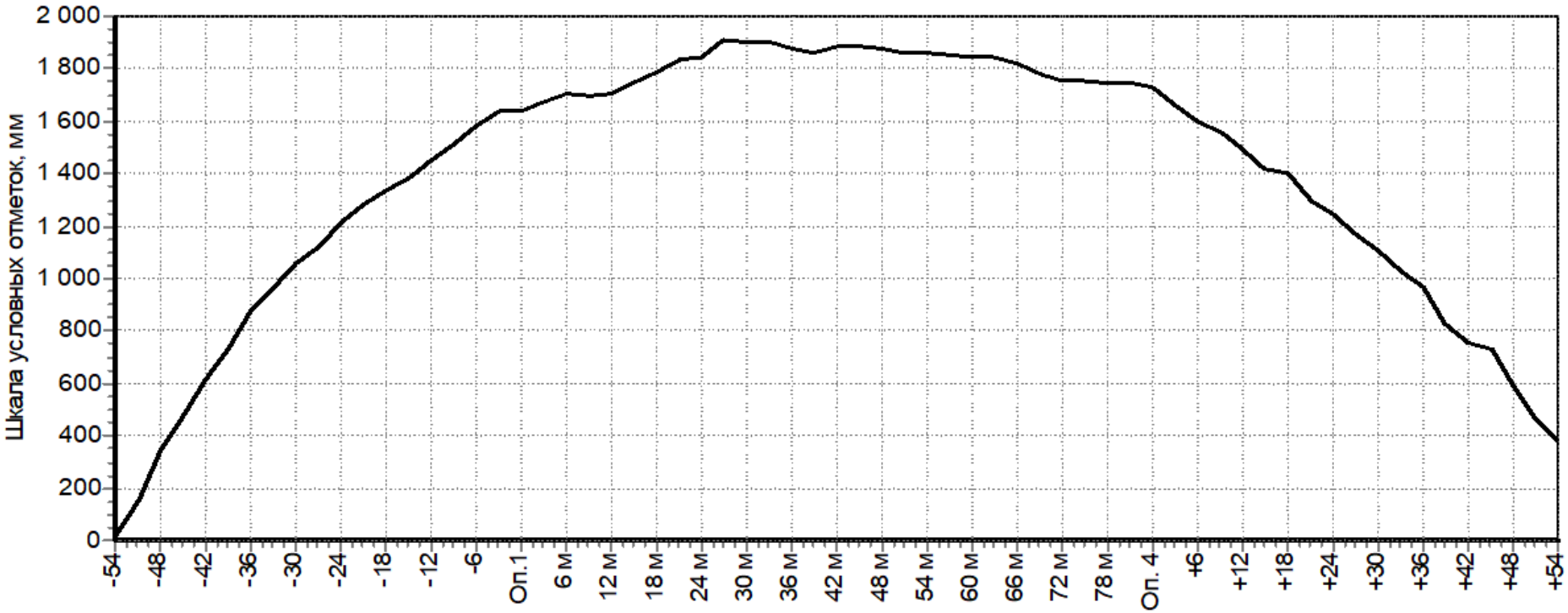
Согласно требованиями п.5.12 СП 98.13330.2012 на подходах к путепроводам значения уклонов не должны превышать 60‰. При нивелировке обнаружены местные сечения, не укладывающиеся в требования нормативной документации (в таблице 6.1 выделены красным цветом), однако ввиду небольшой протяженности (3 метра) и малого количества участков, безопасность движения трамваев не снижена.



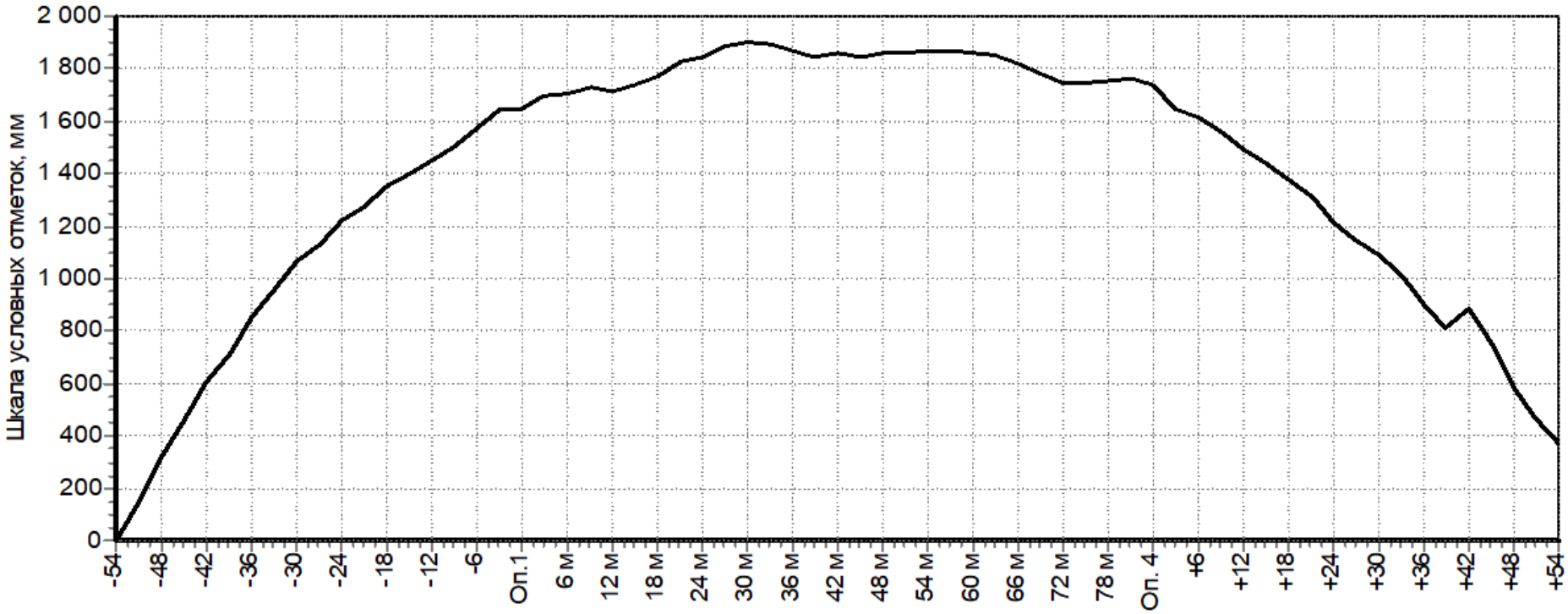

| Расстояния (м) | 3 | 3 | 3 




| Расстояния (м) | 3 | 3 | 3 




| Расстояния (м) | 3 | 3 | 3 




| Расстояния (м) | 3 | 3 | 3 

Таблица 6.1 – Продольные уклоны рельсов трамвайных путей, %

| Сечение | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути |
|---|---|---|---|---|
| -54 | /5.33 | /4.07 | /4.77 | /5.20 |
| -51 | /4.50 | /5.73 | **/6.37** | /5.47 |
| -48 | /5.70 | /4.03 | /4.00 | /4.27 |
| -45 | /4.37 | **/6.03** | /4.83 | /5.20 |
| -42 | /4.27 | /3.63 | /4.10 | /3.57 |
| -39 | /3.87 | /4.30 | /4.67 | /4.73 |
| -36 | /3.87 | /2.57 | /2.77 | /3.20 |
| -33 | /3.13 | /4.33 | /3.43 | /3.90 |
| -30 | /3.30 | /3.40 | /2.07 | /2.17 |
| -27 | /2.17 | /1.73 | /2.93 | /3.00 |
| -24 | /2.80 | /2.17 | /2.20 | /1.77 |
| -21 | /1.83 | /2.57 | /2.10 | /2.67 |
| -18 | /1.03 | /1.37 | /1.50 | /1.63 |
| -15 | /1.37 | /1.13 | /2.07 | /1.67 |
| -12 | /1.57 | /1.80 | /2.13 | /1.67 |
| -9 | /2.27 | /1.37 | /2.23 | /2.23 |
| -6 | /1.70 | /1.87 | /2.10 | /2.57 |
| -3 | /1.13 | /0.87 | 0.00 | \0.10 |
| Опора 1 | /2.47 | /1.83 | /1.07 | /1.73 |
| 3 м | /0.53 | /1.77 | /0.93 | /0.27 |
| 6 м | /0.37 | /0.03 | \0.07 | /0.73 |
| 9 м | \0.30 | \0.23 | /0.33 | \0.33 |
| 12 м | /1.37 | /1.03 | /1.30 | /0.80 |
| 15 м | /1.37 | /1.03 | /1.40 | /0.93 |
| 18 м | /0.83 | /1.33 | /1.50 | /1.97 |
| 21 м | /0.63 | /1.03 | /0.20 | /0.60 |
| 24 м | /0.60 | /0.97 | /2.17 | /1.47 |
| 27 м | /0.97 | \0.37 | \0.10 | /0.37 |
| 30 м | /0.10 | /1.10 | \0.13 | \0.13 |
| 33 м | \0.50 | \0.83 | \0.77 | \0.80 |
| 36 м | \0.23 | /0.07 | \0.57 | \0.97 |
| 39 м | \0.73 | \0.80 | /0.93 | /0.57 |
| 42 м | /0.13 | /0.70 | \0.17 | \0.47 |
| 45 м | \0.10 | \0.40 | \0.10 | /0.43 |
| 48 м | /0.07 | \0.30 | \0.50 | \0.07 |
| 51 м | \0.27 | \0.37 | \0.13 | /0.43 |
| 54 м | \0.20 | /0.33 | \0.20 | /0.07 |
| 57 м | \0.43 | \0.70 | \0.37 | \0.33 |
| 60 м | \0.87 | \0.43 | \0.07 | \0.37 |
| 63 м | /0.30 | \0.23 | \0.60 | \0.93 |
| 66 м | \2.73 | \2.30 | \1.50 | \1.60 |
| 69 м | \0.23 | \0.93 | \0.73 | \0.93 |
| 72 м | \0.67 | \0.83 | \0.07 | /0.07 |
| 75 м | /0.43 | /0.50 | \0.37 | /0.23 |
| 78 м | \0.20 | /0.40 | /0.10 | /0.17 |
| 81 м | \0.70 | \0.87 | \0.67 | \0.77 |
| Опора 4 | \2.07 | \2.07 | \2.20 | \2.93 |
| +3 | \1.70 | \1.40 | \2.10 | \1.23 |
| +6 | \1.37 | \0.57 | \1.40 | \1.97 |
| +9 | \2.27 | \2.67 | \2.13 | \2.00 |
| +12 | \1.27 | \1.80 | \2.40 | \1.70 |

| Сечение | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути |
|---|---|---|---|---|
| +15 | \2.43 | \2.47 | \0.67 | \2.07 |
| +18 | \2.57 | \2.03 | \3.43 | \2.20 |
| +21 | \2.47 | \3.10 | \1.70 | \3.27 |
| +24 | \1.73 | \1.57 | \2.43 | \2.33 |
| +27 | \2.43 | \2.70 | \2.07 | \1.83 |
| +30 | \2.70 | \2.97 | \2.73 | \2.70 |
| +33 | \2.57 | \2.30 | \2.13 | \3.57 |
| +36 | \3.57 | \3.63 | \4.47 | \3.10 |
| +39 | \2.00 | \1.87 | \2.53 | /2.37 |
| +42 | /0.23 | \0.67 | \0.73 | \4.43 |
| +45 | **\6.30** | \5.10 | \4.83 | \5.67 |
| +48 | \3.73 | \4.10 | \4.03 | \3.70 |
| +51 | \3.33 | \2.83 | \3.00 | \3.23 |

При определении возвышений головок рельсов учитывалось, что трамвайные пути находятся на прямой в плане и не имеют критических переломов при данных уклонах продольного профиля.

Результаты съемок возвышений головок рельсов приведены в таблице 6.2. Максимальное возвышение величиной 128 мм зафиксировано в 42 м от сечения опоры 4 на правом трамвайном пути. Минимальное возвышение величиной 0 мм было отмечено на нескольких участках левого и правого трамвайного пути.

Таблица 6.2 – Возвышение головок рельсов трамвайных путей, мм

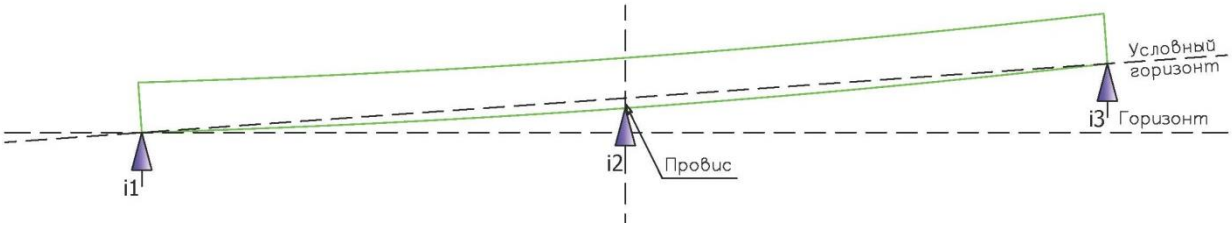
| Сечение | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Возвышение, мм | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути | Возвышение, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -54 | 109.429 | 109.450 | 21 | 109.43 | 109.417 | 13 |
| -51 | 109.589 | 109.572 | 17 | 109.573 | 109.573 | 0 |
| -48 | 109.724 | 109.744 | 20 | 109.764 | 109.737 | 27 |
| -45 | 109.895 | 109.865 | 30 | 109.884 | 109.865 | 19 |
| -42 | 110.026 | 110.046 | 20 | 110.029 | 110.021 | 8 |
| -39 | 110.154 | 110.155 | 1 | 110.152 | 110.128 | 24 |
| -36 | 110.270 | 110.284 | 14 | 110.292 | 110.27 | 22 |
| -33 | 110.386 | 110.361 | 25 | 110.375 | 110.366 | 9 |
| -30 | 110.480 | 110.491 | 11 | 110.478 | 110.483 | 5 |
| -27 | 110.579 | 110.593 | 14 | 110.54 | 110.548 | 8 |
| -24 | 110.644 | 110.645 | 1 | 110.628 | 110.638 | 10 |
| -21 | 110.728 | 110.710 | 18 | 110.694 | 110.691 | 3 |
| -18 | 110.783 | 110.787 | 4 | 110.757 | 110.771 | 14 |
| -15 | 110.814 | 110.828 | 14 | 110.802 | 110.82 | 18 |
| -12 | 110.855 | 110.862 | 7 | 110.864 | 110.87 | 6 |
| -9 | 110.902 | 110.916 | 14 | 110.928 | 110.92 | 8 |
| -6 | 110.970 | 110.957 | 13 | 110.995 | 110.987 | 8 |
| -3 | 111.021 | 111.013 | 8 | 111.058 | 111.064 | 6 |
| Опора 1 | 111.055 | 111.039 | 16 | 111.058 | 111.061 | 3 |

| Сечение | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Возвышение, мм | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути | Возвышение, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 м | 111.129 | 111.094 | 35 | 111.09 | 111.113 | 23 |
| 6 м | 111.145 | 111.147 | 2 | 111.118 | 111.121 | 3 |
| 9 м | 111.156 | 111.148 | 8 | 111.116 | 111.143 | 27 |
| 12 м | 111.147 | 111.141 | 6 | 111.126 | 111.133 | 7 |
| 15 м | 111.188 | 111.172 | 16 | 111.165 | 111.157 | 8 |
| 18 м | 111.229 | 111.203 | 26 | 111.207 | 111.185 | 22 |
| 21 м | 111.254 | 111.243 | 11 | 111.252 | 111.244 | 8 |
| 24 м | 111.273 | 111.274 | 1 | 111.258 | 111.262 | 4 |
| 27 м | 111.291 | 111.303 | 12 | 111.323 | 111.306 | 17 |
| 30 м | 111.320 | 111.292 | 28 | 111.32 | 111.317 | 3 |
| 33 м | 111.323 | 111.325 | 2 | 111.316 | 111.313 | 3 |
| 36 м | 111.308 | 111.300 | 8 | 111.293 | 111.289 | 4 |
| 39 м | 111.301 | 111.302 | 1 | 111.276 | 111.26 | 16 |
| 42 м | 111.279 | 111.278 | 1 | 111.304 | 111.277 | 27 |
| 45 м | 111.283 | 111.299 | 16 | 111.299 | 111.263 | 36 |
| 48 м | 111.280 | 111.287 | 7 | 111.296 | 111.276 | 20 |
| 51 м | 111.282 | 111.278 | 4 | 111.281 | 111.274 | 7 |
| 54 м | 111.274 | 111.267 | 7 | 111.277 | 111.287 | 10 |
| 57 м | 111.268 | 111.277 | 9 | 111.271 | 111.289 | 18 |
| 60 м | 111.255 | 111.256 | 1 | 111.26 | 111.279 | 19 |
| 63 м | 111.229 | 111.243 | 14 | 111.258 | 111.268 | 10 |
| 66 м | 111.238 | 111.236 | 2 | 111.24 | 111.24 | 0 |
| 69 м | 111.156 | 111.167 | 11 | 111.195 | 111.192 | 3 |
| 72 м | 111.149 | 111.139 | 10 | 111.173 | 111.164 | 9 |
| 75 м | 111.129 | 111.114 | 15 | 111.171 | 111.166 | 5 |
| 78 м | 111.142 | 111.129 | 13 | 111.16 | 111.173 | 13 |
| 81 м | 111.136 | 111.141 | 5 | 111.163 | 111.178 | 15 |
| Опора 4 | 111.115 | 111.115 | 0 | 111.143 | 111.155 | 12 |
| +3 | 111.053 | 111.053 | 0 | 111.077 | 111.067 | 10 |
| +6 | 111.002 | 111.011 | 9 | 111.014 | 111.03 | 16 |
| +9 | 110.961 | 110.994 | 33 | 110.972 | 110.971 | 1 |
| +12 | 110.893 | 110.914 | 21 | 110.908 | 110.911 | 3 |
| +15 | 110.855 | 110.860 | 5 | 110.836 | 110.86 | 24 |
| +18 | 110.782 | 110.786 | 4 | 110.816 | 110.798 | 18 |
| +21 | 110.705 | 110.725 | 20 | 110.713 | 110.732 | 19 |
| +24 | 110.631 | 110.632 | 1 | 110.662 | 110.634 | 28 |
| +27 | 110.579 | 110.585 | 6 | 110.589 | 110.564 | 25 |
| +30 | 110.506 | 110.504 | 2 | 110.527 | 110.509 | 18 |
| +33 | 110.425 | 110.415 | 10 | 110.445 | 110.428 | 17 |
| +36 | 110.348 | 110.346 | 2 | 110.381 | 110.321 | 60 |
| +39 | 110.241 | 110.237 | 4 | 110.247 | 110.228 | 19 |
| +42 | 110.181 | 110.181 | 0 | 110.171 | 110.299 | 128 |
| +45 | 110.188 | 110.161 | 27 | 110.149 | 110.166 | 17 |
| +48 | 109.999 | 110.008 | 9 | 110.004 | 109.996 | 8 |
| +51 | 109.887 | 109.885 | 2 | 109.883 | 109.885 | 2 |
| +54 | 109.787 | 109.800 | 13 | 109.793 | 109.788 | 5 |

Анализируя измеренные значения возвышения нитей трамвайных путей, рекомендуется придерживаться имеющихся скоростных ограничений на уровне 20 км/ч.

### 6.2 Определение строительных подъемов / провисаний балок

Измерения строительных подъемов велись по нижним поверхностям балок в местах их опирания и в серединах пролетов. Отметки, полученные в сечениях над опорами, соединялись в горизонт, относительного которого высчитывалось высотное положение середин балок и определялось наличие строительных подъёмов или провисаний.




Согласно ОДМ 218.0.018-05 «Определение износа конструкций и элементов мостовых сооружений на автомобильных дорогах», определение состояния пролетных строений возможно осуществлять по величине провисания балок. Имея профили балок на момент обследования, можно определить степень опасности провисания каждой балки, используя следующие категории состояния:

«О» – сохраняется строительный подъем;

«А» – профиль низа балок близок к горизонтали;

«Б» – имеется незначительное провисание;

«В» – зафиксировано существенное провисание;

«Г» – величина провисания критическая.

В соответствии с ОДМ 218.0.018-05 оценка состояния всего пролётного строения даётся по балке с наибольшим провисанием.

Значения строительных подъемов / провисаний балок представлены в таблице 6.3 и выделены цветом в соответствии с категорией состояния: синий – категория «О»; зелёный – категория «А»; оранжевый – категория «Б», красный – категория «В».

**Таблица 6.3 – Строительные подъемы (провисания) балок, мм**

| Сечение | Пролет 1 | Пролет 2 | Пролет 3 |
|---|---|---|---|
| Балка Б1 | +10 | +25 | +55 |
| Балка Б3 | - | - | +25 |
| Балка Б4 | +40 | 0 | +75 |
| Балка Б5 | +55 | +25 | - |
| Балка Б6 | +65 | +5 | +85 |

Примечание: «–» – отметка ниже среднего значения – провисание;
«+» – отметка выше среднего значения – строительный подъем.

Как видно, большинство балок пролётных строений имеют строительный подъем. На балке Б4 в пролете 2 зафиксирован профиль близкий к горизонтали. Категория состояния пролётных строений по критерию провисаний – «А».

Результаты раздела следует использовать в качестве исходных данных для сравнения с результатами последующих плановых наблюдений. После накопления информации и её статистической обработки возможно будет оценить наличие/отсутствие динамики развития провисаний балок во времени и принять решение о потребности в проведении ремонтных мероприятий.

### 6.3 Определение вертикальности опор мостового сооружения.

Для определения возможных отклонений от вертикальности опор моста, была произведена съемка их поверхностей, которая велась по нижним (в уровне воды или уровне грунта) и по верхним (возле насадок) сечениям. Отклонение определялось относительно нулевого значения, за которое для каждой стойки принимается нижнее поперечное сечение. Его плановое положение сравнивалось с положением верхнего сечения стойки. Результаты съёмки представлены в таблице Таблица 6.4.

Согласно ОДМ 218.0.018-05, допустимым (безопасным) считается крен промежуточной опоры, измеренный по оси видимой части, в пределах величин:

-$a \leq H/100$ – вдоль оси моста;

-$a < L/500$ – то же при 1-2 полосах движения;

-$b < H/250$ – поперек оси моста при свайном фундаменте

(H – высота опоры; L – длина наибольшего пролета у опоры).

Подобные отклонения верха опор соответствуют категории состояния «Б». Если отклонения меньше приведенных в 2 и более раза, опора имеет категорию состояния «А». При превышении одной из указанных величин принимаемая категория состояния "В".

Отклонения стоек вдоль оси моста и вдоль оси опоры показаны в таблице 6.4 и изображены на рисунке 6.5. Стойки, чьи отклонения соответствуют категории состояния «А» выделены зелёным цветом, категории «Б» - оранжевым, и категории «В» - красным.

**Таблица 6.4 – Отклонение свай от вертикального положения**

| Элемент | | Отклонения от вертикальности видимой части элементов | |
|---|---|---|---|
| | | Вдоль оси моста, мм | Поперек оси моста, мм |
| Опора 1 | Стойка 1 | +2 | -22 |
| | Стойка 2 | +10 | -20 |
| | Стойка 3 | -20 | -3 |
| Опора 2 | Стойка 1 | 0 | -23 |
| | Стойка 2 | +6 | -30 |
| | Стойка 3 | +3 | -16 |

Примечание: «–» – крен стойки вдоль к началу моста или поперёк в левую сторону;
«+» – крен стойки вдоль к концу моста или поперёк в правую сторону.

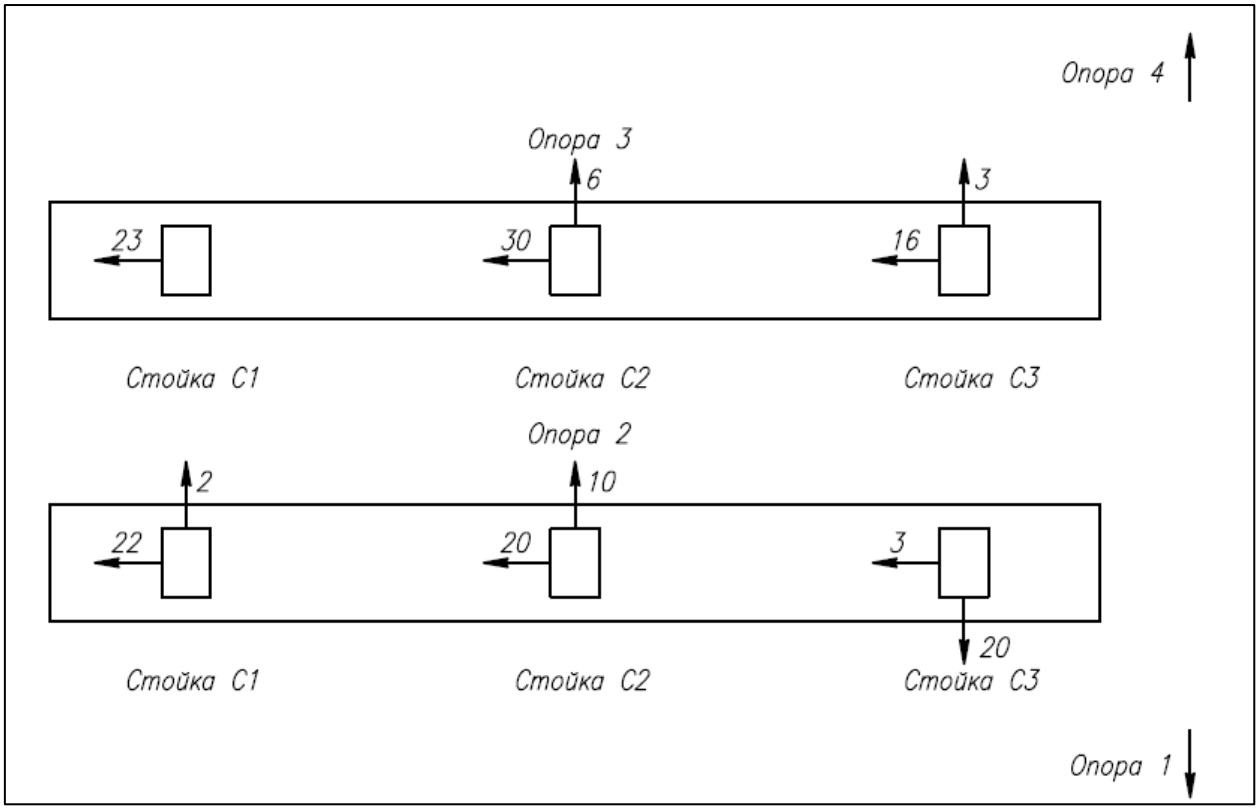



**Рисунок 6.5 – Отклонение стоек от вертикального положения**

Практически все стойки опор имеют отклонения от вертикальности, превышающие нормативные значения. При данных отклонениях техническое состояние оценивается категорией «В» – состояние, при котором требуется проведение ремонтно-восстановительных мероприятий. Поскольку исполнительная документация и материалы (определение вертикальности стоек опор) предыдущих обследований отсутствуют, то достоверно установить причину и время появления кренов, а также проследить динамику

их развития невозможно. Поэтому, учитывая относительно небольшую (до 5,2 м) высоту стоек и объединение ригелем, можно утверждать, что обнаруженные отклонения не скажутся на несущей способности (устойчивости) опор. Результаты съёмки опор следует использовать в качестве исходных данных для сопоставления с последующими плановыми наблюдениями и оценки наличия/отсутствия динамики отклонения опор от вертикальности во времени.

Результаты съёмки опор следует использовать в качестве исходных данных для сопоставления с последующими плановыми наблюдениями и оценки наличия/отсутствия динамики отклонения опор от вертикальности во времени.

*Подводя итоги проведённых геодезических измерений, можно заключить:*

*1) Согласно требованиями п.5.12 СП 98.13330.2012 на подходах к путепроводам значения уклонов не должны превышать 60‰. При нивелировке обнаружены несколько сечение, не укладывающиеся в требования нормативной документации, однако ввиду небольшой протяженности (3 метра), безопасность движения трамваев по критерию уклонов не снижена.*

*2) Максимальное возвышение головок рельс составление величиной 128 мм зафиксировано в 42 м от сечения опоры 4 на правом трамвайном пути. Минимальное возвышение величиной 0 мм было отмечено на нескольких участках левого и правого трамвайного пути. Анализируя измеренные значения возвышения нитей трамвайных путей, рекомендуется придерживаться имеющихся скоростных ограничений на уровне 20 км/ч.*

*3) Большинство балок имеют строительный подъем, на балке Б4 в пролете 2 зафиксирован профиль близкий к горизонтали.*

*4) Зафиксированы сверхнормативные крены стоек опор. Однако, учитывая относительно небольшую (до 5,2 м) высоту стоек и их объединение ригелем, можно утверждать, что обнаруженные отклонения не скажутся на несущей способности (устойчивости) опор.*

# 7 Результаты оценки грузоподъёмности

## 7.1 Расчет грузоподъемности мостового сооружения на существующие постоянные нагрузки и современную трамвайную нагрузку

**Краткое описание методики расчета**

При оценке грузоподъемности сооружения установку временной нагрузки на пролётном строении и значения коэффициентов надежности и динамичности будем принимать в соответствии с СП 35.13330.2011.

При детальном обследовании несущих конструкций сооружения, результаты которого представлены в настоящем паспорте, дефектов и повреждений, снижающих несущую способность пролетных строений, не обнаружено. Дефектов и повреждений, снижающих несущую способность опор, не обнаружено.

Для определения грузоподъемности моста следует установить:

- предельные усилия (несущую способность) для расчетных сечений по первой группе предельных состояний на основании данных о составе расчетного сечения и состоянии материалов конструкции;
- расчетные усилия от постоянной нагрузки с учетом данных фактических обследований и обмеров сечений конструкции элементов мостового полотна;
- допустимые расчетные усилия от временной нагрузки (“$М_{пред.врем}$”), определяемые как разность между предельными усилиями и расчетными усилиями от постоянных нагрузок;
- расчетные усилия от временной нагрузки (“$М_{врем.}$”) с учетом данных фактических обследований и обмеров сечений конструкции элементов мостового полотна, влияющих на деформативные характеристики пространственной расчетной схемы;

**Описание расчетной модели**

Расчет выполнен с использованием метода конечных элементов по расчетной программе Midas Civil 2019 for Windows (сертификат соответствия №РОСС KR.НВ61.Н30101), а также методики расчета, изложенной в СП 35.13330.2011 с использованием пространственной модели пролётного строения, которая представлена в виде совокупности стержневых элементов, имеющих общие точки - узлы.

Пространственная расчетная схема (рисунок 7.1) составлена из балочных элементов общего вида с геометрическими и жесткостными характеристиками сечения, соответствующими проектным параметрам несущих элементов.

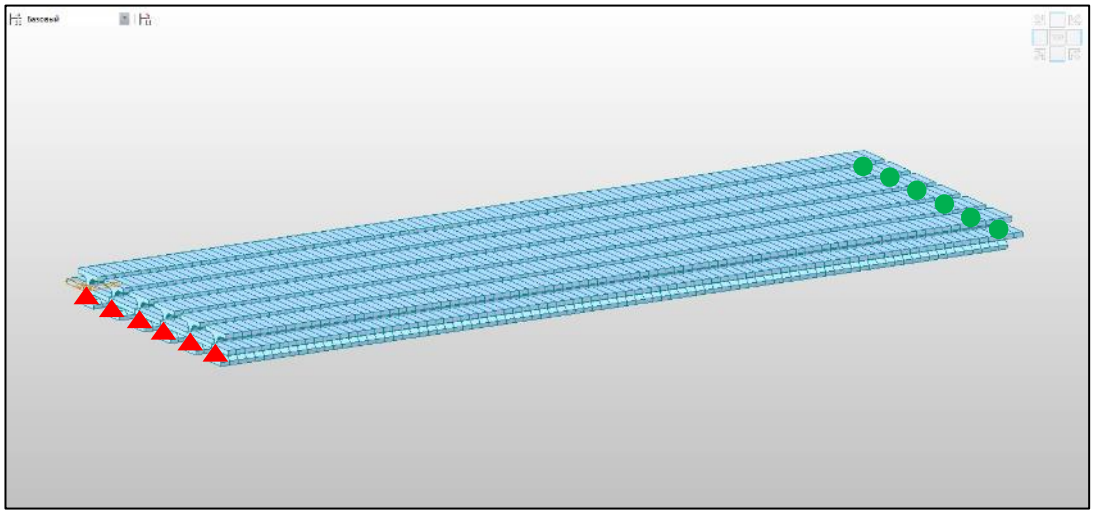


**Рисунок 7.1 – Расчетная модель балочного пролётного строения**

Расчетная модель пролётного строения ориентирована на вычисление внутренних усилий в главных балках.

На модель накладываются ограничения имитирующие условия закрепления, соединения отдельных частей, материал конструкции, сечения элементов. Задаются нагрузки и сочетания нагрузок, действующие на конструкцию.

Балки выполнены по индивидуальному проекту. Балки армированы десятью пучками из 24 проволок диаметром 5 мм. Класс бетона по прочности согласно проектной документации принят В40.

***Предельный изгибающий момент для среднего сечения балки в середине пролета***

Площадь сжатой зоны бетона:

$$Аб = \frac{Аст \cdot Rст}{Rб} = \frac{47 \cdot 10500}{175} = 2820см^2$$

Высота сжатой зоны бетона:

$$h.сж.б = \frac{A_b}{b} = \frac{2820}{120} = 23{,}5см$$

$$h.ц.т = \frac{120 * 15 * 7,5 + 85 + 12 + 57,5}{2820} = 25,5см$$

Несущая способность среднего сечения балки:

Мпред=Rb·b·hб(hd-0,5hб)=175·2820·(110-25,5-5)=392,33 т·м

***Предельная поперечная сила для приопорного сечения балки пролетного строения***

Приведенная толщина ребра b=26см

Рабочая высота сечения $h_0$=105 см

Площадь рабочей арматуры $A_{pi}$=14,1 см$^2$

Длина проекции с=76,3 см

Хомуты диаметром 10 мм, с шагом 0,12м. Арматура класса AI.

$Qпред = \sum Rpw \cdot Apl \cdot sin\,\alpha + \sum RswAsw + Qb + Q^r w,$

где $\sum Rpw \cdot Apl \cdot sin\,\alpha$ , $\sum RswAsw$ - суммы проекций усилий всей пересекаемой напрягаемой и ненапрягаемой арматуры при длине проекции сечения с;

$R_{pw}$ – расчетное сопротивление напрягаемой арматуры с учетом коэффициента $m_{p4}$=0,7.

$R_{sw}$ – расчетное сопротивление ненапрягаемой арматуры с учетом коэффициента $m_{a4}$=0,8.

$$Q_b = \frac{2R_{bt}bh_0^2}{c} = \frac{2 \cdot 1250 \cdot 0,26 \cdot 1,05^2}{0,763} = 939,22кН = 93,922mc.$$

Так как $Q_b = 939,22$кН > $mR_{bt}bh_0 = 1.3 \cdot 1250 \cdot 0,26 \cdot 1,05 = 443,625$кН, то для расчетов принимаем $Q_b = 443,625кН = 44,36mc$

$\sum R_{sw} A_{sw}$ =9,42*2100*0,8=15,825 т

Окончательно: $Q_{пред} = \sum R_{pw} A_{pl} sin\,\alpha + \sum R_{sw} A_{sw} + Q_b + Q_w^r = 44,36 + 15,825 = 60,185mc$

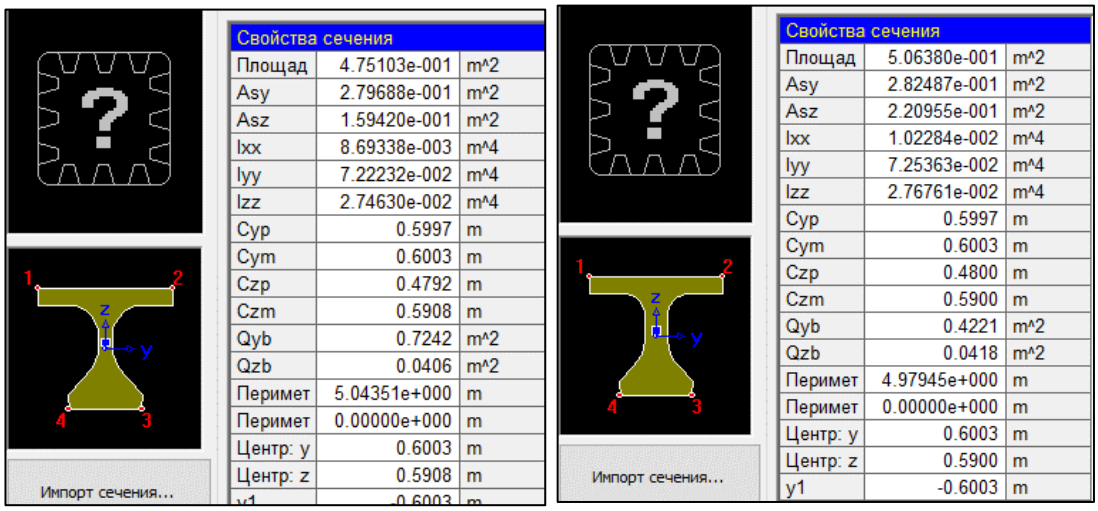
Предельный изгибающий момент составляет:

$M_{пред}$ = 392,33 т·м

Предельная поперечная сила на расстоянии 0,76 м от опорного сечения составляет:

$Q_{пред}$ = 60,185 т.

Геометрические характеристики несущих элементов пролётного строения приведены на рисунке 7.2.




**Балка в пролете** **Балка в зоне опирания**

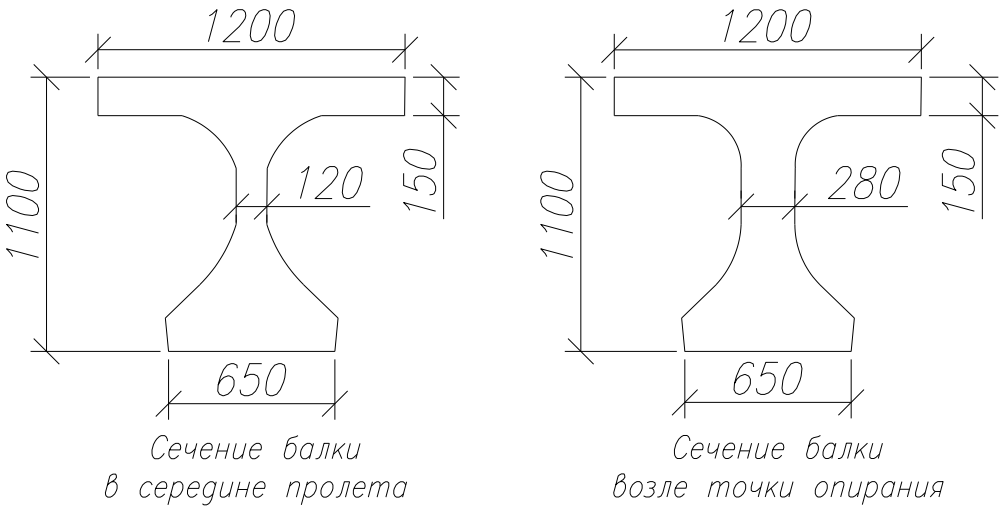



**Рисунок 7.2 – Поперечное сечение элементов пролётного строения**

**Условия опирания**

На узлы опирания балок накладываются вертикальные связи, запрещающие перемещения вдоль оси Z, помимо вертикальных связей назначаются горизонтальные связи, ограничивающие перемещения по осям X и Y, имитирующие жесткостные характеристики опорных частей. Это обеспечивает геометрическую неизменяемость расчетной схемы пролётного строения в трехмерном пространстве и шарнирное опирание балок пролётного строения.

▲ - неподвижная опорная часть;

● - подвижная опорная часть.

**Сбор нагрузок**

Модель пролётного строения загружалась вертикальными временными подвижными нагрузками и равномерно распределенными постоянными нагрузками.

Произведем сбор постоянных нагрузок. В таблице Таблица 4.4 приведен перечень всех постоянных нагрузок, действующих на пролетное строение с соответствующими коэффициентами надёжности по нагрузке. Назначение постоянных нагрузок для каждого несущего элемента пролетного строения происходит непосредственно в программном комплексе Midas Civil. На каждую балку прикладываются соответствующие ей постоянные нагрузки. Нагрузка от собственного веса несущих элементов пролетного строения вычисляется в программном комплексе на основании данных об объемном весе материалов конструкций и их геометрических размерах.

Коэффициент надежности для асфальтобетонного покрытия принимается равным 1,5, так как в расчетах принята фактическая толщина асфальтобетонного покрытия. Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса несущих элементов пролетного строения принимается равным 1.1.

**Таблица 7.1 – Сбор нагрузок**

| Элемент | Толщина слоя, м | Ширина, м* | Объемный вес, т/м$^3$ | Нормат. вес, т | Коэф-нт надежн. по нагр. |
|---|---|---|---|---|---|
| Асфальтобетонное покрытие | 0,09 | 1,54 | 2,30 | 0,32 | 1,50 |
| Шов омоноличивания | 0,15 | 0,34 | 2,50 | 0,1688 | 1,10 |
| Барьерное ограждение | - | - | - | 0,4375 | 1,10 |
| Перильное ограждение | - | - | - | 0,038 | 1,10 |
| Рельс | - | - | - | 0,065 | 1,10 |
| Защитный слой | 0,03 | 1,54 | 2,4 | 0,111 | 1,30 |
| Выравнивающий слой | 0,04 | 1,54 | 2,4 | 0,15 | 1,30 |
| Тощий бетон | - | - | - | 0,276 | 1,30 |
| Гидроизоляция | 0,01 | 1,54 | 1,50 | 0,023 | 1,30 |
| Тротуарный блок | 0,15 | 0,9 | 2,50 | 0,34 | 1,10 |

Примечание: * - ширина ездового полотна принята в пределах одного несущего элемента

Временная трамвайная нагрузка с соответствующими коэффициентами надежности и динамическими коэффициентами учитывается в соответствии со схемами, приведенными в СП 35.13330.2011.

Схема установки временной подвижной нагрузки на пролётном строении в поперечном направлении приведена на рисунке 7.3.

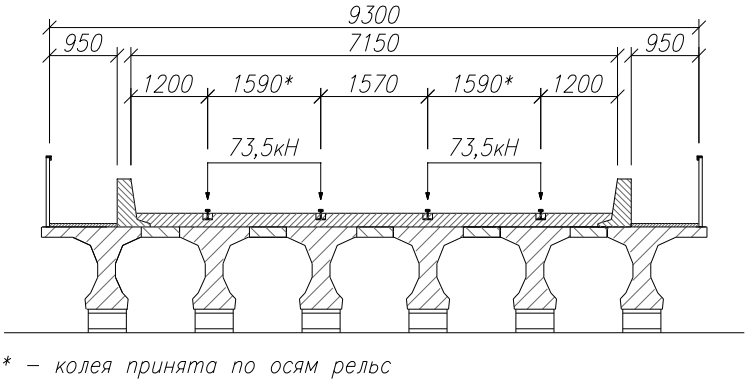



**Рисунок 7.3 – Расчетная схема поперечного расположения временной нагрузки**

Наиболее невыгодное загружение расчетной трамвайной нагрузкой среднего сечения пролета показано на рисунке 7.4. При этом принято:

- динамический коэффициент $1+\mu=1,21$;
- коэффициент надежности $\gamma_f = 1,26$;
- коэффициент полосности $n_{1...n}=1,0$.

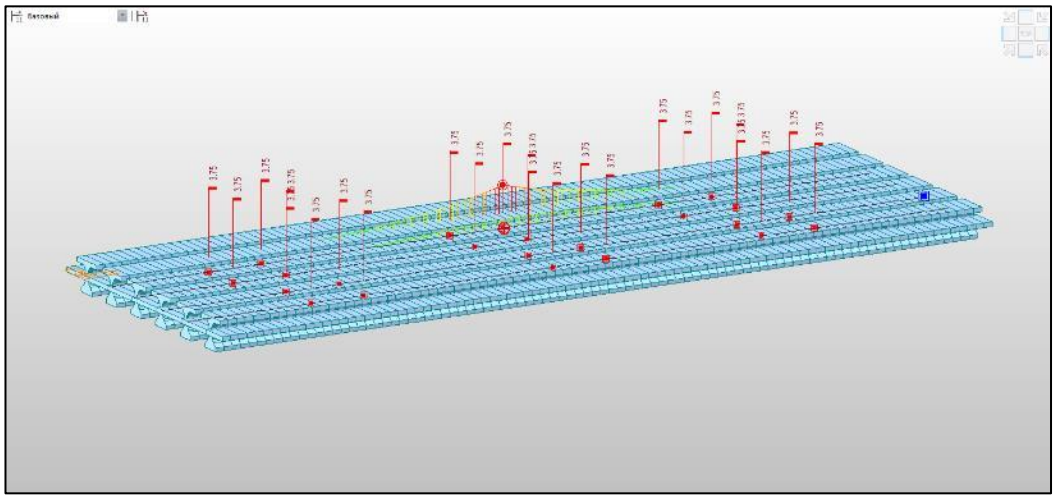


**Рисунок 7.4 – Загружение балок пролетного строения расчетной трамвайной нагрузкой без нагрузки на тротуарах**

**Результаты прочностных расчетов главных балок пролетного строения**

Усилия в несущих элементах сооружения от действия постоянных и временных нагрузок определялись в предположении упругой работы несущих элементов.

Несущая способность балок рассчитываемого пролетного строения определялась по прочности нормальных и наклонных сечений с учетом положений СП 35.13330.2011.

Загружение суммарными нагрузками показано на рисунке 7.5. Наибольший момент от загружения постоянными нагрузками совместно с трамвайной нагрузкой составляет $M_{сумм} = 361,46$ т·м.

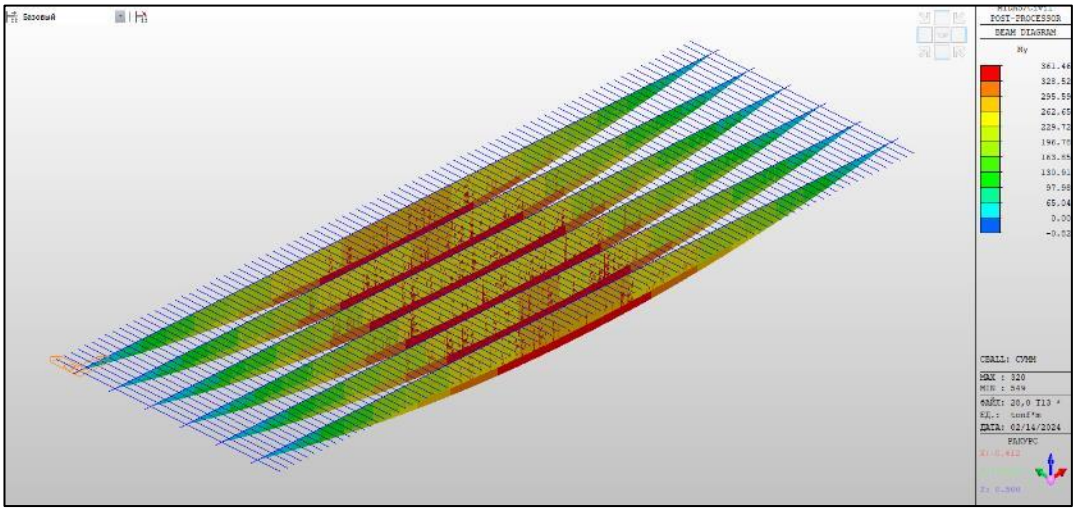


**Рисунок 7.5 – Эпюра моментов от суммарного действия нагрузок, т·м**

Таким образом:

$M_{сумм}$ = 361,46 т·м < $M_{пред}$ = 392,33 т·м, условие прочности **выполняется**.

Загружение суммарными нагрузками показано на рисунке 7.6. Наибольшая поперечная сила на расстоянии 0,76 м от опорного сечения от загружения постоянными нагрузками совместно с трамвайной нагрузкой составляет $Q_{сумм}$ = 56,3 т.

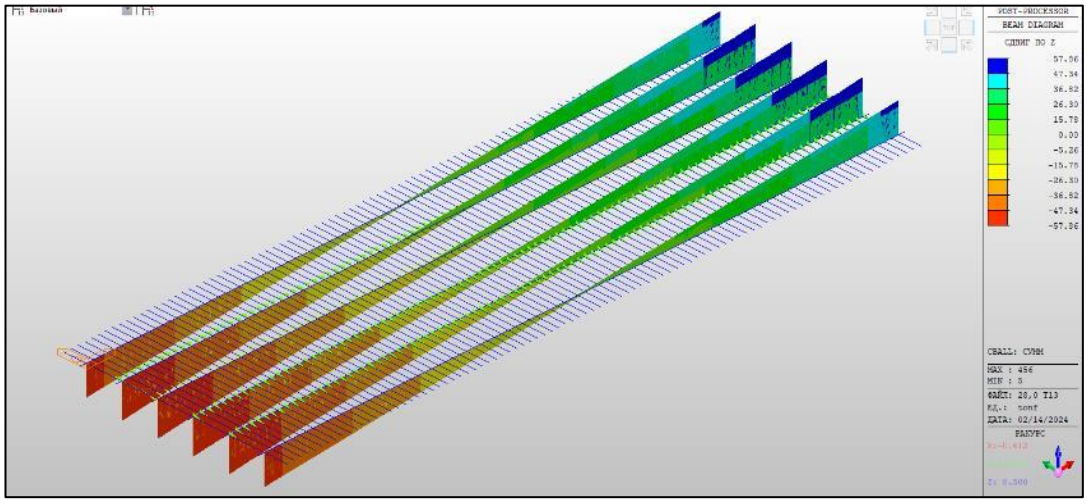


**Рисунок 7.6 – Эпюра поперечных сил от суммарного загружения, т**

Таким образом:

$Q_{сумм}$ = 56,3 т < $Q_{пред}$ = 60,185 т, условие прочности **выполняется**.

***Расчет опоры.***

На рисунке 7.7 показана расчетная модель промежуточной опоры.

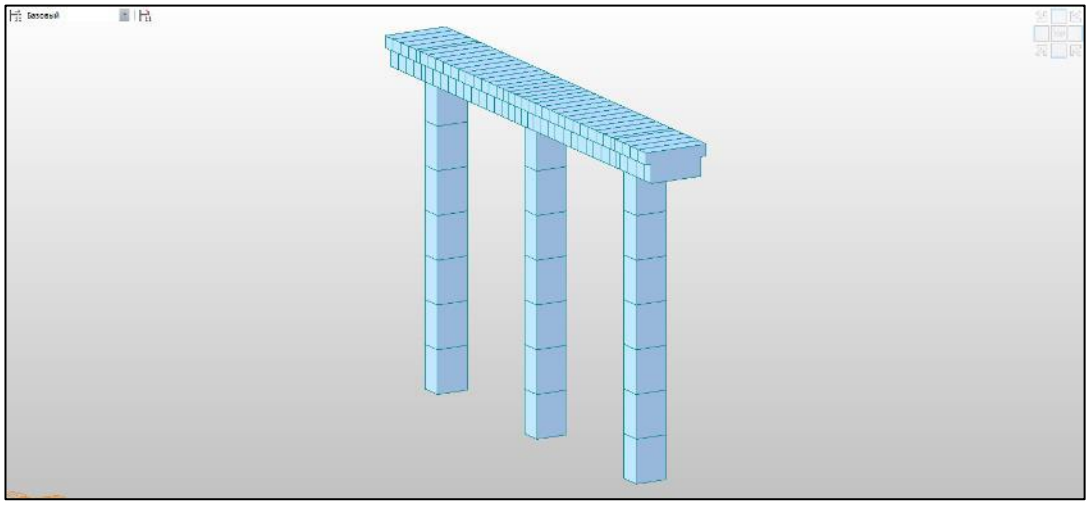


**Рисунок 7.7 – Расчетная модель промежуточной опоры.**

*Выполним проверку стоек опоры.*

На рисунке 7.8 показана эпюра изгибающих моментов в элементах опоры от действия постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой.

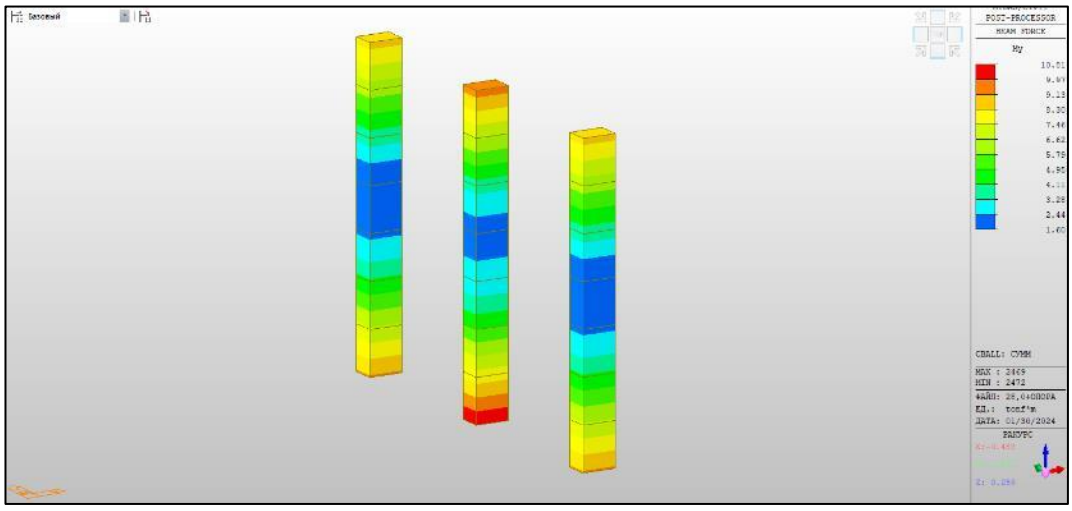


**Рисунок 7.8 – Эпюра моментов от суммарного действия нагрузок, т·м**

Максимальный отрицательный момент в стойках опоры составляет $M_{сумм}$=-10,81 т·м. Максимальный положительный момент в стойках опоры составляет $M_{сумм}$=1,6 т·м.

На рисунке 7.9 показана эпюра продольных сил в элементах опоры от действия постоянных нагрузок, трамвайной и пешеходной нагрузок.

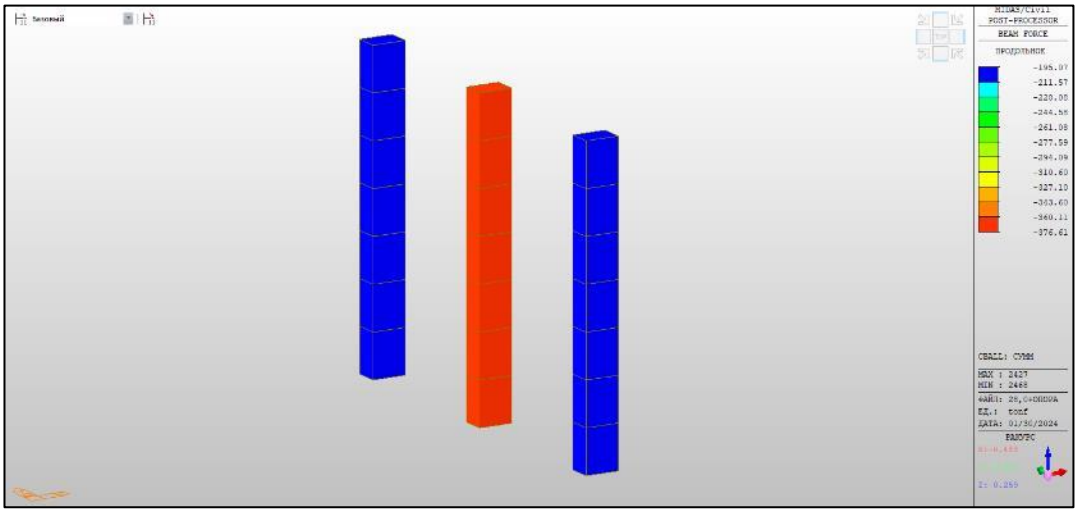



**Рисунок 7.9 – Эпюра продольных сил от суммарного действия нагрузок, т**

Максимальная продольная сила в стойках опоры составляет

$$N_{сумм}=376,61 \text{ т.}$$

Стойки выполнены по индивидуальному проекту. Согласно предоставленной технической документации стойки армированы горячекатанной арматурой периодического профиля диаметром 22 мм в количестве 12 шт. Арматура класса AII.

Проверка стоек выполнена в программном комплексе Midas Civil.

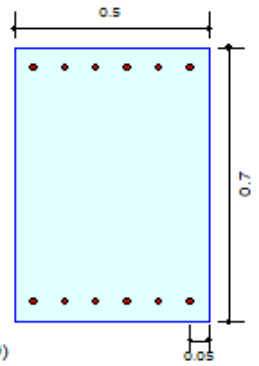
## Условие проектирования

| | |
|---|---|
| Нормы | SP 35.13330.2011 |
| Система единиц | tonf, m |
| Номер элемента | 2427 (PM), 2475 (Сдвиг) |
| Прочность | Rb = 1580.56, Rsn = 30081.6, Rswn = 23963.3 tonf/m^2 |
| Высота колнны | 0.928571 m |
| Свойство сечений | стойка (Номер : 6) |

Армирование

| | РАСПЖ 1 | РАСПЖ 2 | РАСПЖ 3 |
|---|---|---|---|
| Слой 1 | 6-d22 | -- | -- |

Общая площадь аримирования Ast = 0.00456 m^2 (Rhost = 0.0130)




## Заданные нагрузи

Сочетание нагрузок 2+ AT (I) Точка*

N = 153.095 tonf, My = 8.65214, Mz = 34.0537, M = 35.1356 tonf-m

## Проверка сопротивления по осевой силе и моменту

| | | | |
|---|---|---|---|
| Критическая сила | Nr-max | = 669.211 tonf | |
| Осевая нагрузка коэффициента | N/Nr | = 153.095 / 676.419 | = 0.226 < 1.000 ..... O.K |
| Коэффициент момента | My/Mry | = - / - | |
| | Mz/Mrz | = 34.0537 / 56.4584 | = 0.603 < 1.000 ..... O.K |
| | M/Mr | = 35.1356 / 56.4584 | = 0.622 < 1.000 ..... O.K |

## Проверка сопротивления по поперечной силе

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Заданная поперечная прочность | Qy | = 3.83598, | Qz | = 2.69294 tonf (Сочетание нагрузок 2+) |
| Поперечная прочность (Y) | Qrcy | = 38.0668, | Qrsy | = 6.89361 tonf (2.0-d8 @200) |
| Поперечная прочность (Z) | Qrcz | = 41.9094, | Qrsz | = 3.44680 tonf (2.0-d8 @200) |
| Коэффициент сдвига | Q/Qr | = 3.83598 / 45.3562 | | = 0.085 < 1.000 ..... O.K |

**Условие выполняется.**

*Выполним проверку ригеля опоры.*

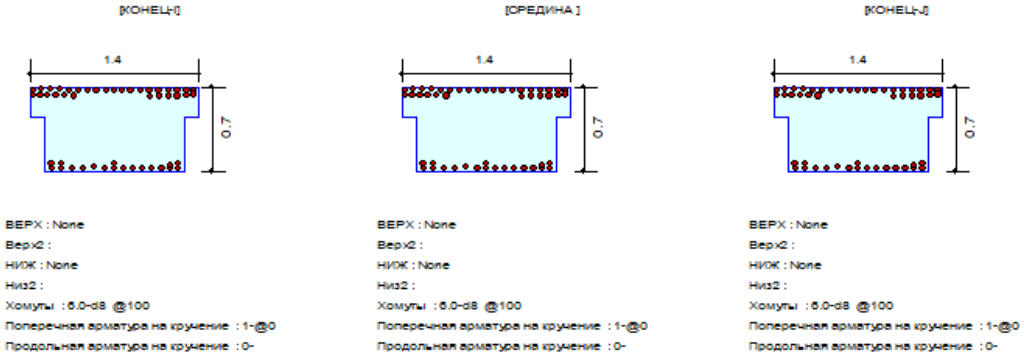
Согласно предоставленной документации, ригель армирован горячекатанной арматурой периодического профиля диаметром 20 мм в количестве 19 шт. снизу и 32 шт. сверху. Арматура класса AII. Хомуты диаметром 8 мм. Арматура класса AI.

В соответствии с данными инструментальных измерений для ригеля рассчитываемого мостового сооружения класс бетона по прочности на сжатие В30. Согласно СП 35.13330.2011 для бетона класса В30 Rb=15,5МПа, Rbt=1,10 МПа, E=32500 МПа.

Информация проектирования

| | |
|---|---|
| Нормы | : SP 35.13330.2011 |
| Система единиц | : tonf, m |
| Прочность | : Rb = 1580.56, Rsn = 23963.3, Rswn = 23963.3 tonf/m^2 |
| Пролет балки | : 0.3125 m |
| Свойство сечений | : ригель (Номер : 5) |

Схема поперечного сечения




На рисунке 7.10 показана эпюра изгибающих моментов в ригеле опоры от действия постоянных нагрузок и трамвайной нагрузки.

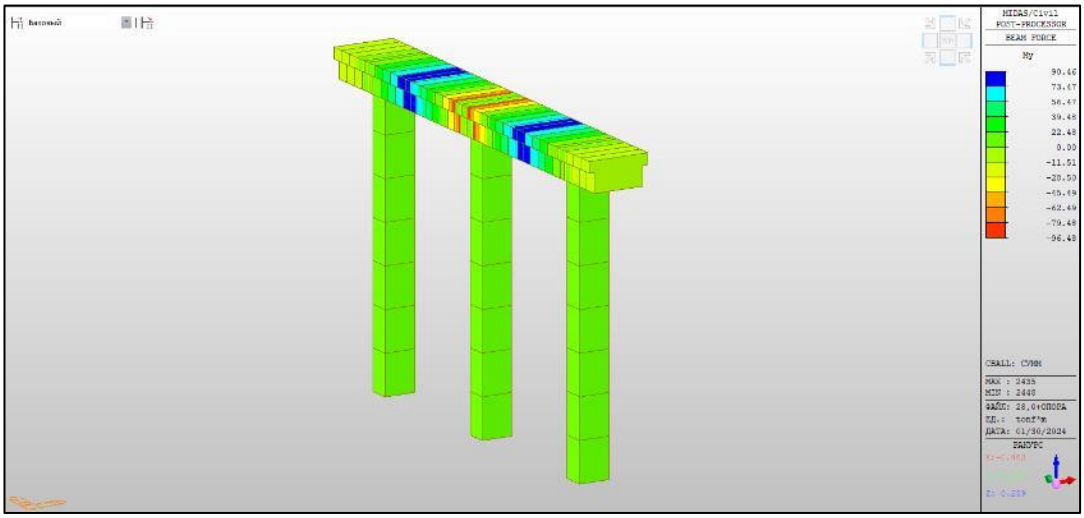



**Рисунок 7.10 – Эпюра моментов от постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой, т·м**

Максимальный положительный изгибающий момент в ригеле опоры составляет $M_{сумм}$=90,46 т·м. Максимальный отрицательный изгибающий момент в ригеле опоры составляет $M_{сумм}$=-96,48 т·м.

Проверка по изгибающему моменту

| | КОНЕЦ-I | Средина | КОНЕЦ-J |
|---|---|---|---|
| Отрицательный момент (M) | 96.54 | 72.61 | 96.54 |
| (-) Номер сочетания нагрузок | 2- | 2- | 2- |
| Несущая способность по моменту (Mr) | 181.85 | 181.85 | 181.85 |
| Проверка коэффициента (M/Mr) | 0.5309 | 0.3993 | 0.5309 |
| | | | |
| Положительный момент (M) | 90.56 | 82.01 | 90.56 |
| (+) Номер сочетания нагрузок | 2+ | 2+ | 2+ |
| Несущая способность по моменту (Mr) | 117.42 | 117.42 | 117.42 |
| Проверка коэффициента (M/Mr) | 0.7713 | 0.6984 | 0.7713 |

$$M_{пред}=163,66 \text{ т·м} > M_{сумм}=90,46 \text{ т·м}.$$

**Условие прочности выполняется.**

$$M_{пред}=105,67 \text{ т·м} > M_{сумм}=96,48 \text{ т·м}.$$

**Условие прочности выполняется.**

На рисунке 7.11 показана эпюра поперечных сил в ригеле опоры от действия постоянных нагрузок и трамвайной нагрузки.

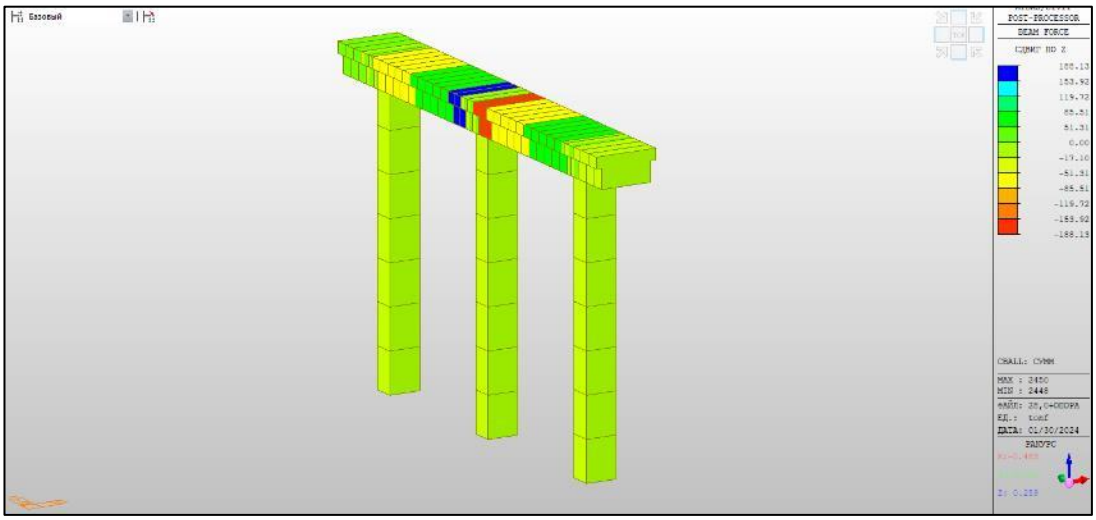



**Рисунок 7.11 – Эпюра поперечных сил от постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой, т**

Максимальная поперечная сила в ригеле опоры составляет $Q_{сумм}=188,13$ т.

Проверка по поперечной силе

| | КОНЕЦ-I | Средина | КОНЕЦ-J |
|---|---|---|---|
| Номер сочетания нагрузок | 2- | 2- | 2- |
| Принятая поперечная сила (Q) | 175.71 | 175.40 | 175.10 |
| Несущая способность бетона (Qrc) | 111.14 | 111.14 | 111.14 |
| Несущая способность арматуры (Qrs) | 25.85 | 25.85 | 25.85 |
| Принятое поперечное армирование (Asw) | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Принятый шаг хомутов | 6.0-d8 @100 | 6.0-d8 @100 | 6.0-d8 @100 |

$Q_{пред}$=184,47 т < $Q_{сумм}$=188,1 т

**Условие прочности для ригелей промежуточных опор НЕ выполняется.**

*По итогам поверочного расчёта установлено, что грузоподъемность пролётных строений с существующей конструкцией мостового полотна и верхнего строения пути (которая не отвечает современным нормам) достаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с п. 6.12 (схема Г). СП 35.13330.2011 – в виде поездов из четырехосных вагонов общим весом каждого загруженного вагона 294 кН и порожнего – 147 кН. При этом число вагонов в одном поезде – не более четырех, расстояния между крайними осями рядом расположенных поездов – не менее 8,5 м.*

*Несущая способность ригелей промежуточных опор недостаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с п. 6.12 (схема Г), СП 35.13330.2011. Требуется переустройство данных элементов. В целях обеспечения безопасности, до окончания ремонтных мероприятий не допускается одновременное нахождение на мостовом сооружении подвижного состава встречных направлений.*

### 7.2 Сравнительный анализ трамвайных нагрузок

Проведем сравнительный анализ современной трамвайной нагрузки и трамвайной нагрузки Т-13.

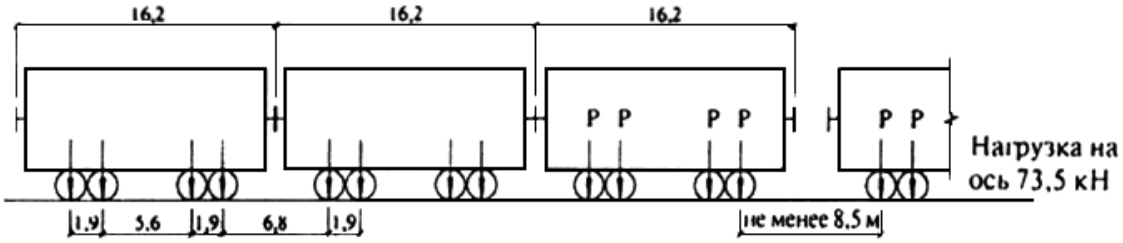



**Рисунок 7.12 – Схема современной трамвайной нагрузки в соответствии с СП 35.13330.2011**

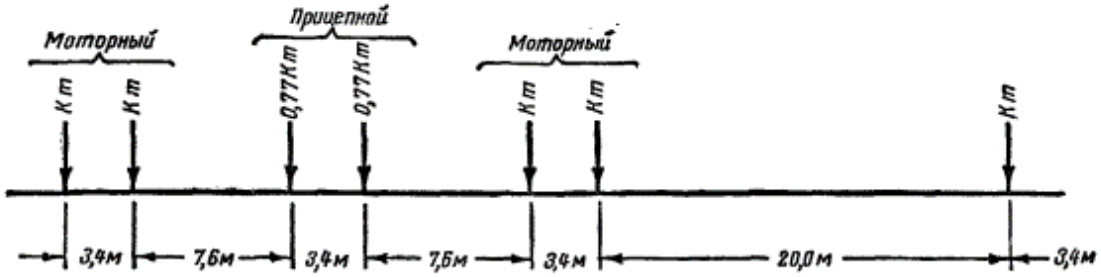
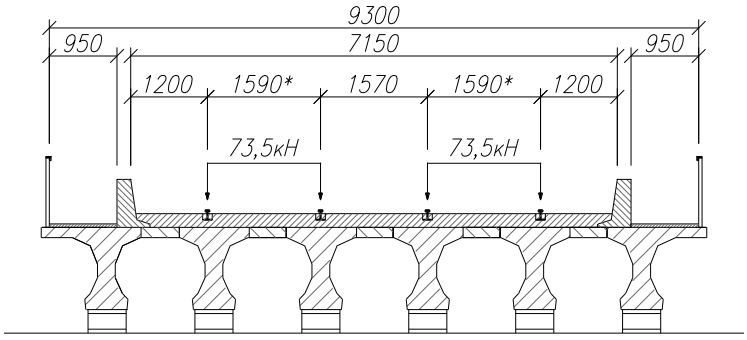



Рис. 6. Трамвайная нагрузка Т-13 и Т-11 (*K* принимается равным 13 и 11 *m*)

**Рисунок 7.13 – Схема трамвайной нагрузки Т-13**




* – колея принята по осям рельс

**Рисунок 7.14 – Схема установки трамвайной нагрузки на пролетном строении**

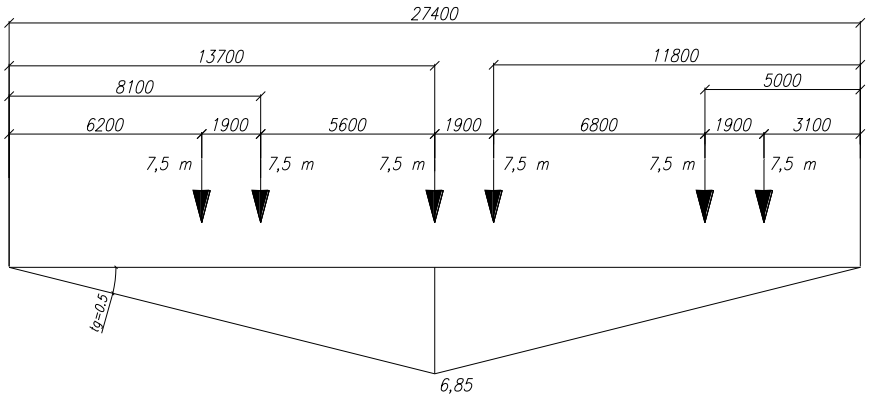



**Рисунок 7.15 – Схема установки в продольном направлении на линию влияния изгибающего момента нормативной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011**

В соответствии с рисунком 7.15 величина изгибающего момента от нормативной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011 без учета коэффициента поперечной установки составляет:

$M^{н}_{СП}$=tgα*7,5*(6,2+8,1) + tgα*7,5*(13,7+11,8+5,0+3,1)=179,625 т*м.

Для современной трамвайной нагрузки приняты следующие коэффициенты:

- динамический коэффициент 1+μ=1,21 согласно пункту 6.22 СП 35.13330.2011;
- коэффициент надежности $\gamma_f$ =1,26 согласно пункту 6.23 СП 35.13330.2011;
- коэффициент полосности $n_{1...n}$=1,0.

Таким образом величина изгибающего момента от расчетной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011 составляет:

$M^{р}_{СП}$=179,625*1,21*1,26=273,85 т*м.

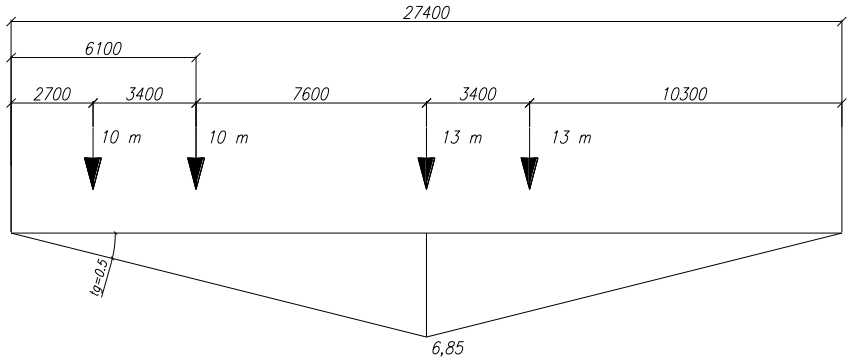



**Рисунок 7.16 – Схема установки в продольном направлении на линию влияния изгибающего момента нормативной трамвайной нагрузки Т13**

В соответствии с рисунком 7.16 величина изгибающего момента от нормативной трамвайной нагрузки Т13 без учета коэффициента поперечной установки составляет:

$M^{н}_{Т13}$=tgα*13*(13,7+10,3) + tgα*10*(2,7+6,1)=156,0+44,0=200,0 т*м.

Для трамвайной нагрузки Т13 приняты следующие коэффициенты:

- динамический коэффициент 1+μ=1,21;
- коэффициент надежности $\gamma_f$ =1,0;
- коэффициент полосности $n_{1...n}$=1,0.

Таким образом величина изгибающего момента от расчетной трамвайной нагрузки Т13 составляет:

$M^{р}_{Т13}$=200,0*1,21*1,0=242,0 т*м.

Выполним сравнение полученных изгибающих моментов.

$M^{н}_{Т13}$=200,0 т*м > $M^{н}_{СП}$=179,625 т*м;

$M^{р}_{Т13}$=242,0 т*м < $M^{р}_{СП}$=273,85 т*м.

Расчетный изгибающий момент от современной трамвайной нагрузки превышает расчетный изгибающий момент от трамвайной нагрузки Т13 на 12%.

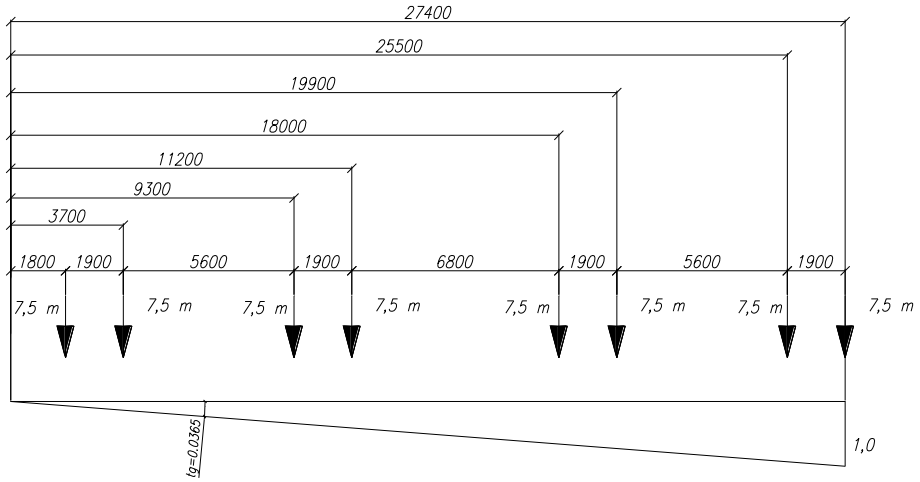



**Рисунок 7.17 – Схема установки в продольном направлении на линию влияния поперечной силы нормативной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011**

В соответствии с рисунком 7.17 величина поперечной силы от нормативной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011 без учета коэффициента поперечной установки составляет:

$Q^{н}_{СП}$=tgβ*7,5*(1,8+3,7+9,3+11,2+18,0+19,9+25,5+27,4) =31,974 т.

Для современной трамвайной нагрузки приняты следующие коэффициенты:

- динамический коэффициент 1+μ=1,21 согласно пункту 6.22 СП 35.13330.2011;
- коэффициент надежности $\gamma_f$ =1,26 согласно пункту 6.23 СП 35.13330.2011;
- коэффициент полосности $n_{1...n}$=1,0.

Таким образом величина поперечной силы от расчетной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011 составляет:

$Q^{p}_{СП}$=31,974*1,21*1,26=48,75 т.

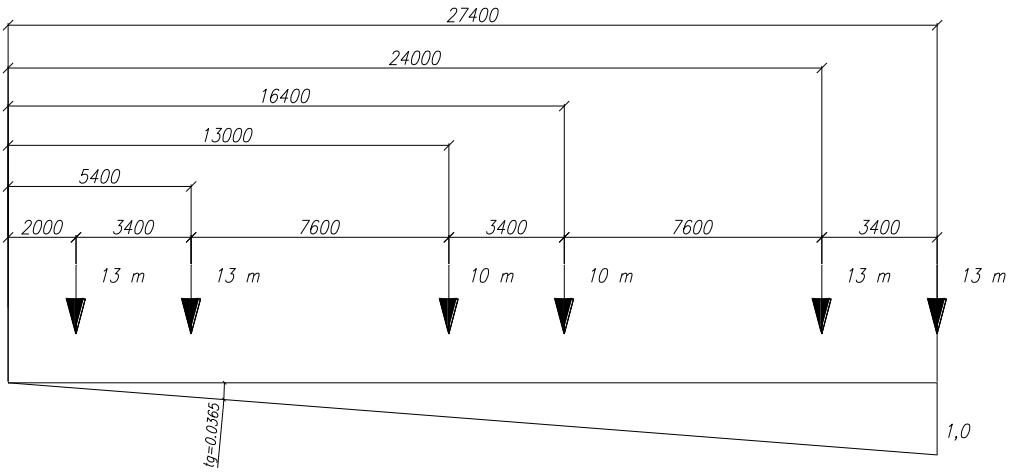



**Рисунок 7.18 – Схема установки в продольном направлении на линию влияния поперечной силы нормативной трамвайной нагрузки Т13**

В соответствии с рисунком 7.18 величина поперечной силы от нормативной трамвайной нагрузки Т13 без учета коэффициента поперечной установки составляет:

$Q^{н}_{Т13}$=tgα*13*(2,0+5,4+24+27,4) + tgα*10*(13+16,4)=27,9+10,731=38,631 т.

Для трамвайной нагрузки Т13 приняты следующие коэффициенты:

- динамический коэффициент 1+μ=1,21;
- коэффициент надежности $\gamma_f$ =1,0;
- коэффициент полосности $n_{1...n}$=1,0.

Таким образом величина поперечной силы от расчетной трамвайной нагрузки Т13 составляет:

$Q^{p}_{Т13}$=38,631*1,21*1,0=46,74 т.

Выполним сравнение полученных поперечных сил.

$Q^{н}_{Т13}$=38,631 т > $Q^{н}_{СП}$=31,974 т;

$Q^{p}_{Т13}$=46,74 т < $Q^{p}_{СП}$=48,75 т.

Расчетная поперечная сила от современной трамвайной нагрузки превышает расчетную поперечную силу от трамвайной нагрузки Т13 на 4%.

*Как видно, усилия, полученные в балках пролетного строения от современной расчётной трамвайной нагрузки, превышают усилия, полученные в балках пролетных строений, от расчётной трамвайной нагрузки Т-13.*

*При проведении проектных работ, с учетом требований СП 35.13330.2011, требуется изменение проектного класса нагрузки для всего сооружения в целом.*

### 7.3 Расчетная оценка несущей способности фундаментов опор

В качестве исходных данных физико-механических и геометрических характеристик грунтов для расчетов были приняты характеристики, полученные в ходе изыскательских работ выполненные ООО ИФ «Интерго» в 2024 году.

Для подробного примера будут приведены расчеты для опоры 1 и 2, остальные результаты сведены в общую таблицу Таблица **7.5**.

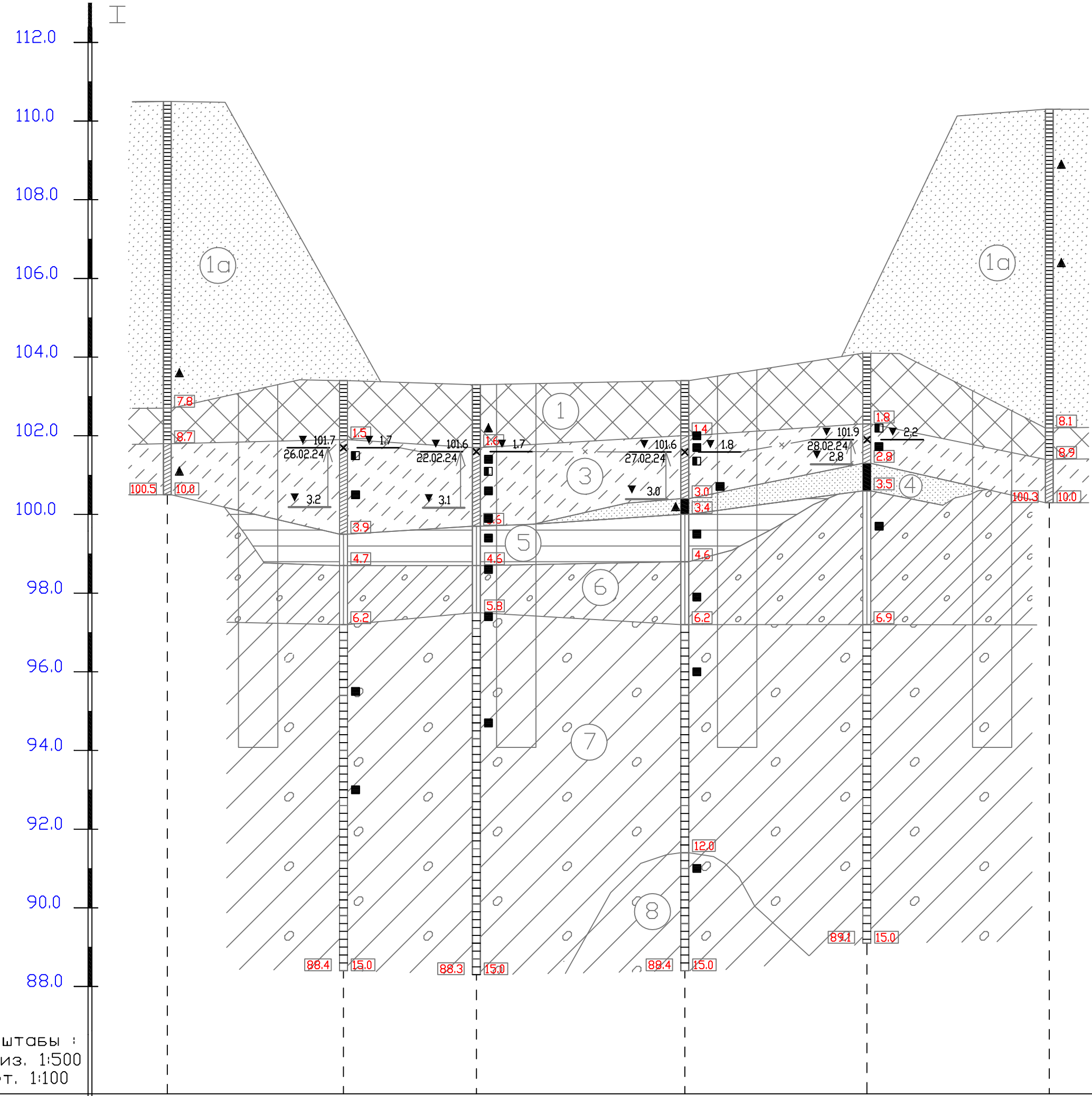
В соответствии с материалами инженерно-геологических изысканий грунты возле опор представлены слоями:

- Насыпной грунт (песок средней крупности) №1;
- Насыпной грунт (песок крупный) №1а;
- Супесь №3;
- Песок пылеватый №4;
- Глина №5;
- Суглинок №6;
- Суглинок №7;
- Суглинок №8.

Основные данные физико-механических свойств грунтов оснований опор мостового сооружения представлены в таблице 7.2. Разрез грунта представлен после таблицы с характеристиками грунта.

**Таблица 7.2 – Данные по грунтам**

| № инженерно-геологического элемента | 1 | 1а | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наименование грунта | Насыпной грунт (песок средней крупности) | Насыпной грунт (песок крупный) | супесь | песок пылеватый | глина | суглинок | суглинок | суглинок |
| Индекс | tIV | tIV | aIII | aIII | lgII | (e)gIIms | gIIms | gIIdn |
| Наименование характеристик, ед. изм. | **А) Нормативные значения** | | | | | | | |
| 1. Влажность природная, W | 0,085 | маловлаж. | 0,193 | водонас. | 0.357 | 0,153 | 0.137 | 0,161 |
| 2. Влажность на границе текучести,WL | - | - | 0,223 | - | 0,575 | 0,218 | 0.220 | 0,315 |
| 3. Влажность на границе раскатывания | - | - | 0,162 | - | 0,276 | 0,132 | 0.132 | 0,159 |
| 4. Показатель текучести, JL | - | - | 0,50 | - | 0.27 | 0,26 | 0.08 | 0,03 |
| 5. Коэффициент пористости, e | 0,73 | сред.плотн | 0,54 | сред.плотн | 0.99 | 0,44 | 0.38 | 0,45 |
| 6. Плотность, p, г/см$^3$ | 1,70 | 1,95-2,0 | 2,09 | 1,95 | 1.87 | 2,17 | 2,23 | 2,17 |
| 7. Плотность частиц грунта,γs, г/см$^3$ | 2,65 | 2,65 | 2,70 | 2,69 | 2,74 | 2,71 | 2.71 | 2,71 |
| 8. Удельное сцепление, c, КПа | 2 | 2 | 12 | 6 | 31 | 25 | 30 | 73 |
| 9. Угол внутреннего трения, φ, град | 30 | 35 | 30 | 32 | 15 | 24 | 24 | 22 |
| 10. Модуль деформации, E, МПа | 17 | 25 | 19 | 14 | 9 | 18 | 29 | 30 |
| 11. Коэффициент фильтрации, $К_Ф$, м/сут | 20 | 25 | 0,5 | 2,0 | 0,005 | 0,05 | 0.05 | 0,005 |
| 12. Расчетное сопротивление, $R_0$ КПа | 200 | 250 | - | - | - | - | - | - |




Масштабы :
гориз. 1:500
верт. 1:100

| Номер скважины | С-1 | С-1а | С-2 | С-3 | С-4а | С-4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Отметка устья, м | 110.5 | 103.4 | 103.3 | 103.4 | 104.1 | 110.3 |
| Расстояние, м | 18.2 | 17.0 | 28.8 | 20.0 | 19.0 | |

**Расчет нагрузок на основание существующей опоры 1**

На основе компьютерной программы – Опора Х (сертификат соответствия РОСС RU.НА39.Н01080 от 19.08.2022, версия программы 7.27.04) были построены компьютерные модели существующих промежуточной и крайней опоры сооружения и произведены расчеты их оснований и фундаментов (рисунки 7.19 -7.21).

В соответствии с указаниями СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы» нагрузка была разделена на временную, постоянную и прочие. В расчетах учитывались их сочетания: постоянные нагрузки, временные вертикальные и горизонтальные.

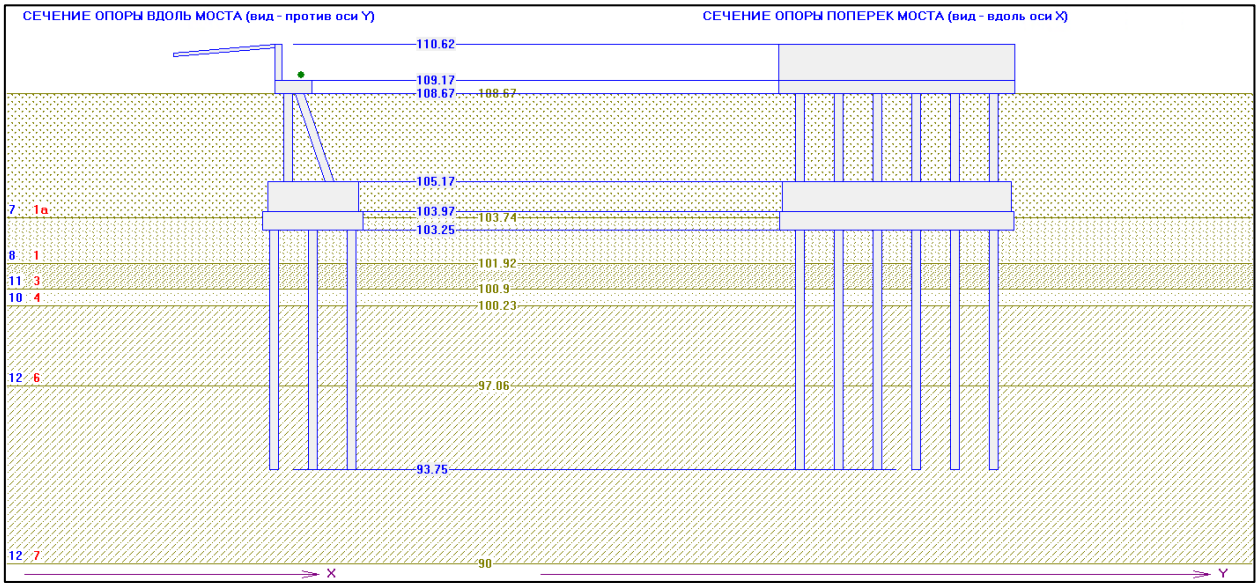



**Рисунок 7.19 – Компьютерная модель опоры №1**

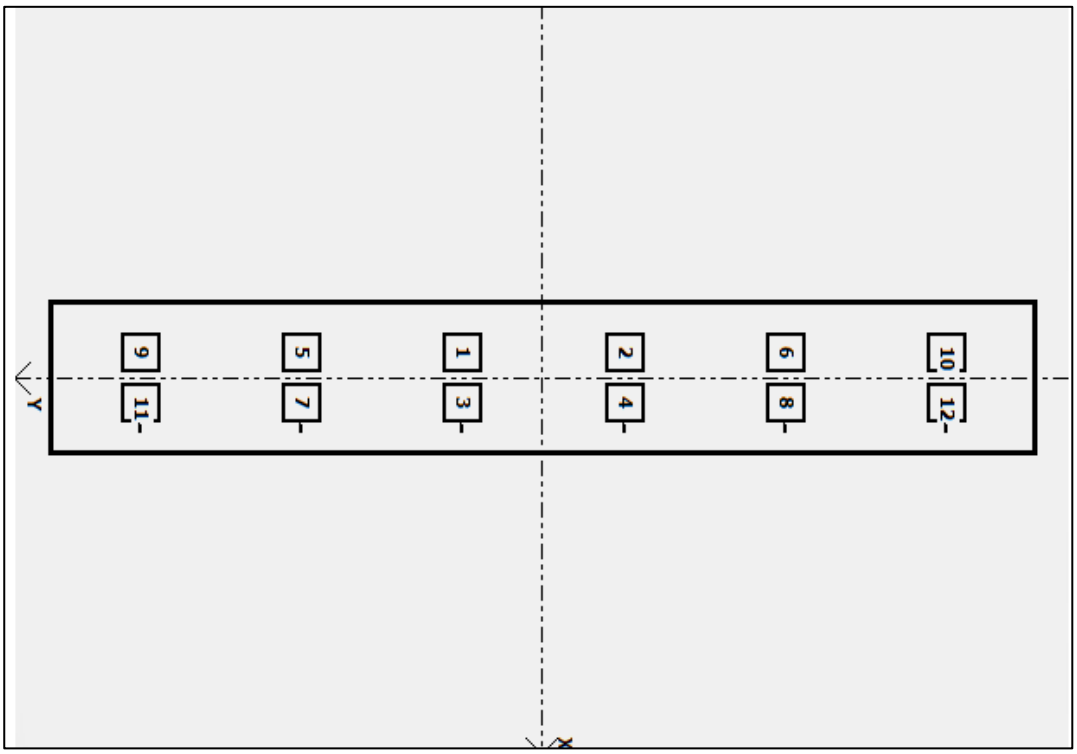



**Рисунок 7.20 – Схема расположения элементов опоры №1, вид сверху.**

Экстремальные усилия в головах свай опоры №1, при учете временной нагрузки представлены в таблице 7.3.

**Таблица 7.3 – Экстремальные усилия в головах свай опоры №1**

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ НА СВАЮ В УРОВНЕ ПОДОШВЫ [т]:

Основные сочетания: Nmax = 62.854 [тс] для Сваи № 1 от Нагр.№ 2 типа № 0
Nmin = 9.700 [тс] для Сваи № 3 от Нагр.№ 15 типа № 0

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСИЛИЯ В ГОЛОВАХ СВАЙ

| Крите-рий | Qx [тс] | Qy [тс] | N [тс] | Mx [тс*м] | My [тс*м] | Mxy [тс*м] | Тип соч | N нагр | N сваи |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| От расчетных нагрузок (на прочность и устойчивость) | | | | | | | | | |
| max N | -7.8 | 0.0 | 59.9 | 0.0 | 11.3 | 11.28 | 0 | 2 | 1 |
| min N | -7.5 | 0.0 | 8.1 | 0.0 | 10.7 | 10.69 | 0 | 15 | 3 |
| max Mxy | -7.8 | 0.0 | 59.9 | 0.0 | 11.3 | 11.28 | 0 | 2 | 1 |
| max Qx | -7.8 | 0.0 | 59.9 | 0.0 | 11.3 | 11.28 | 0 | 2 | 1 |
| max Qy | -7.0 | 0.2 | 48.5 | 0.3 | 9.9 | 9.94 | 0 | 16 | 1 |
| От нормативных нагрузок (II группа предельных состояний) | | | | | | | | | |
| max N | -4.5 | 0.0 | 45.6 | 0.0 | 6.6 | 6.56 | 4 | 2 | 1 |
| min N | -4.2 | 0.0 | 25.3 | 0.0 | 6.1 | 6.13 | 4 | 12 | 3 |
| max Mxy | -4.5 | 0.0 | 45.6 | 0.0 | 6.6 | 6.56 | 4 | 2 | 1 |
| max Qx | -4.5 | 0.0 | 45.6 | 0.0 | 6.6 | 6.56 | 4 | 2 | 1 |
| max Qy | -4.2 | -0.1 | 43.4 | -0.2 | 6.2 | 6.20 | 4 | 1 | 1 |
| От нагрузок для расчета на выносливость | | | | | | | | | |
| max N | -4.2 | 0.0 | 43.2 | 0.0 | 6.2 | 6.17 | 9 | 1 | 1 |
| min N | -3.8 | 0.0 | 26.7 | 0.0 | 5.5 | 5.49 | 9 | 12 | 3 |
| max Mxy | -4.2 | 0.0 | 43.2 | 0.0 | 6.2 | 6.17 | 9 | 1 | 1 |
| max Qx | -4.2 | 0.0 | 43.2 | 0.0 | 6.2 | 6.17 | 9 | 1 | 1 |
| max Qy | -4.2 | 0.0 | 43.2 | 0.0 | 6.2 | 6.17 | 9 | 1 | 1 |

**Результаты расчета опоры 1**

В ходе расчетов опоры были выполнены проверки:

- несущей способности основания как условного массивного;
- подстилающих слоев грунта;
- свай на вертикальные воздействия (вдавливание и выдергивание);
- устойчивости основания (давления сваи на грунт по боковой поверхности);
- осадка фундамента.

Результаты проверочных расчетов с учетом временной нагрузки представлены на рисунке 7.21.

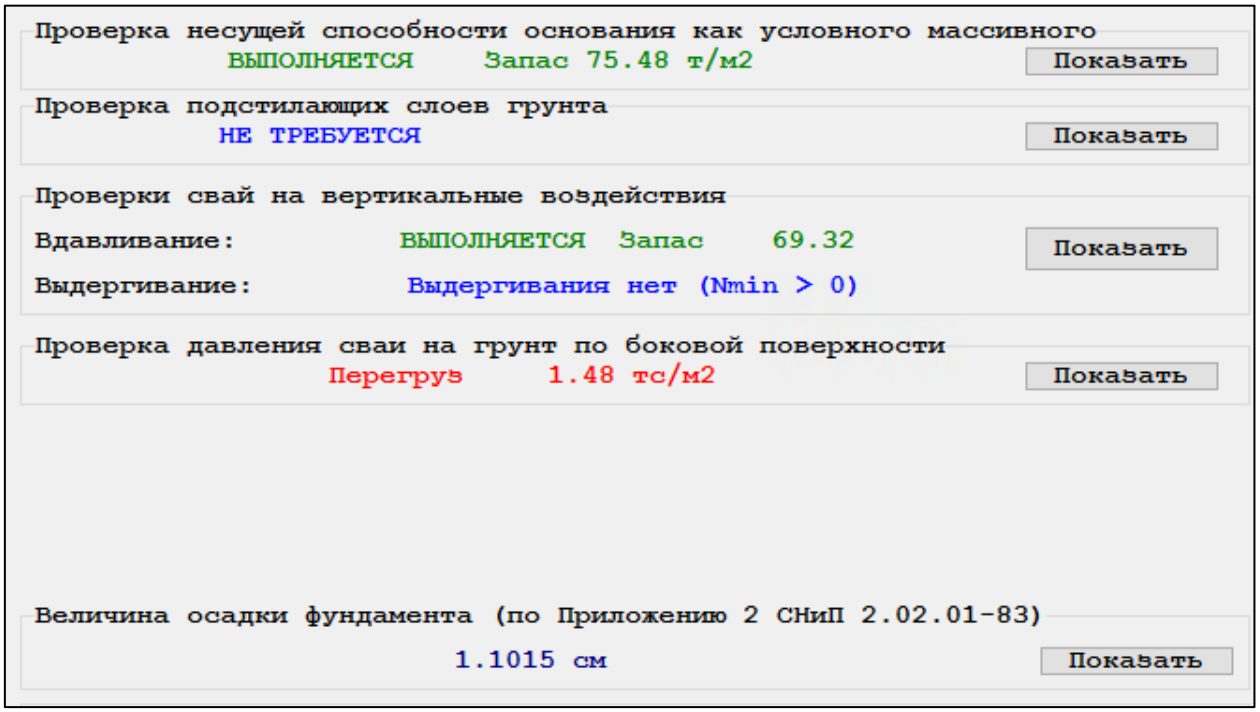



**Рисунок 7.21 – Результаты проверок основания и свайного фундамента опоры №6 моста по программе «ОПОРА Х»**

**Расчет нагрузок на основание существующей опоры №2.**

При расчете промежуточной опоры 2, используются данные, полученные при изучении фундаментов с помощью георадара, натурных измерений и геодезических изысканий.

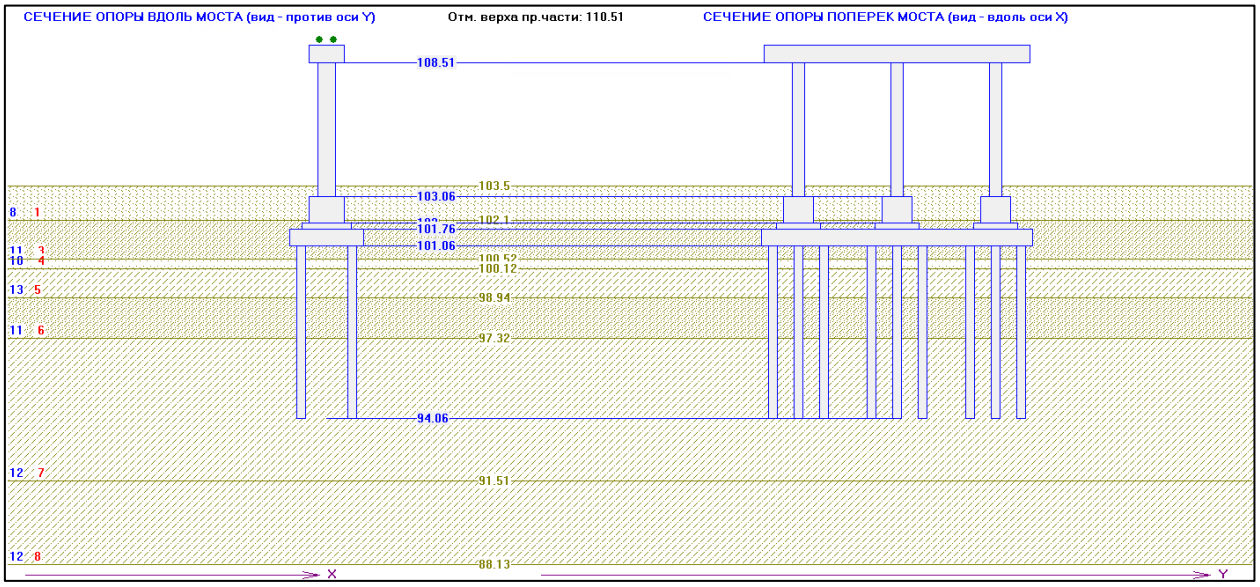



**Рисунок 7.22 – Компьютерная модель опоры №2.**

Экстремальные усилия в головах свай опоры №1, при учете временной нагрузки представлены в таблице 7.4.

**Таблица 7.4 – Экстремальные усилия в головах свай опоры №2**

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ НА СВАЮ В УРОВНЕ ПОДОШВЫ [т]:

Основные сочетания: Nmax = 43.058 [тс] для Сваи № 13 от Нагр.№ 1 типа № 0
Nmin = 19.721 [тс] для Сваи № 13 от Нагр.№ 16 типа № 0

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСИЛИЯ В ГОЛОВАХ СВАЙ

| Крите-рий | Qx [тс] | Qy [тс] | N [тс] | Mx [тс*м] | My [тс*м] | Mxy [тс*м] | Тип соч | N нагр | N сваи |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| От расчетных нагрузок (на прочность и устойчивость) | | | | | | | | | |
| max N | -0.2 | -0.3 | 41.0 | -0.4 | 0.2 | 0.42 | 0 | 1 | 13 |
| min N | 0.3 | 0.5 | 18.6 | 0.7 | -0.3 | 0.80 | 0 | 16 | 13 |
| max Mxy | 0.3 | 0.5 | 20.6 | 0.7 | -0.3 | 0.80 | 0 | 16 | 1 |
| max Qx | 0.3 | -0.2 | 20.9 | -0.3 | -0.4 | 0.47 | 0 | 15 | 1 |
| max Qy | 0.3 | 0.5 | 20.6 | 0.7 | -0.3 | 0.80 | 0 | 16 | 1 |
| От нормативных нагрузок (II группа предельных состояний) | | | | | | | | | |
| max N | 0.3 | -0.2 | 33.7 | -0.2 | -0.3 | 0.40 | 4 | 2 | 15 |
| min N | 0.2 | -0.1 | 24.2 | -0.2 | -0.2 | 0.26 | 4 | 7 | 14 |
| max Mxy | 0.3 | -0.2 | 27.8 | -0.2 | -0.3 | 0.40 | 4 | 2 | 1 |
| max Qx | 0.3 | -0.2 | 27.8 | -0.2 | -0.3 | 0.40 | 4 | 2 | 1 |
| max Qy | -0.1 | -0.2 | 32.5 | -0.2 | 0.1 | 0.27 | 4 | 1 | 1 |
| От нагрузок для расчета на выносливость | | | | | | | | | |
| max N | 0.0 | 0.0 | 31.4 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 9 | 1 | 3 |
| min N | 0.0 | 0.0 | 31.2 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 9 | 1 | 1 |
| max Mxy | 0.0 | 0.0 | 31.2 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 9 | 1 | 1 |
| max Qx | 0.0 | 0.0 | 31.2 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 9 | 1 | 1 |
| max Qy | 0.0 | 0.0 | 31.2 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 9 | 1 | 1 |

**Результаты расчета опоры 2.**

В ходе расчетов опоры были выполнены проверки:

- несущей способности основания как условного массивного;
- подстилающих слоев грунта;
- свай на вертикальные воздействия (вдавливание и выдергивание);
- устойчивости основания (давления сваи на грунт по боковой поверхности);
- осадка фундамента.

Результаты проверочных расчетов с учетом временной нагрузки представлены на рисунке 7.23.

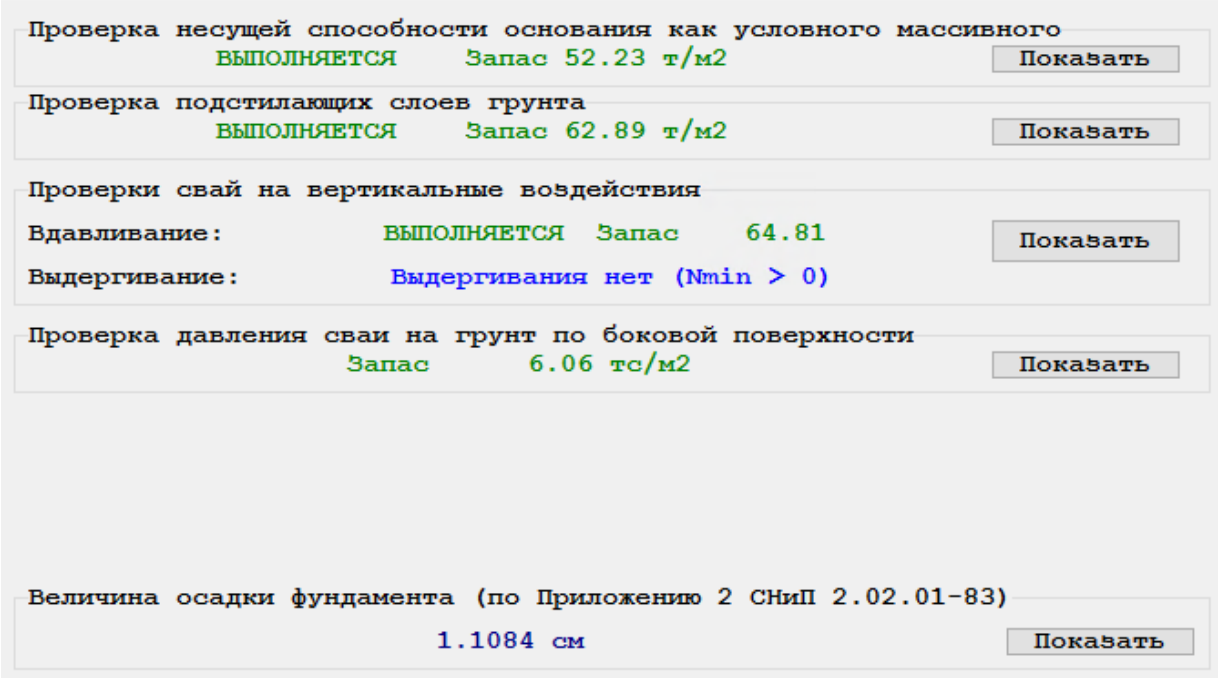



**Рисунок 7.23 – Результаты проверок основания и свайного фундамента опоры №2 моста по программе «ОПОРА Х».**

В таблице Таблица **7.5** указаны результаты расчетов для опор 1-4.

**Таблица 7.5 – Итоговые результаты расчетов опоры 1-4**

| | 1 опора | 2 опора | 3 опора | 4 опора |
|---|---|---|---|---|
| Проверка несущей способности основания | ВЫПОЛНЯЕТСЯ. Запас 75.48 т/м2 | ВЫПОЛНЯЕТСЯ. Запас 52.23 т/м2 | ВЫПОЛНЯЕТСЯ. Запас 51.69 т/м2 | ВЫПОЛНЯЕТСЯ. Запас 75.19 т/м2 |
| Проверка подстилающих слоев грунта | НЕ ТРЕБУЕТСЯ | ВЫПОЛНЯЕТСЯ. Запас 62.89 т/м2 | НЕ ТРЕБУЕТСЯ | НЕ ТРЕБУЕТСЯ |
| Проверки свай на вертикальные воздействия | Вдавливание: ВЫПОЛНЯЕТСЯ Запас 69.32 | Вдавливание: ВЫПОЛНЯЕТСЯ Запас 64.81 | Вдавливание: ВЫПОЛНЯЕТСЯ Запас 60.87 | Вдавливание: ВЫПОЛНЯЕТСЯ Запас 66.79 |
| | Выдергивание: Выдергивания нет (Nmin > 0) | Выдергивание: Выдергивания нет (Nmin > 0) | Выдергивание: Выдергивания нет (Nmin > 0) | Выдергивание: Выдергивания нет (Nmin > 0) |
| Величина осадки фундамента | 1.1015 см | 1.1084 см | 1.1222 см | 1.0955 см |
| Проверка давления сваи на грунт по боковой поверхности | Перегруз 1.48 тс/м2 | Запас 6.06 тс/м2 | Запас 6.03 тс/м2 | Перегруз 1.51 тс/м2 |

*На основе произведенных проверочных расчетов сделан вывод, что основания и фундаменты крайних опор путепровода не способны выдержать воздействие от постоянных и временной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011. Необходимо предусмотреть ремонтные мероприятия (переустройство крайних опор) для восприятия современной трамвайной нагрузки.*

*По итогам расчета промежуточных опор - проверки выполняются. Таким образом, основания и фундаменты промежуточных опор способны выдержать воздействия от постоянных и временных трамвайных нагрузок согласно СП 35.13330.2011*

# 8 Анализ результатов исследований и рекомендации

## 8.1 Грузоподъёмность сооружения

Сооружение запроектировано под временные подвижные нагрузки Т-13. В процессе визуального осмотра и приборных исследований, дефектов и повреждений, снижающих грузоподъемность конструкций сооружения, не обнаружено.

По итогам поверочного расчёта установлено, что грузоподъемность пролётных строений с существующей конструкцией мостового полотна и верхнего строения пути (которая не отвечает современным нормам) достаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с п. 6.12 (схема Г). СП 35.13330.2011 – в виде поездов из четырехосных вагонов общим весом каждого загруженного вагона 294 кН и порожнего – 147 кН. При этом число вагонов в одном поезде – не более четырех, расстояния между крайними осями рядом расположенных поездов – не менее 8,5 м.

Несущая способность ригелей промежуточных опор недостаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с п. 6.12 (схема Г). СП 35.13330.2011. Требуется переустройство данных элементов. В целях обеспечения безопасности, до окончания ремонтных мероприятий, не допускается одновременное нахождение на мостовом сооружении подвижного состава встречных направлений.

Расчет оценки несущей способности фундаментов показал, что основания и фундаменты промежуточных опор способны выдержать воздействие от постоянных и временной трамвайной нагрузки по СП 35.13330.2011. Основания и фундаменты крайних опор не способны выдержать воздействия от постоянных и временных трамвайных нагрузок согласно СП 35.13330.2011. Необходимо предусмотреть ремонтные мероприятия (переустройство крайних опор) для восприятия современной трамвайной нагрузки.

*Резюмируя результаты исследований, можно констатировать, что грузоподъёмность мостового сооружения с существующей конструкцией мостового полотна и верхнего строения пути (которая не отвечает современным нормам) не соответствует временным подвижным нагрузкам согласно СП 35.13330.2011 Грузоподъемность ригелей промежуточных опор снижена, необходимо провести ремонтно-восстановительные работы с целью переустройства конструкций. До окончания ремонтных работ не следует допускать одновременное нахождение двух составов на встречных или попутных направлениях.*

### 8.2 Безопасность движения

Качество асфальтобетонного покрытия служебного прохода является удовлетворительным, однако асфальтобетонное покрытие трамвайного полотна имеет значительные повреждения. Габариты служебных проходов и проезжей части, высота и энергоемкость, ограждений безопасности, устроенных на сооружении, соответствуют требованиям современных нормативных документов. Высота перильных ограждений находится в диапазоне 0,95-0,98 м и является недостаточной. Согласно требованию норм, минимальная высота должна составлять 1,1 м. Лестничные сходы подвержены разрушению, что так же снижает безопасность движения пешеходов или обслуживающего персонала. Необходимо произвести ремонтные воздействия для устранения данных повреждений.

По результатам оценки транспортно-эксплуатационных показателей в 2015 и 2017 г были отмечены незатянутые болты и отсутствующие элементы крепления рельс к шпалам. Данные повреждения не были устранены до настоящего момента, что в условиях продолжительного игнорирования рекомендаций по устранению, значительно снижает безопасность движения. Таким образом, необходимо ограничить скорость движения до 20 км/ч до устранения вышеизложенных повреждений.

К дефектам и повреждениям, снижающим безопасность движения рельсового транспорта, относится просадка левого трамвайного пути на подходе к опоре 4.

*Безопасность движения трамваев и пешеходов на текущий момент времени нарушена и будет обеспечена после устранения вышеперечисленных дефектов и повреждений. До окончания ремонтных работ необходимо ограничить скорость движения подвижного состава до 20 км/ч.*

### 8.3 Долговечность конструкций

В ходе визуального обследования пролётных строений были выявлены участки морозного разрушения бетона с оголением и коррозией арматуры на торцах крайних балок в пролетах 1-3, локальные сколы бетона на балках Б1-Б6 в зоне опор 1 и 4, следы протечек и выщелачивание цементного камня с отложением солей на элементах пролетного строения – повсеместно. Данные повреждения вызваны нарушением гидроизоляции мостового полотна и потерей герметичности деформационных швов, в результате на элементы пролетного строения постоянно воздействует внешние агрессивные среды в виде продуктов эксплуатации подвижных составов и воды. По итогам выполненных приборных и инструментальных исследований можно сделать вывод, что физико-химические параметры железобетона конструкций пролётов находятся на удовлетворительном уровне. Прочность

бетона всех исследованных конструкций соответствует требованиям типовых проектов и СП 35.13330.2011. Толщина защитного слоя бетона всех исследованных элементов также соответствует требованиям СП 35.13330.2011 (таблица 7.29). Концентрация хлорид-ионов находится в допустимых пределах. Коррозия арматурных стержней исследованных конструкций в данный момент времени, судя по внешним признакам, не протекает.

При визуальном обследовании опор 1-4 были обнаружены лишь следы протечек на поверхностях ригелей, локальные участки морозного разрушения бетона с оголением и коррозией арматуры на ригеле опоры 3, образовавшиеся в результате беспрепятственного воздействия влаги. Отмечен крен открылка на опоре 4 с левой стороны, который на данный момент зафиксирован на месте с помощью проволоки к балке Б1. Данное решение возможно только в качестве временной меры, при дальнейшей эксплуатации необходимо восстановить проектное положение открылка с фиксацией его положения. Опорные части на всех опорах подвержены коррозии с образованием толстых окислов, что также свидетельствует о постоянном увлажнением элементов, ввиду потери гидроизоляционных свойств мостового полотна и герметичности деформационных швов. По итогам выполненных приборных и инструментальных исследований можно сделать вывод, что физико-химические параметры железобетона конструкций опор 1-4 находятся в удовлетворительном состоянии. Прочность бетона всех исследованных конструкций соответствует требованиям СП 35.13330.2011 (таблица 7.4), толщина защитного слоя бетона всех исследованных элементов удовлетворяет требованиям СП 35.13330.2011 (таблица 7.29), кроме швов омоноличивания. Глубина карбонизации не превышает фактическую толщину защитного слоя бетона. Концентрация хлорид-ионов практических во всех исследованных элементах опор находится в допустимых пределах.

Трамвайные пути подходов к опорам 1 и 4 подвержены зарастанию. На подходе к опоре 4 отмечена просадка левого трамвайного пути.

Помимо вышеописанных дефектов и повреждений также отмечен ряд дефектов и повреждений, снижающих долговечность сооружения, а именно: шелушение окрасочного покрытия и коррозия металлоконструкций, шелушение окрасочного покрытия железобетонных конструкций, сколы бетона, отсутствие окрасочного покрытия, поперечные, продольные и наклонные трещины в асфальтобетонном покрытии левого тротуара и трамвайного полотна пролетов 1-3. Полный перечень всех дефектов и повреждений, обнаруженных в ходе обследования, представлен в ведомости дефектов и повреждений (Приложение А).

*Подводя итоги обследования, можно констатировать, что долговечность сооружения снижена. Обнаруженные повреждения, о которых неоднократно говорилось*

*в результатах предыдущих обследований, продолжают развиваться и требуют проведения комплекса работ для обеспечения долговечности путепровода на длительный срок.*

### 8.4 Общая оценка технического состояния

Оценка состояния мостового сооружения определяется в соответствии с ОДМ 218.3.014-2011 путем анализа данных, полученных при обследовании, и дается по результатам комплексной оценки показателей его основных свойств (грузоподъёмности, безопасности движения и долговечности конструкций) с учетом результатов анализа и классификации имеющихся дефектов по категориям.

Наибольшие категории выявленных дефектов и повреждений: Б3, Д3, Г0. Таким образом, общее техническое состояние путепровода характеризуется оценкой 2 балла «неудовлетворительное» (неисправное, ограничено работоспособное).

# 9 Рекомендации по дальнейшей эксплуатации и выводы

Исходя из фактического состояния сооружения, можно сделать вывод, что оно получило существенный ущерб в части долговечности, а также безопасности дорожного движения, вследствие игнорирования рекомендаций по выполнению ремонтных мероприятий, сформированных по результатам предыдущих обследований, в т.ч. 2015, 2017 г.г. Остаточный ресурс как опор, так и пролётных строений после 45 лет эксплуатации, в случае их дальнейшего применения, не позволяет рассчитывать на беспроблемную работу до очередного ремонта, который, в соответствии с положениями СП 35.13330.2011 (Приложение 6) составляет 30 лет. Также следует отметить, что грузоподъемность ригелей опор путепровода не обеспечена, а пролетные строения имеют запас несущей способности только при учете постоянной нагрузки от существующей конструкции мостового полотна и верхнего строения пути (без модернизации и устройства его в соответствии с действующими нормами и правилами). Основания и фундаменты крайних опор не способны выдержать воздействия от постоянных и временных трамвайных нагрузок согласно СП 35.13330.2011.

Современная расчетная трамвайная нагрузка в соответствии с СП 35.13330.2011, на воздействие которой необходимо рассчитывать сооружение и безопасный пропуск которой необходимо обеспечить, дает бóльшие усилия в несущих элементах сооружения, чем нагрузка Т-13, на восприятие которой был запроектирован и построен рассматриваемый путепровод, что отражено в п. 7.2 данного отчёта. Таким образом, при осуществлении проектных работ в соответствии с СП 35.13330.2011, потребуется изменение класса нагрузок для сооружения.

Исходя из объёма зафиксированных повреждений и степени их развития, а также перспективы развития системы трамвайного движения г. Ярославля (включая строительство новых трамвайных путей, депо, устройство контактной сети), для дальнейшей безотказной эксплуатации путепровода, как важного элемента транспортной инфраструктуры, следует выполнить **реконструкцию сооружения**, в рамках которой возможно будет осуществить следующие основные виды работ:

*по мостовому полотну на путепроводе и подходам к крайним опорам:*

- замена мостового полотна на путепроводе (включая гидроизоляцию) и верхнего строения трамвайных путей на подходах для обеспечения плавности движения;
- устройство новых деформационных швов;
- устройство перил тротуаров отвечающих требованиям норм по высоте (1,1 м);
- восстановление участков морозного разрушения с оголением и коррозией арматуры левых и правых ограждений безопасности или обустройство новых ограждений;

- устройство системы водоотвода;
- устройство новых лестничных сходов на опорах 1 и 4.

*по пролетным строениям:*

- замену предварительно-напряженных балок в пролетах 1-3 путепровода по причине несоответствия проектного класса нагрузок Т-13 современной трамвайной нагрузке по СП 35.13330.2011, а также дефицита их несущей способности при устройстве современного мостового полотна (организуемого с учетом действующих норм и правил);

*по опорам и опорным частям:*

- переустройство крайних опор;
- замену ригелей опор путепровода по причине несоответствия их несущей способности современной трамвайной нагрузке по СП 35.13330.2011;
- замену всех опорных частей;
- покрытие бетона шкафных стенок устоев защитными составами;
- устранение крена открылка на опоре 4 слева.

Учитывая, что существующее мостовое полотно на сооружении требует полной замены, целесообразно выполнить его переустройство, чтобы гарантировать долгосрочную беспроблемную эксплуатацию объекта и соблюсти требования действующих нормативных документов. Так, в СП 84.13330.2016 «Трамвайные пути», п.6.63 говорится, что для пути на мостах следует применять железобетонные шпалы на щебеночном балласте, безбалластные железобетонные плиты либо конструкции из монолитного железобетона. При этом толщина щебеночного балласта под шпалами на реконструируемых мостах должна быть не менее 0,2 м. Следуя этим предписаниям, для оценки возможности использования существующих конструкций была выполнена предварительная эскизная проработка 2-х возможных вариантов с модернизированным верхним строением пути, а также расчётная оценка несущей способности пролётных строений (Приложение Д). Она показала, что в случае применения варианта с щебёночным балластом в балках пролётного строения образуется дефицит несущей способности как по изгибающему моменту, так и по поперечной силе. Аналогичная картина происходит и при условии применения варианта с безбалластной железобетонной плитой. Данная предварительная расчётная оценка указывает на нецелесообразность дальнейшего использования существующих пролётных строений и корректность выбранного подхода к обеспечению основных потребительских свойств сооружения – **реконструкции путепровода**.

Подводя итог выполненных работ по предпроектному обследованию путепровода № 2 в районе ул. Выставочная в г. Ярославле, на основании проведённого анализ их результатов и выданных рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, можно сделать следующие выводы:

1) Сооружение запроектировано под временную подвижную нагрузку Т-13. По итогам поверочного расчёта установлено, что грузоподъемность пролетного строения при существующей конструкции мостового полотна и верхнего строения пути достаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с СП 35.13330.2011, а у ригелей промежуточных опор образуется дефицит несущей способности. Вместе с тем, балки пролётных строений не предназначены для восприятия современных нагрузок. При выполнении поверочного расчета с учетом предполагаемой современной конструкцией мостового полотна, был выявлен дефицит их несущей способности.
2) Безопасность движения трамваев и пешеходов на текущий момент времени нарушена.
3) Долговечность конструкций сооружения снижена. Путепровод в целом имеет ограниченный остаточный ресурс.
4) Общая оценка технического состояния путепровода в соответствии с ОДМ 218.3.014 - 2011 – 2 балла «неудовлетворительное (неисправное, ограниченно работоспособное)».
5) Для приведения сооружения в нормативное техническое состояние и обеспечения высокого уровня его основных потребительских свойств на длительный период требуется выполнить **реконструкцию путепровода**.

При текущей эксплуатации до приведения состояния рельсовых путей к нормативному состоянию, необходимо ограничить скорость подвижного состава не более 20 км/ч, запретить одновременное нахождение на путепроводе двух составов на встречных или попутных направлениях.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Программа работ (включая техническое задание)

«Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений»

# ПРОГРАММА РАБОТ

**по обследованию путепровода в составе объекта:**
**«О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»**

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

Договор подряда
№ М-37-2023
от 25 октября 2023 г.

**Москва 2023**

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений»
ООО «НИИ МИГС»

129344 г. Москва, ул. Енисейская, дом 1, строение 1, помещение 255, этаж 2
ИНН 7716852062 КПП 771601001, ОГРН 1177746276487
Тел.: +7 (495) 419-28-07
+7 (926) 410-24-74
Site: http://www.nii-migs.ru
Email: info@nii-migs.ru

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «МОВИСТА РЕГИОНЫ Ярославль»
_____ Ю.В. Копырин
« 03 » ноября 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «НИИ МИГС»
_____ Курынов А.А.
« 03 » ноября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО
Директор по проектированию
ООО «Единая дирекция строящихся объектов»
_____ Ю.В. Трунов
« 03 » ноября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по проектированию – Главный инженер
ООО «ЛРТ ГРУП»
_____ П.Д. Павлов
« 03 » ноября 2023 г.

# ПРОГРАММА РАБОТ

**по обследованию путепровода в составе объекта:**
**«О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»**

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

Договор подряда
№ М-37-2023
от 25 октября 2023 г.

**Москва 2023**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение ..... 3
2 Краткие сведения о сооружении ..... 5
2.1 Общие сведения ..... 5
2.2 Конструкции мостового полотна и подходов ..... 6
2.3 Конструкция пролётных строений и опорных частей ..... 6
2.4 Конструкция опор ..... 7
3 Порядок выполнения и состав работ ..... 7
4 Методики проведения работ ..... 8
4.1 Изучение и анализ технической документации ..... 8
4.2 Осмотр сооружения ..... 9
4.3 Геодезические измерения ..... 9
4.4 Приборное и инструментальное обследование конструкций ..... 10
4.5 Поверочный расчёт грузоподъёмности сооружения ..... 14
4.6 Анализ полученных данных и оформление результатов работы ..... 14
5 Организация работ ..... 15
6 Продукция ..... 16
ПРИЛОЖЕНИЕ А Свидетельства и сертификаты ..... 17
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Техническое задание ..... 31

# 1 Введение

**Основание проведения работ**

В соответствии с Договором подряда № М-37-2023 от 25 октября 2023 г. (*Договор*) между ООО «ЛРТ Груп» (*Заказчик)* и ООО «НИИ МИГС», (*Исполнитель*), специалистами *Исполнителя* выполняются работы по предпроектному обследованию Путепровод под трамвайные пути в районе улицы Выставочной..

Цель проведения работ – определение действительного технического состояния мостовых сооружений в рамках объема этапа проектирования.

Задачи работ:

- Сбор и анализ технической документации на сооружение;
- Выполнение обмерно-обследовательских работ с составлением детальных промеров существующих конструкций в т.ч. подмостовых габаритов до действующих сооружений и коммуникаций;
- Выявление дефектов в конструкциях, влияющих на грузоподъемность и долговечность путепровода, эксплуатационную работоспособность, безопасность движения пешеходов и транспортных средств, оценка параметров дефектов;
- Оценка фактической грузоподъемности путепровода в целом и для каждого несущего элемента (пролетные строения, опоры в т.ч. основание), оценка возможности пропуска по путепроводу современных (трамвайных) нагрузок в соответствии с СП 35.13330.2011;
- Разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации и ремонту/реконструкции путепровода.

**Нормативно-технические документы**

Содержание и объем работ соответствует следующим нормативным документам:

1) СП 79.13330.2012 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний».

2) ГОСТ Р 59618-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила обследований и методы испытаний».

3) СП 35.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы.

4) Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог. Утвержден приказом Минтранса России от 16 ноября 2012 г. № 402.

5) ГОСТ 22690-2015. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля" (введен в действие Приказом Росстандарта от 25.09.2015 N 1378-ст).

6) ГОСТ 17624-2012. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1972-ст).

7) ОДМ 218.4.027-2016 Методические рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Металлические и сталежелезобетонные конструкции.

8) ОДМ 218.3.014-2011 Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах.

9) ОДМ 218.3.042-2014. Рекомендации по определению параметров и назначению категорий дефектов при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах.

10) Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах, 1996 г.

11) СТО 10957227-001-2021 «Определение прочности бетона обследуемых мостовых конструкций».

# 2 Краткие сведения о сооружении

## 2.1 Общие сведения

Путепровод через железную и автомобильную дороги под трамвайные пути по проспекту Октября в городе Ярославле был построен в 1978 г. Мостоотрядом №6 Минтрансстроя СССР. Сооружение расположено на прямой в плане. Путепровод выполнен по трехпролетной балочно-разрезной системе с расчетной схемой 27,5х3 и полной длиной пролетных строений 28,0 м. Полная длина сооружения составляет 84,9 м.

Путепровод предназначен для пропуска трамвайного движения над двумя неэлектрифицированными железнодорожными путями, расположенными в пролете 2 и автомобильными дорогами (ул. Выставочная), расположенными в пролетах 1 и 3. Минимальный подмостовой габарит в пролете 2 составил 6,38 м, в пролетах 1 и 3 – 6,44 м. Местоположение сооружения показано на рисунке 2.1.

Габарит по ширине составляет 7,15 м и предназначен под двухпутное трамвайное движение. По высоте габарит ограничен электросетью и составляет 9,3 м.

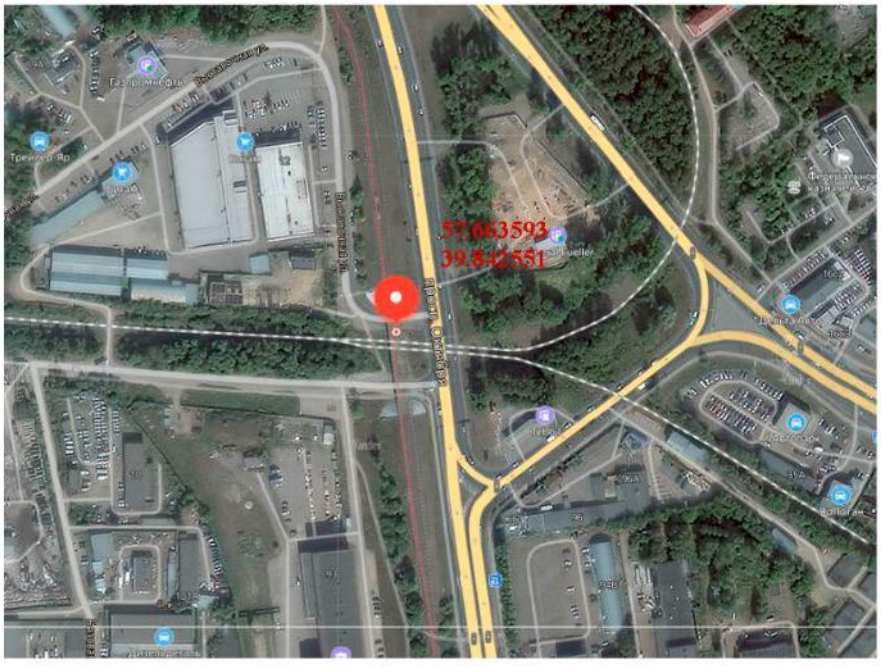



**Рисунок 2.1 – Месторасположение сооружения**

Нумерация элементов путепровода принята следующим образом:

- номера опор путепровода – с 1 от центра г. Ярославля;
- номера пролетов – по номерам примыкающих опор;
- элементы в поперечном сечении нумеруются слева направо при взгляде от опоры 1

### 2.2 Конструкции мостового полотна и подходов

На мостовом полотне устроено два пути под трамвайное полосы движение, а также тротуары по плите проезжей части. Ширина тротуаров – 0,95 м. Покрытие тротуаров асфальтобетон толщиной 5 см. Вдоль тротуаров установлено железобетонное парапетное ограждение безопасности высотой 0,44 м. По краям тротуаров установлены непрерывные металлические перильные ограждения высотой 0,95 м.

На подходах со стороны опор 1, 4 ограждения безопасности выполнены из уголка 110х110х10 мм и металлической полосы 160х10 мм. Стойки ограждений выполнены из рельса Р 65 с шагом 2,0 м. Высота ограждений – 0,77 м.

Водоотвод с проезжей части осуществляется за счет уклонов через водоотводные трубки под сооружение. Водоотводные трубки устроены по оси путепровода. Всего предусмотрено 4 водоотводные трубки на пролет.

На опорах 1-4 установлены деформационные швы закрытого типа с металлическим компенсатором и мастичным заполнением.

На левой и правой консолях ригелей опор 2 и 3 установлены опоры трамвайной контактной сети.

Лестничные сходы устроены у опор 1 и 4 по левой стороне. Лестничные сходы представляют собой бетонные марши с металлическими площадками и металлическими перильными ограждениями высотой 0,95 м, установленными с одной стороны.

### 2.3 Конструкция пролётных строений и опорных частей

Пролеты путепровода перекрыты железобетонными балками с напрягаемой арматурой, изготовленными по проекту "Гипротрансмоста" под трамвайную нагрузку Т-13 и одиночную колесную нагрузку НК-80. В поперечном сечении пролетные строения состоят из шести балок двутаврового сечения, объединенных посредством швов омоноличивания плиты проезжей части. Высота балок постоянная – 1,13 м, толщина ребра переменная – 0,26-0,62 м, толщина плиты проезжей части – 0,15 м. поперечная схема пролетных строений: К0,95+1,56х5+К0,95 м.

Опирание балок пролетных строений на опоры осуществляется через металлические тангенциальные (неподвижные) и валковые (подвижные) опорные части. Тангенциальные опорные части установлены на опорах 1, 3 и 4, валковые – на опорах 2 и 3 опоры освещения ОГС, устроенные на левых удлиненных консолях ригелей опор 2-5.

### 2.4 Конструкция опор

**Крайние опоры (устои)**

Устои путепровода (опоры 1, 4) – козлового типа железобетонные, сборные на свайном основании. Выполнены применительно к типовому проекту инв. № 443/2, откорректированному в соответствии с указаниями СН-365-67. Шаг стоек – 1,54 м. Сваи приняты по типовому проекту инв. № 946 сечением 35х35 см. Длина свай – 10,0 м. Ширина ригеля по внешним граням составляет 10,0 м, длина до шкафной стенки – 1,12 м.

Укрепление конусов насыпи устоев выполнено железобетонными сборными плитами 1,0х1,0х0,16 м, а также монолитным бетоном. Откосы насыпей на подходах укреплены одерновкой.

**Промежуточные опоры**

Промежуточные опоры 2 и 3 – сборные железобетонные однорядные стоечного типа на свайном основании. Выполнены применительно к типовому проекту инв. № 332/1, откорректированному в соответствии с указаниями СН-365-67. Сваи приняты по типовому проекту инв. № 946 сечением 35х35 см. Длина свай – 8,0 м. Низ стоек опор заделывается в стаканы фундамента, а верх объединяется ригелем 1,2х0,6х10,8 м. Ширина ригеля переменная: 1,0-1,2 м. Сечение стойки опоры – 0,7х0,5 м. Схема опоры: К1,4+4,0х2+К1,4 м.

## 3 Порядок выполнения и состав работ

**Подготовительные работы**

На этом этапе выполняются следующие работы:

- получение и анализ технической документации на сооружение;
- определение методов проведения работ;
- составление и согласование Программы работ.

**Осмотр сооружений**

В процессе осмотра сооружения проводится измерение параметров дефектов и повреждений, их фотографирование. Результаты осмотра оформляются в виде Ведомости дефектов и повреждений, составленной по форме, приведенной в ОДМ 218.3.014-2011. Исходя из степени влияния на основные потребительские свойства сооружения каждому дефекту и повреждению или их группе присваиваются категории, состоящие из буквенного и цифрового индексов согласно ГОСТ Р 59618-2021.

**Контрольные измерения, инструментальные исследования и съёмки**

В состав инструментальных измерений входят:

1) Обмерные работы, выполняемые для оценки соответствия фактических генеральных размеров сооружения и размеров поперечных сечений характеристикам, указанным в технической документации.

2) Приборное и инструментальное обследование несущих конструкций, необходимое для оценки физико-химических характеристик примененных материалов требованиям проекта и норм, проводимое в соответствии с ГОСТ или с утвержденными методиками.

3) Геодезические измерения для определения высотного положения характерных элементов опор и профилей балок пролётных строений.

4) Геофизические исследования фундаментов опор.

**Оценка состояния сооружения по результатам работ**

Полученные при обследовании данные по контрольным измерениям и съемкам сопоставляют с допускаемыми отклонениями и с результатами предшествовавших обследований.

**Оформление результатов работы**

На данном этапе формулируются выводы и рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации сооружения и стратегии возможного ремонта, составляется отчётная документация

# 4 Методики проведения работ

## 4.1 Изучение и анализ технической документации

Изучение технической документации проводится для оценки изменения состояния сооружения за прошедший период эксплуатации. В результате ознакомления с документацией определяются проектные характеристики строительных материалов, выявляются особенности конструкций; отступления от утвержденного проекта (при наличии исполнительной документации), принимаются данные о невидимых (скрытых) элементах конструкций.

Особое внимание уделяется материалам и результатам предыдущих обследований и испытаний. При этом фиксируются ранее обнаруженные дефекты и повреждения, анализируется динамика их развития. Также изучаются выданные рекомендации по устранению выявленных недостатков и оценивается степень их выполнения.

### 4.2 Осмотр сооружения

Для выявления дефектов и повреждений, снижающих грузоподъемность и долговечность конструкций, а также безопасность трамвайного движения по сооружению проводится визуальный осмотр. При этом детально осматриваются все доступные и видимые узлы и элементы мостового полотна, пролётного строения, опорных частей, опор, подмостового пространства и подходов.

Осмотр проводится с земли и с использованием смотровых приспособлений (при их наличии). Недоступные непосредственно видимые части конструкций осматриваются при помощи оптических приборов, обеспечивающих достаточное разрешение. В случае обнаружения критических повреждений необходимо обеспечить прямой доступ к этим конструкциям для осуществления детального осмотра.

При осмотре элементов мостового полотна фиксируются повреждения рельсовых путей, ограждений безопасности и перильных ограждений (деформации элементов, нарушение целостности, обрывы, коррозия металлических элементов), нарушения гидроизоляции (по косвенным признакам), повреждения деформационных швов (протечки, разрушение элементов, ограничение свободы перемещений) и т.д.

При осмотре железобетонных конструкций контролируется правильность сопряжения сборных элементов, выявляются места увлажнения и загрязнения несущих конструкций, наличие в них трещин, сколов, раковин, участков непровибрированности, разрушение отдельных участков массива и стыков, а также обнажение и коррозию арматуры, закладных деталей и т.д.

При осмотре металлических конструкций внимание уделяется состоянию антикоррозионных покрытий, пространственному положению элементов конструкции (искривления, крены и прочее) и наличию коррозии.

В процессе осмотра сооружения проводится измерение параметров дефектов и повреждений, их фотографирование. Результаты осмотра оформляются в виде Ведомости дефектов и повреждений, составленной по форме, приведенной в ОДМ 218.3.014-2011. Исходя из степени влияния на основные потребительские свойства сооружения каждому дефекту и повреждению или их группе присваиваются категории, состоящие из буквенного и цифрового индексов согласно ГОСТ Р 59618-2021.

### 4.3 Геодезические измерения

Выполняются для определения величин строительных подъёмов балок или выявления их возможных провисаний. Съёмка ведётся по нижним поверхностям рёбер балок пролетных строений в местах опирания и в серединах пролетов. Отметки, полученные в сечениях над опорами, соединяются в горизонт, относительного которого высчитывается высотное положение середин балок и определяются значения фактических

провисаний. Оценка состояния пролётных строений по данному критерию проводится согласно ОДМ 218.0.018-05 «Определение износа конструкций элементов мостовых сооружений на автомобильных дорогах».

Помимо этого, выполняется определение фактической толщины покрытия/балласта путем сопоставления высотных отметок покрытия и доступных точек пролётного строения. Эти данные будут учтены при оценке фактической грузоподъемности моста.

### 4.4 Приборное и инструментальное обследование конструкций

**Обмерные работы**

Серия обмерных работ включает в себя определение основных размеров сооружения, его конструкций и элементов. Работы выполняются для оценки соответствия фактических генеральных размеров сооружения и размеров поперечных сечений характеристикам, указанным в технической документации.

Все измерения выполняются поверенным оборудованием в соответствии с действующими методиками. Для измерений используются лазерные дальномеры, ленточные рулетки, штангенциркули, тахеометр.

Для промежуточных опор при помощи электронного уровня на базе не менее 2,0 м. отвеса или тахеометра определяются возможные отклонения от вертикальности. Оценка состояния опор по данному критерию проводится согласно ОДМ 218.0.018-05 «Определение износа конструкций элементов мостовых сооружений на ав-томобильных дорогах».

Результатом обмерных работ являются чертежи моста (план, фасад, разрезы пролетного строения, мостовое полотно, опоры, сопряжение и укрепление конусов) с фактическими размерами.

**Измерение прочности бетона**

Работы производятся в соответствии с СТО 10957227-001-2021 «Определение прочности бетона обследуемых мостовых конструкций». Измерения выполняются по обследовательской схеме О1, предназначенной для получения информации о соответствии фактического класса бетона по прочности проектному и нормативному классам на основании результатов измерений прочности бетона косвенными методами неразрушающего контроля. В качестве метода неразрушающего контроля применяется метод упругого отскока (склерометрия) по ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» или ультразвуковым методом по ГОСТ 17624-2012 «Межгосударственный стандарт. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» Полученные косвенные характеристики прочности после обработки методами математической статистики приводятся к прочности исследуемых элементов.

Количество исследуемых участков определяется в соответствии с СТО 10957227-001-2021.

**Определение толщины защитного слоя бетона**

Знать глубину залегания арматуры в бетоне необходимо для определения соответствия фактической величины защитного слоя бетона нормативным требованиям, а также для оценки пассивирующих свойств бетона по отношению к арматуре.

Методика проведения измерений регламентируется ГОСТ 22904-93 «Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры». Величина защитного слоя бетона конструктивных элементов определяется с помощью приборов электромагнитного действия.

Число и расположение контролируемых участков конструкций в нормативной документации строго не регламентируется. Учитывая цель и условия настоящих исследований, рационально проводить измерения величины защитного слоя бетона на участках, которые использовались для оценки прочности бетона.

**Исследование глубины карбонизации защитного слоя бетона**

Карбонизация бетона является одним из основных факторов, приводящих к возникновению коррозии арматуры.

Являясь пористым, бетон хорошо впитывает углекислый газ, кислород и влагу, присутствующие в атмосфере, что приводит к химической реакции, стремящейся нейтрализовать щелочную среду. Значение показателя pH поровой жидкости бетона снижается от начальной величины 12,5 до уровня ниже 9. При таких значениях pH происходит депассивация арматурной стали (разрушение защитной пленки), в результате чего возникает опасность коррозии арматуры.

Исследование сводится к определению значения pH поровой жидкости на различных толщинах. Эффективным способом оценки глубины карбонизации бетона является использование 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина по ГОСТ 4919.1-77.

Индикатор наносят на скол бетона или в высверленное отверстие в исследуемой конструкции. При этом, в случае наличия щелочной среды (в интервале pH от 8,2 до 10) происходит изменение окраски индикатора от бесцветной к красно-фиолетовой. Через минуту после нанесения индикатора измеряется величина неокрашенного слоя бетона.

Количество и расположение мест исследования в нормах не оговаривается. Рационально определить глубину карбонизации бетона на участках измерения величины защитного слоя бетона. Сопоставляя данные 2-х исследований, возможно сделать вывод об обеспеченности защиты арматуры от коррозии.

**Определение содержания хлорид-ионов**

Другим показателем, существенно влияющим на коррозионную активность арматуры, является наличие в бетоне хлорид-ионов. Хлориды могут замещать кислород в защитной оксидной пленке арматуры, что приводит к образованию в ней пор и облегчает начало коррозии. Увеличение концентрации хлорид-ионов в приарматурной зоне происходит в результате проникновения в бетон растворенных в воде хлористых солей – реагентов и антигололедных добавок.

Определение содержания хлоридов в процентах от массы цемента выполняется по ОДМ «Методика определения содержания хлоридов в железобетонных конструкциях мостовых сооружений» (утверждены распоряжением Минтранса России №ОС-857-h от 09.10.2002 г.)

Пробы бетона отбираются из элементов конструкций в виде бетонного порошка, выбуриваемого перфоратором. Для исследований выбираются различные участки мостового сооружения, обращая особое внимание на зоны, где вероятна наибольшая концентрация хлорид-ионов. К таким зонам относятся, например, внешняя поверхность крайних балок пролетного строения, ригели под деформационными швами и другие места, увлажняемые водой, стекающей с прохожей части.

Количество мест исследования определяется на месте. При этом выбирается не менее чем по три участка на площадях, защищенных от воздействия воды и регулярно увлажняемых.

**Измерение остаточного диаметра арматуры в местах обнажения**

Если на несущих конструкциях сооружения существуют участки разрушения бетона с обнажением и коррозией арматуры, то проводится измерение остаточного диаметра стержней в местах коррозии. Для этого выполняются следующие операции:

- очистка участка от пыли, мусора, легко отслаивающихся продуктов коррозии с помощью щетинных щеток и деревянных шпателей;
- установление вида коррозионных повреждений металла и определение относительной площади пораженных участков металла;
- выявление участков с повышенным коррозионным износом и подготовка поверхности конструкций к инструментальным замерам путем зачистки;
- измерение остаточного диаметра арматурного стержня.

Поверхности элементов на участках проведения инструментальных измерений очищаются до металлического блеска. На каждом участке проводится не менее трех замеров. Измерения выполняются с помощью штангенциркулей.

**Определение фактического положения опорных частей**

Положение опорных частей является важным фактором, определяющим штатную работу пролётных строений и опор. Фактическое положение опорных частей определяется путем обмера взаимного расположения опорных плит, балансиров и катков, а также их положения на подферменниках. При этом фиксируется температура конструкций. По взаимному их расположению устанавливаются смещение их центров, перекос и другие дефекты, устанавливаются фактические смещения опорных частей, которые сравниваются с расчетными.

По результатам осмотра описываются все выявленные повреждения. По итогам анализа полученных материалов делаются выводы и даются рекомендации по дальнейшей эксплуатации. При необходимости назначается режим наблюдения.

**Измерение ширины раскрытия, длины и глубины трещин в бетоне**

Ширина раскрытия трещин определяется по трафарету, с помощью микроскопа или с помощью измерительной лупы ЛИ-3-10х. Точность измерений составляет 0,1 мм.

Глубина трещин устанавливается при помощи ультразвуковго тестера УК1401 или аналогичного. При применении ультразвукового метода глубина трещины устанавливается по изменению времени прохождения импульсов как при сквозном прозвучивании, так и методом продольного профилирования при условии, что плоскость трещинообразования перпендикулярна линии прозвучивания.

**Георадиолокационное профилирование фундаментов опор**

Для определения шага свай и наличия/отсутствия ростверка будет использоваться двухчастотный георадар «Око-3». При проведении исследований трасса движения георадара проходит на минимальном, по возможности, расстоянии от свай/стоек опор так, чтобы в зону действия прибора обязательно попали места грунта, под которым точно нет элементов ростверка.

По результатам исследований делается вывод о соответствии фактического типа фундаментов опор проектной документации.

### 4.5 Поверочный расчёт грузоподъёмности сооружения

Работа проводится в соответствии с СП 35.13330.2011 и методиками ОДМ 218.4.025-2016 с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации геометрических параметров конструкции, действующих нагрузок, с созданием расчетной модели, учитывающей обнаруженные дефекты и повреждения.

Пространственные расчеты несущих конструкций сооружения выполняются с применением сертифицированного расчетного комплекса Midas Civil, реализующего метод конечных элементов (сертификат соответствия RA.KR.АБ86.Н01197). В расчетном комплексе формируется модель мостового сооружения.

Определение грузоподъёмности фундаментов опор выполняется с помощью программы Опора-Х. При этом все необходимые для расчёта данные геологических изысканий передаёт Заказчик.

По результатам расчётов оценивается возможность пропуска по путепроводу современных трамвайных нагрузок в соответствии с СП 35.13330.2011.

### 4.6 Анализ полученных данных и оформление результатов работы

Проводится статистическая обработка данных полевых измерений, разрабатываются схемы мостового сооружения по фасаду и поперечные сечения сооружения. Количество поперечных сечений определяется количеством разнотипных опор и пролётных строений. На схемах приводятся имеющиеся в технической документации высотные отметки, а также данные по конструкции фундаментов и прочих скрытых элементах.

После полной обработки и анализа данных полученные результаты сопоставляются с требованиями современной нормативной документации и с результатами, содержащимися в материалах предыдущих обследований.

Назначается оценка технического состояния сооружения по методике, приведенной в ОДМ 218.3.014-2011. Формулируются выводы о состоянии моста и рекомендации по его дальнейшей эксплуатации с видами ремонтных работ и их приоритетностью. На основании приказа Министерства транспорта Российской Федерации №402 назначается вид ремонтного воздействия на мост. Составляется отчетная документация.

## 5 Организация работ

В Программу, по согласованию сторон, могут быть внесены дополнения и уточнения в процессе подготовки обследования.

Обследование проводится силами специалистов Исполнителя. Заказчик предоставляет необходимую техническую документацию, оказывает техническую помощь при подготовке и проведении работ, обеспечении безопасного доступа к осматриваемым конструкциям и местам исследований.

Работы по обследованию выполняются с соблюдением правил охраны труда и техники безопасности, изложенных в СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002 и разделе 9 СП79.13330.2012:

1) К выполнению работ по обследованиям и испытаниям мостов и труб допускаются работники, прошедшие обучение и проверку знаний, инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.0.010.

2) До начала полевых работ по обследованиям и испытаниям все участвующие в них работники должны быть проинструктированы их руководителями о безопасных методах проведения работ с учетом особенностей конкретного объекта и о действиях в случаях обнаружения отклонений от нормальной работы сооружения.

3) Для возможности проведения обследований и испытаний (осмотра, инструментальных измерений, установки и снятия приборов и взятия отсчетов по ним) организация, в ведении которой находится сооружение, обязана осуществлять меры, обеспечивающие безопасные условия работы.

4) Работы по обследованию не должны нарушать безопасность движения транспорта, а организация работ должна обеспечивать безопасность работающих. Разработка необходимых мероприятий по обеспечению безопасности работающих и их осуществление производятся организацией, в ведении которой находится сооружение.

5) При производстве работ по обследованиям мостовых сооружений в случаях наличия на них или вблизи них высоковольтных линий электропередачи (в том числе контактной сети железных дорог) запрещается приближаться или подносить какие-либо предметы на расстояние менее 2 м к находящимся под напряжением и не огражденным проводам или частям контактной сети. Особенно внимательно за этим необходимо следить при работах с предметами большой длины (штангами, металлическими рулетками, отрезками проволоки и т.д.). При невозможности соблюдения этого требования линия по согласованию с организацией, в ведении которой она находится, должна быть обесточена.

6) К работе с ручными электрическими машинами при напряжении сети более 42 В могут допускаться только специально проинструктированные работники, знающие безопасные методы работы, меры защиты при работе с электрическим током и приемы оказания первой помощи при поражении им.

7) Работники, выезжающие на объекты обследований, должны быть снабжены аптечкой с набором необходимых медикаментов и средств оказания первой помощи.

8) Работники, участвующие в работах на объектах обследований, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты (спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями). Работы следует выполнять в тщательно заправленной одежде, не имеющей порванных мест, свисающих пол и концов, в нескользкой обуви.

9) При производстве работ на объекте сотрудники организаций должны иметь защитные каски, а при работе на проезжей части сооружений, находящихся в эксплуатации, обязаны надевать сигнальные жилеты.

10) При обследовании сооружений, особенно в стесненных условиях (между балками, в коробах, на ригелях опор и т.п.), все работающие должны быть предельно внимательны, чтобы не удариться о конструктивные элементы или о выступающие из них штыри, остатки опалубки и т.д. Не следует делать резких движений и перемещаться бегом.

## 6 Продукция

До прохождения государственной экспертизы результаты обследований передаются для рассмотрения и согласования в электронном виде в формате *.pdf, сопроводительным письмом Заказчику со ссылкой на скачивание.

После прохождения государственной экспертизы и получения положительного заключения Исполнитель передаёт полный комплект результатов обследований на бумажных носителях (6 экземпляров) и в электронном виде на CD/DVD носителе (4 экземпляра), в редактируемом формате *.dwg, *.doc и т.д., и формате *.pdf, при этом состав и структура электронной версии должны быть идентичны бумажному оригиналу.

**Заместитель начальника отдела обследований и испытаний мостов и других инженерных сооружений** Лебедев А.А.

16

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Свидетельства и сертификаты**

17

НОПРИЗ

АССОЦИАЦИЯ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБЩЕРОССИЙСКАЯ НЕГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – ОБЩЕРОССИЙСКОЕ МЕЖОТРАСЛЕВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РАБОТОДАТЕЛЕЙ «НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, И САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ЧЛЕНСТВЕ ЛИЦ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОДГОТОВКУ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

7716852062-20231024-2158
(регистрационный номер выписки)

24.10.2023
(дата формирования выписки)

# ВЫПИСКА
## из единого реестра сведений о членах саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий и в области архитектурно-строительного проектирования и их обязательствах

**Настоящая выписка содержит сведения о юридическом лице (индивидуальном предпринимателе), выполняющем инженерные изыскания:**

**Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений»**
(полное наименование юридического лица/ФИО индивидуального предпринимателя)

**1177746276487**
(основной государственный регистрационный номер)

| | | |
|---|---|---|
| **1. Сведения о члене саморегулируемой организации:** | | |
| 1.1 | Идентификационный номер налогоплательщика | 7716852062 |
| 1.2 | Полное наименование юридического лица (Фамилия Имя Отчество индивидуального предпринимателя) | Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт мостов и гидротехнических сооружений» |
| 1.3 | Сокращенное наименование юридического лица | ООО «НИИ МИГС» |
| 1.4 | Адрес юридического лица<br>Место фактического осуществления деятельности (для индивидуального предпринимателя) | 129344, Россия, Москва, г. Москва, ул. Енисейская, д. 1, строение 1, помещение 255, этаж 2 |
| 1.5 | Является членом саморегулируемой организации | Ассоциация саморегулируемая организация «Объединение изыскателей для проектирования и строительства объектов топливно-энергетического комплекса «Нефтегазизыскания-Альянс» (СРО-И-025-28012010) |
| 1.6 | Регистрационный номер члена саморегулируемой организации | И-025-007716852062-0147 |
| 1.7 | Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации | 01.02.2018 |
| 1.8 | Дата и номер решения об исключении из членов саморегулируемой организации, основания исключения | |

| **2. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права выполнять инженерные изыскания:** | | |
|---|---|---|
| 2.1 в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии) (дата возникновения / изменения права) | 2.2 в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) (дата возникновения / изменения права) | 2.3 в отношении объектов использования атомной энергии (дата возникновения / изменения права) |
| Да, 01.02.2018 | Да, 30.01.2018 | Нет |

1

18

| | | |
|---|---|---|
| **3. Компенсационный фонд возмещения вреда** | | |
| 3.1 | Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда | **Первый уровень ответственности (не превышает двадцать пять миллионов рублей)** |
| 3.2 | Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания объектов капитального строительства | |
| **4. Компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств** | | |
| 4.1 | Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право выполнять инженерные изыскания по договорам подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств | **30.01.2018** |
| 4.2 | Уровень ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договорам подряда на выполнение инженерных изысканий, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств | **Первый уровень ответственности (не превышает двадцать пять миллионов рублей)** |
| 4.3 | Дата уплаты дополнительного взноса | **Нет** |
| 4.4 | Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания по договорам подряда, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров | |
| **5. Фактический совокупный размер обязательств** | | |
| 5.1 | Фактический совокупный размер обязательств по договорам подряда на выполнение инженерных изысканий, заключаемым с использованием конкурентных способов заключения договоров на дату выдачи выписки | **Нет** |

**Руководитель аппарата**

НОПРИЗ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Владелец «НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ И ПРОЕКТИРОВЩИКОВ» «НОПРИЗ»
СЕРТИФИКАТ 33 17 e5 86 60 55 af 51 88 40 b6 b9 68 a2 20 6a 90
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: С 22.11.2022 ПО 22.11.2023

**А.О. Кожуховский**

2

19

| Организация поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "ТЕСТИНТЕХ" | 32108-14 | Штангенциркули | ШЦ, ШЦЦ, ШЦК | ШЦ-II-300-0,05 | F45424 | 07.12.2022 | 06.12.2023 | С-ВЮМ/07-12-2022/209193423 |

20

| Организация поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "РУСГЕОКОМ" | 30855-07 | Дальномеры лазерные | Leica DISTO A3, Leica DISTO A5, Leica DISTO A6, Leica DISTO A8 | Leica DISTO A5 | 1071850616 | 08.12.2022 | 07.12.2023 | C-EBE/08-12-2022/206794095 |

21

| Организация поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "ИСКАТЕЛЬ - 2" | 47028-11 | Приборы для определения прочности бетона | Original Schmidt и Digi Schmidt-2000 | Прибор для определения прочности бетона Digi Schmidt-2000 ND | 5054 | 07.12.2022 | 06.12.2023 | С-АКЗ/07-12-2022/210876353 |

22

| Организация поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "ИСКАТЕЛЬ - 2" | 42008-09 | Приборы для измерения толщины защитного слоя бетона | Proscope и Profometer | Прибор для измерения толщины защитного слоя бетона Profometer5+ S | 55.5622 | 07.12.2022 | 06.12.2023 | С-АК3/07-12-2022/210876352 |

23

| Организация поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "ИСКАТЕЛЬ-2" | 53482-13 | Тестеры ультразвуковые | UK1401, UK1401S | Тестер ультразвуковой UK1401 | 4012183 | 07.12.2022 | 06.12.2023 | С-АК3/07-12-2022/210876331 |

24

| Организация-поверитель | Регистрационный номер типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской номер/ Буквенно-цифровое обозначение | Дата поверки | Действительна до | Номер свидетельства/ Номер извещения | Пригодность |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "РУСГЕОКОМ" | 49708-12 | Тахеометры электронные | CX, FX | CX-102 | GQ0454 | 08.12.2022 | 07.12.2023 | C-EBE/08-12-2022/206794103 | ✓ |

| Организация поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "РУСГЕОКОМ" | 49708-12 | Тахеометры электронные | CX, FX | CX-102 | GQ0454 | 08.12.2022 | 07.12.2023 | C-EBE/08-12-2022/206794103 |

25

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

# СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС KR.HB61.H30101

Срок действия с 02.11.2021 по 01.11.2024

№ 0634772

**ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ** RA.RU.11HB61

Орган по сертификации ООО "ЦЕТРИМ". Адрес: 153000, РОССИЯ, Ивановская область, город Иваново, улица Богдана Хмельницкого, дом 36В. Телефон +7 4932773165. Адрес электронной почты info@cetrim.ru

**ПРОДУКЦИЯ** ПК midas Civil для расчета мостов и транспортных сооружений, а также конструкций общего вида гражданских и промышленных объектов. Согласно приложению бланк № 0102191. Серийный выпуск.

код ОК
58.29.29.000

**СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

ГОСТ 28195-89 ГОСТ 28806-90 ГОСТ 33390-2015 ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 ГОСТ Р ИСО 9127-94 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 СП 14.13330.2018 СП 15.13330.2012 СП 15.13330.2020 СП 16.13330.2017 СП 20.13330.2016 СП 24.13330.2011 СП 35.13330.2011 СП 63.13330.2018 СП 31-114-2004 СП 52-101-2003

код ТН ВЭД

**ИЗГОТОВИТЕЛЬ** MIDAS Information Technology Co., Ltd. (MIDAS IT). Адрес: 463-400, КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА, MIDAS IT Tower - Pangyo Sever Venture Valley, 633 Sampyeong-dong, Bundang-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, телефон: 82-31-789-2006, факс: 82-31-789-4007, адрес электронной почты: info@midasit.com.

**СЕРТИФИКАТ ВЫДАН** Общество с ограниченной ответственностью "МИДАС". ОГРН: 1137746856565, ИНН: 7736664814, КПП: 772501001. Адрес: 115280, РОССИЯ, г. Москва, Ул. Ленинская Слобода, д. 19, комната 21 к, телефон: 7 (495) 215-58-30, адрес электронной почты: rusupport@midasit.com.

**НА ОСНОВАНИИ**

Протокол испытаний № 001/Z-02/11/21 от 02.11.2021 года, выданный Испытательной лабораторией "АБ-тест" (аттестат РОСС RU.31578.04ОЛН0.ИЛ21)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Схема сертификации: 1с

М.П. **Руководитель органа** подпись П.Г. Рухлядев (инициалы, фамилия)

**Эксперт** подпись В.П. Широков (инициалы, фамилия)

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

## СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

№ 0102191

## ПРИЛОЖЕНИЕ

**К сертификату соответствия № РОСС KR.HB61.H30101**

**Перечень конкретной продукции, на которую распространяется действие сертификата соответствия**

| код ОК<br>код ТН ВЭД | Наименование и обозначение продукции, ее изготовитель | Обозначение документации, по которой выпускается продукция |
|---|---|---|
| 58.29.29.000 | ПК midas Civil для расчета мостов и транспортных сооружений, а также конструкций общего вида гражданских и промышленных объектов. Нормативные и программные документы, которым соответствует программный комплекс:<br>ГОСТ 28195-89<br>ГОСТ 28806-90<br>ГОСТ 33390-2015<br>ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93<br>ГОСТ Р ИСО 9127-94<br>ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000<br>СП 14.13330.2018<br>СП 15.13330.2012<br>СП 15.13330.2020<br>СП 16.13330.2017<br>СП 20.13330.2016<br>СП 24.13330.2011<br>СП 35.13330.2011<br>СП 63.13330.2018<br>СП 31-114-2004<br>СП 52-101-2003 | Руководство пользователя midas Civil |

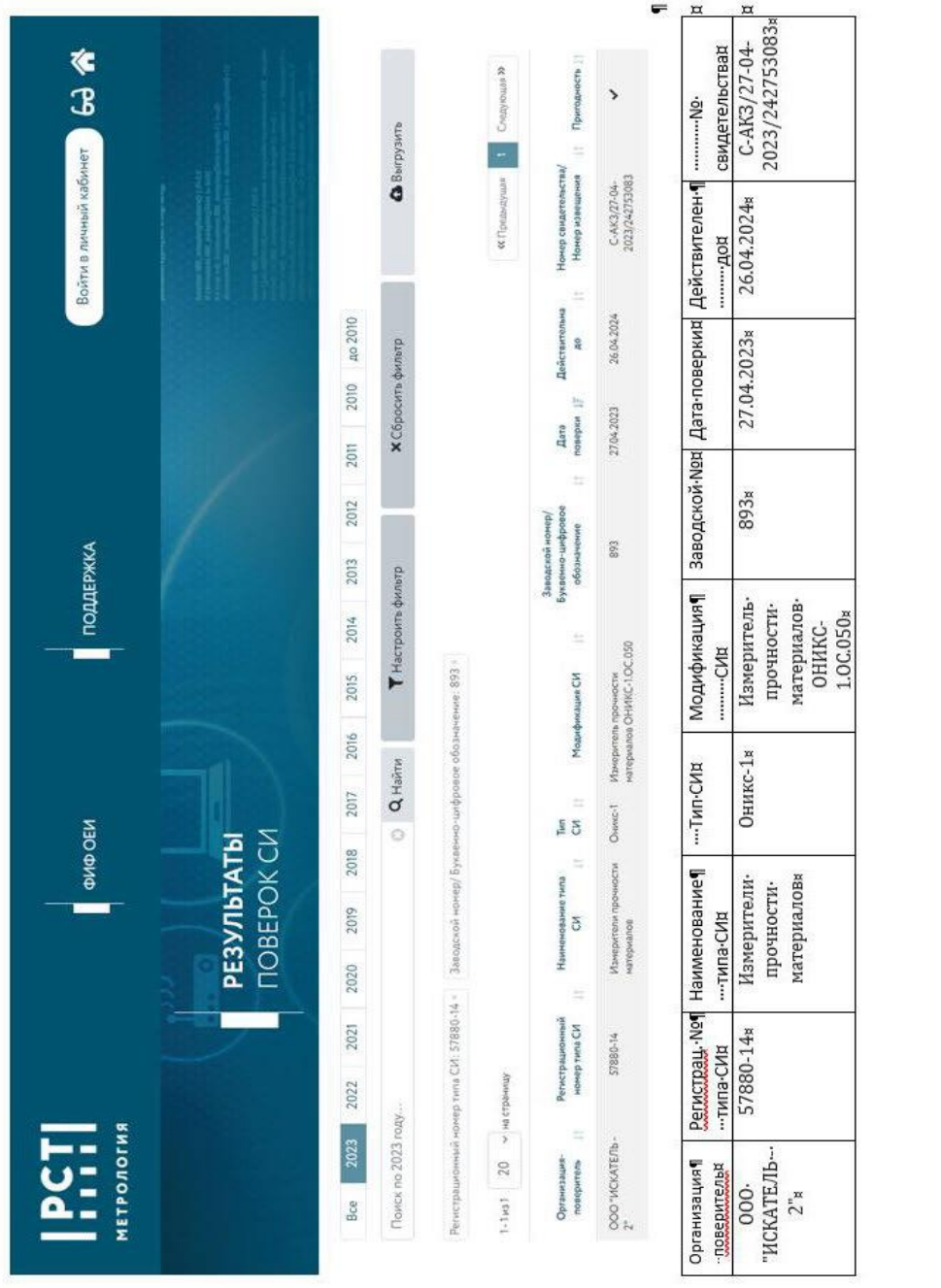
Для сертификатов М.П.

**Руководитель органа** _____ (подпись) П.Г. Рухлядев (инициалы, фамилия)

**Эксперт** _____ (подпись) В.П. Широков (инициалы, фамилия)

27

| Организация¶ ··поверитель¤ | Регистрац.· №¶ ···типа·СИ¤ | Наименование¶ ···типа·СИ¤ | ····Тип·СИ¤ | Модификация¶ ·····СИ¤ | Заводской· №¤ | Дата· поверки¤ | Действителен¶ ·····до¤ | ·····№· свидетельства¤ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО· «ПРОММАШ· ТЕСТ· МЕТРОЛОГИЯ»¤ | 36275-07¤ | pH-метры-милливольтметры¤ | pH-410·и· pH-420¤ | мод.pH-410¤ | ND11894¤ | 03.05.2023¤ | 02.05.2024¤ | С-ДЮП/03-05-2023/243726609¤ |




| Организация-поверитель | Регистрац. № типа СИ | Наименование типа СИ | Тип СИ | Модификация СИ | Заводской № | Дата поверки | Действителен до | № свидетельства |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО "ИСКАТЕЛЬ-2" | 57880-14 | Измерители прочности материалов | Оникс-1 | Измеритель прочности материалов ОНИКС-1.ОС.050 | 893 | 27.04.2023 | 26.04.2024 | С-АКЗ/27-04-2023/242753083 |

| Организация¶ ···поверитель¤ | Регистрац.·№¶ ···типа·СИ¤ | Наименование¶ ···типа·СИ¤ | ···Тип·СИ¤ | Модификация¶ ·····СИ¤ | Заводской·№¤ | Дата·поверки¤ | Действителен·¶ ·····до¤ | ·····№· свидетельства¤ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ООО·"ИНЭКС-СЕРТ"¤ | 26398-09¤ | Измерители·защитного·слоя·бетона¤ | Поиска | Поиск-2.52¤ | 676¤ | 06.02.2023¤ | 05.02.2024¤ | С-ДИЭ/06-02-2023/238295469¤ |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**Техническое задание**

31

**Приложение №1 (1.2)**
к Договору № М-37-2023
от «25» октября 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО**

**Генеральный директор**
**ООО «НИИ МИГС»**

_____ Курыпов А.А.

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель директора по проектированию – главный инженер**
**ООО «ЛРТ Груп»**

_____ П.Д. Павлов

М.П.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**на обследование путепроводов по объекту:**
**«О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области»**

**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»**

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Наименование объекта | **«О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области».**<br><br>**10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная».** |
| 2 | Заказчик (застройщик) | ООО «МОВИСТА РЕГИОНЫ Ярославль». |
| 3 | Технический заказчик | ООО «МОВИСТА РЕГИОНЫ». |
| 4 | Идентификационные сведения об исполнителях | Генеральный проектировщик – ООО «ЕДСО».<br>Проектировщик – ООО «ЛРТ Груп».<br>Исполнитель – ООО «НИИ МИГС» |

15

32

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 5 | Источник финансирования и объем финансирования объекта | В порядке, установленном концессионным соглашением. |
| 6 | Основание для выполнения обследовательских работ | Концессионное соглашение от 26.12.2022 утвержденное Законом Ярославской области от 06.03.2023 №14-з «Об утверждении заключения концессионного соглашения о создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования» «О создании и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и технологически связанных с ними транспортных средств, обеспечивающих деятельность, связанную с перевозками пассажиров транспортом общего пользования, в муниципальном образовании городской округ город Ярославль в Ярославской области». |
| 7 | Вид работ | Обследование мостовых сооружений (натурное инструментальное обследование). |
| 8 | Местоположение | Ярославская область, г. Ярославль. |
| 9 | Границы работ | Мостовые сооружения: 10 этап: «Реконструкция путепровода № 2 в районе ул. Выставочная»<br>Путепровод под трамвайные пути в районе улицы Выставочной. |
| 10 | Принадлежность объекта к линейным объектам или объектам непроизводственного назначения | Объект относятся к линейным объектам. |
| 11 | Основные цели и задачи обследования | Определение действительного технического состояния мостовых сооружений в рамках объема этапа проектирования.<br>Обследование надземной части путепроводов произвести в соответствии с ГОСТ Р 59618-2021 по типу 8 в объеме достаточном для разработки проектной документации с целью обеспечения трамвайного движения, получения положительного заключения при проверке в органах экспертизы.<br>Цели и задачи обследования:<br>6. Выявление дефектов в конструкциях, влияющих на грузоподъемность и долговечность путепровода, эксплуатационную работоспособность, безопасность движения пешеходов и транспортных средств, оценка |

16

33

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | параметров дефектов, определение степени износа элементов конструкций;<br>7. Оценка фактической грузоподъемности путепровода в целом и для каждого несущего элемента (пролетные строения, опоры в т.ч. основание), оценка возможности пропуска по путепроводу современных (трамвайных) нагрузок в соответствии с СП 35.13330.2011;<br>8. Разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации и ремонту/реконструкции путепроводов;<br>9. Сбор и анализ технической документации на сооружение;<br>10. Выполнение обмерно-обследовательских работ с составлением детальных промеров существующих конструкций, подмостовых габаритов до действующих сооружений и коммуникаций. |
| 12 | Исходные данные, предоставляемые Заказчиком | Настоящее Техническое задание на проведение обследования технического состояния мостового сооружения, утвержденное Заказчиком. |
| 13 | Основные требования к составу, объему работ и содержанию результатов технического обследования | Исполнитель разрабатывает Программу проведения обследования технического состояния сооружения для последующего согласования ее с Заказчиком.<br>Состав и содержание оказываемых услуг по техническому обследованию технического состояния сооружения – в соответствии с требованиями нормативных документов, указанных в СП 79.13330.2012.<br>Исполнитель до начала работ предоставляет график выполнения обследовательских работ, с указанием сроков выполнения основных этапов (подготовительные работы, полевые работы, камеральная обработка данных, выдача технического отчета).<br>Выполненные обследования должны обеспечить достаточность информации и материалов, для выполнения проектных работ и последующего обоснования принятых проектных решений при их рассмотрении органами государственной экспертизы.<br>При обследовании конструкций использовать неразрушающие методы. В необходимых случаях по согласованию с Заказчиком и балансодержателем допускается производить вскрытия. |

17

34

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | Исполнитель выполняет следующие виды работ:<br>1. Сбор, изучение и анализ технической документации на сооружение (при ее наличии):<br>а) Сбор технической документации на сооружения или сведений о ее отсутствии;<br>б) Изучение и анализ проектной и исполнительной документации, материалов предыдущих обследований и испытаний (при ее наличии);<br>в) Выводы по результатам изучения и анализа технической документации, в том числе о соответствии существующих конструкций указанным выше материалам (при наличии).<br>2. Полевые работы.<br>3. Обмерные работы:<br>а) Определение основных размеров сооружения, его конструкций и элементов, подмостовых габаритов, расстояний до коммуникации и других сооружений в границах обследования. Выполнение измерений в объеме, достаточном для разработки проектной документации (измерение длины путепровода, длины пролетных строений, высоты опор, размеров сечений элементов, а также расстояния между элементами и др.).<br>б) Измерения на сопряжениях путепроводов с подходами.<br>Измерение ширины земляного полотна (насыпи), ширины проезжей части, высоты ограждений, высоты насыпи (глубины выемки) в месте сопряжения с мостовым сооружением.<br>в) Измерение габарита приближения строений и элементов верхнего строения пути. Измерение высоты ограждений, перил.<br>г) Определение толщины балласта, либо толщин слоев покрытия.<br>д) Определение глубины карбонизации защитного слоя бетона, определение содержания хлоридов в бетоне защитного слоя.<br>е) Оценка ширины и глубины трещин в основных конструктивных элементах моста.<br>4. Визуальное обследование видимых частей сооружения с выявлением дефектов:<br>а) Обследование элементов мостового полотна, верхнего строения пути. |

18

35

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | Выявление дефектов в покрытии, элементах ограждений, на тротуарах, в элементах перил, в деформационных швах, в системе водоотвода, определение размеров дефектов, фотофиксация дефектов (с пояснением в отчете).<br>б) Обследование пролетных строений.<br>Выявление дефектов в пролетных строениях, определение размеров дефектов, фотофиксация дефектов.<br>в) Обследование видимой части опор.<br>Выявление дефектов на видимых поверхностях опор, определение размеров дефектов, фотофиксация дефектов. Оценка высотного и пространственного положения опор на предмет выявления осадок, кренов.<br>г) Обследование опорных частей.<br>Выявление дефектов в опорных частях, определение размеров дефектов, фотофиксация дефектов.<br>д) Обследование эксплуатационных обустройств.<br>Выявление дефектов в эксплуатационных обустройствах, осмотр коммуникаций, определение размеров дефектов, фотофиксация дефектов.<br>е) Обследование конусов, подмостового пространства.<br>Выявление дефектов в конусах, в регуляционных сооружениях, дефектов подмостового пространства, определение размеров дефектов, фотофиксация дефектов.<br>5. Приборное и инструментальное обследование конструкций:<br>а) Проверка соответствия положения опорных частей на опорах.<br>б) Измерение трещин в бетонных конструкциях:<br>- измерение длины;<br>- глубины;<br>- ширины раскрытия трещин.<br>в) Измерение прочности бетона методом упругого отскока, пластической деформации или ультразвуковым.<br>г) Измерение величины защитного слоя бетона |

19

36

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | ультразвуковым методом.<br>д) Измерение ослабления сечений в местах коррозии, разрушений, сколов.<br>6. Обработка данных по обследованию:<br>а) Составление продольных схем сооружений.<br>б) Составление поперечных сечений сооружений.<br>в) Составление детальной дефектной ведомости. Группировка однотипных дефектов, классификация, оценка категорий дефектов, подготовка ссылок на фотоиллюстрации дефектов.<br>г) Обработка результатов измерений прочности бетона.<br>д) Обработка результатов измерений толщины защитного слоя бетона.<br>7 Анализ состояния конструкций сооружения, определение грузоподъемности существующих конструкций. Определение общей оценки его технического состояния, разработка технического заключения и рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, назначение режима эксплуатации.<br>8 Оформление Технического отчета по результатам обследования.<br>9 Получение силами Исполнителя исходных данных (либо сведений об их отсутствии) для последующего выполнения проектных работ по мостовым сооружениям, в частности:<br>а) материалов паспортизации;<br>б) материалов предыдущих обследований мостовых сооружений. |
| 14 | Рекомендации по технике безопасности и охране труда | Работы по обследованию путепроводов относятся к категории опасных. Все лица, участвующие в этой работе, строго и неукоснительно соблюдают действующие Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, требования Инструкции по организации движения и ограждению мест производства работ, а также другие ведомственные правила и инструкции. В случае использования новых приемов труда и передвижных лабораторий, для которых требования техники безопасности не предусмотрены, следует соблюдать требования специально разработанных для таких случаев инструкций и указаний. Ответственность за соблюдение техники безопасности при |

20

37

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | производстве работ несёт Исполнитель.<br>Работы на действующей железной дороге проводить в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», «Правил по технике безопасности и производственной санитарии при производстве работ в путевом хозяйстве» применительно к изыскательским работам.<br>До начала работ на перегоне руководитель работ обязан предоставить в дистанцию пути письменное уведомление с указанием места и времени работ. |
| 15 | Характеристика и качество выполняемых работ | При выполнении работ по оценке технического состояния путепроводов должны быть учтены указания следующих документов:<br>- ОДН 218.017-2003. Руководство по оценке транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений. (Распоряжение Росавтодора от 29.03.2003 № ОС-198-р).<br>- ОДМ 218.3.042-2014. Рекомендации по определению параметров и назначению категорий дефектов при оценке технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах. |
| | | - СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07-86 (с Изменениями N 1, 3).<br>- СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с Изменениями и дополнениями).<br>- ГОСТ Р 59618-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила обследований и методы испытаний».<br>- «Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах» (1996 г.). |
| 16 | Требования к сдаче результатов работ Заказчику | До прохождения государственной экспертизы результаты обследований передаются для рассмотрения и согласования в электронном виде в формате *.pdf, сопроводительным письмом Заказчику со ссылкой на скачивание.<br>После прохождения государственной экспертизы и получения положительного заключения Исполнитель передаёт Проектировщику полный комплект результатов обследований на бумажных носителях **(6 экземпляров)** и в электронном виде на CD/DVD носителе **(4 экземпляра)**, в редактируемом формате *.dwg, *.doc и т. д., и формате *.pdf, при этом состав и структура |

21

38

| №п/п | ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ | СОДЕРЖАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | электронной версии должны быть идентичны бумажному оригиналу.<br>Требования к форматам отчётных материалов:<br>- форматы векторных данных: программа AutoCAD формат *.dwg. Формат *.dwg должен поддерживаться всеми версиями AutoCAD начиная с 2007 г. Использование других векторных форматов подлежит дополнительному согласованию с Заказчиком;<br>- форматы основной, сопроводительной, дополняющей документации: *.doc, *.xls, *.pdf;<br>Электронная версия комплекта графической документации выполняется в программе AutoCAD в формате *.dwg и программе Adobe Acrobat в формате *.pdf, текстовой документации - в программе MSWord в формате *.doc, и программе Adobe Acrobat в формате *.pdf и комплектно передаётся на CD/DVD носителе, подготовленных Исполнителем документации;<br>В корневом каталоге CD/DVD носителя должен находиться текстовый файл содержания.<br>Состав и структура электронной версии на CD/DVD носителе должны быть идентичны бумажному оригиналу. Каждый физический раздел комплекта (том, книга, альбом чертежей и т. п.) должен быть представлен в отдельном каталоге файлом (группой файлов) электронного. |
| 17 | Срок сдачи результатов работ Заказчику | Согласно Календарному плану Договора. |

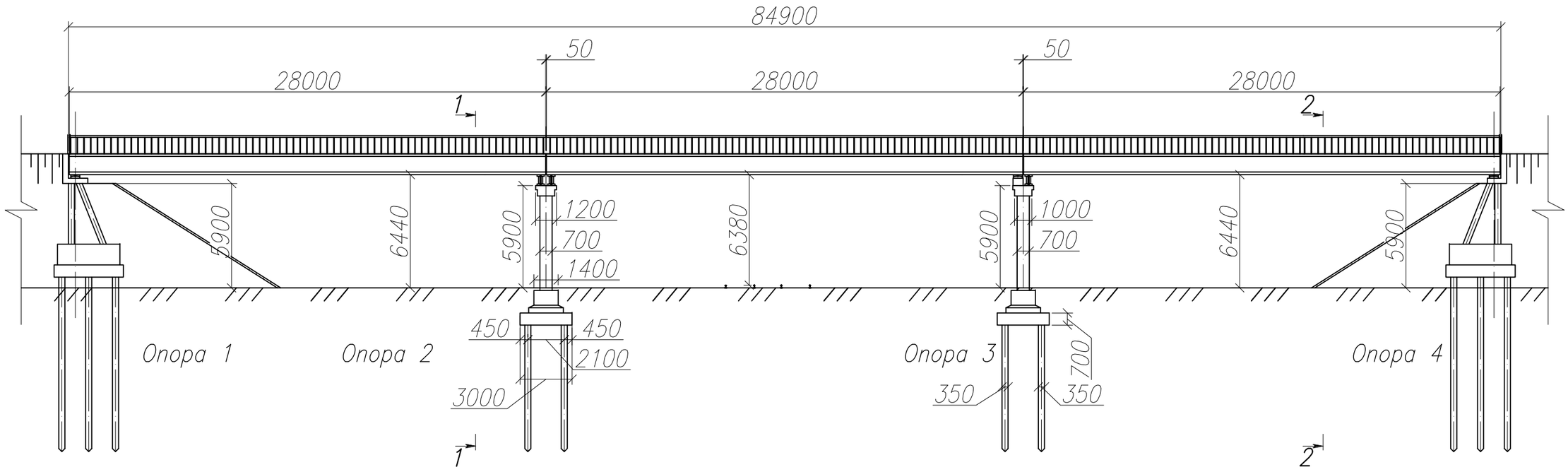
22

39

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Схемы сооружения

# Общий вид путепровода №2 под трамвайные пути в районе ул. Выставочная в городе Ярославле




## Фактические отметки оголовок рельс путепровода

### Подход к опоре 1

| Сечение, м | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути |
|---|---|---|---|---|
| -54 | 109.429 | 109.45 | 109.43 | 109.417 |
| -51 | 109.589 | 109.572 | 109.573 | 109.573 |
| -48 | 109.724 | 109.744 | 109.764 | 109.737 |
| -45 | 109.895 | 109.865 | 109.884 | 109.865 |
| -42 | 110.026 | 110.046 | 110.029 | 110.021 |
| -39 | 110.154 | 110.155 | 110.152 | 110.128 |
| -36 | 110.27 | 110.284 | 110.292 | 110.27 |
| -33 | 110.386 | 110.361 | 110.375 | 110.366 |
| -30 | 110.48 | 110.491 | 110.478 | 110.483 |
| -27 | 110.579 | 110.593 | 110.54 | 110.548 |
| -24 | 110.644 | 110.645 | 110.628 | 110.638 |
| -21 | 110.728 | 110.71 | 110.694 | 110.691 |
| -18 | 110.783 | 110.787 | 110.757 | 110.771 |
| -15 | 110.814 | 110.828 | 110.802 | 110.82 |
| -12 | 110.855 | 110.862 | 110.864 | 110.87 |
| -9 | 110.902 | 110.916 | 110.928 | 110.92 |
| -6 | 110.97 | 110.957 | 110.995 | 110.987 |
| -3 | 111.021 | 111.013 | 111.058 | 111.064 |

### Пролеты 1–3

| Сечение, м | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути |
|---|---|---|---|---|
| Опора 1 | 111.055 | 111.039 | 111.058 | 111.061 |
| 3 м | 111.129 | 111.094 | 111.09 | 111.113 |
| 6 м | 111.145 | 111.147 | 111.118 | 111.121 |
| 9 м | 111.156 | 111.148 | 111.116 | 111.143 |
| 12 м | 111.147 | 111.141 | 111.126 | 111.133 |
| 15 м | 111.188 | 111.172 | 111.165 | 111.157 |
| 18 м | 111.229 | 111.203 | 111.207 | 111.185 |
| 21 м | 111.254 | 111.243 | 111.252 | 111.244 |
| 24 м | 111.273 | 111.274 | 111.258 | 111.262 |
| 27 м | 111.291 | 111.303 | 111.323 | 111.306 |
| 30 м | 111.32 | 111.292 | 111.32 | 111.317 |
| 33 м | 111.323 | 111.325 | 111.316 | 111.313 |
| 36 м | 111.308 | 111.3 | 111.293 | 111.289 |
| 39 м | 111.301 | 111.302 | 111.276 | 111.26 |
| 42 м | 111.279 | 111.278 | 111.304 | 111.277 |
| 45 м | 111.283 | 111.299 | 111.299 | 111.263 |
| 48 м | 111.28 | 111.287 | 111.296 | 111.276 |
| 51 м | 111.282 | 111.278 | 111.281 | 111.274 |
| 54 м | 111.274 | 111.267 | 111.277 | 111.287 |
| 57 м | 111.268 | 111.277 | 111.271 | 111.289 |
| 60 м | 111.255 | 111.256 | 111.26 | 111.279 |
| 63 м | 111.229 | 111.243 | 111.258 | 111.268 |
| 66 м | 111.238 | 111.236 | 111.24 | 111.24 |
| 69 м | 111.156 | 111.167 | 111.195 | 111.192 |
| 72 м | 111.149 | 111.139 | 111.173 | 111.164 |
| 75 м | 111.129 | 111.114 | 111.171 | 111.166 |
| 78 м | 111.142 | 111.129 | 111.16 | 111.173 |
| 81 м | 111.136 | 111.141 | 111.163 | 111.178 |
| Опора 4 | 111.115 | 111.115 | 111.143 | 111.155 |

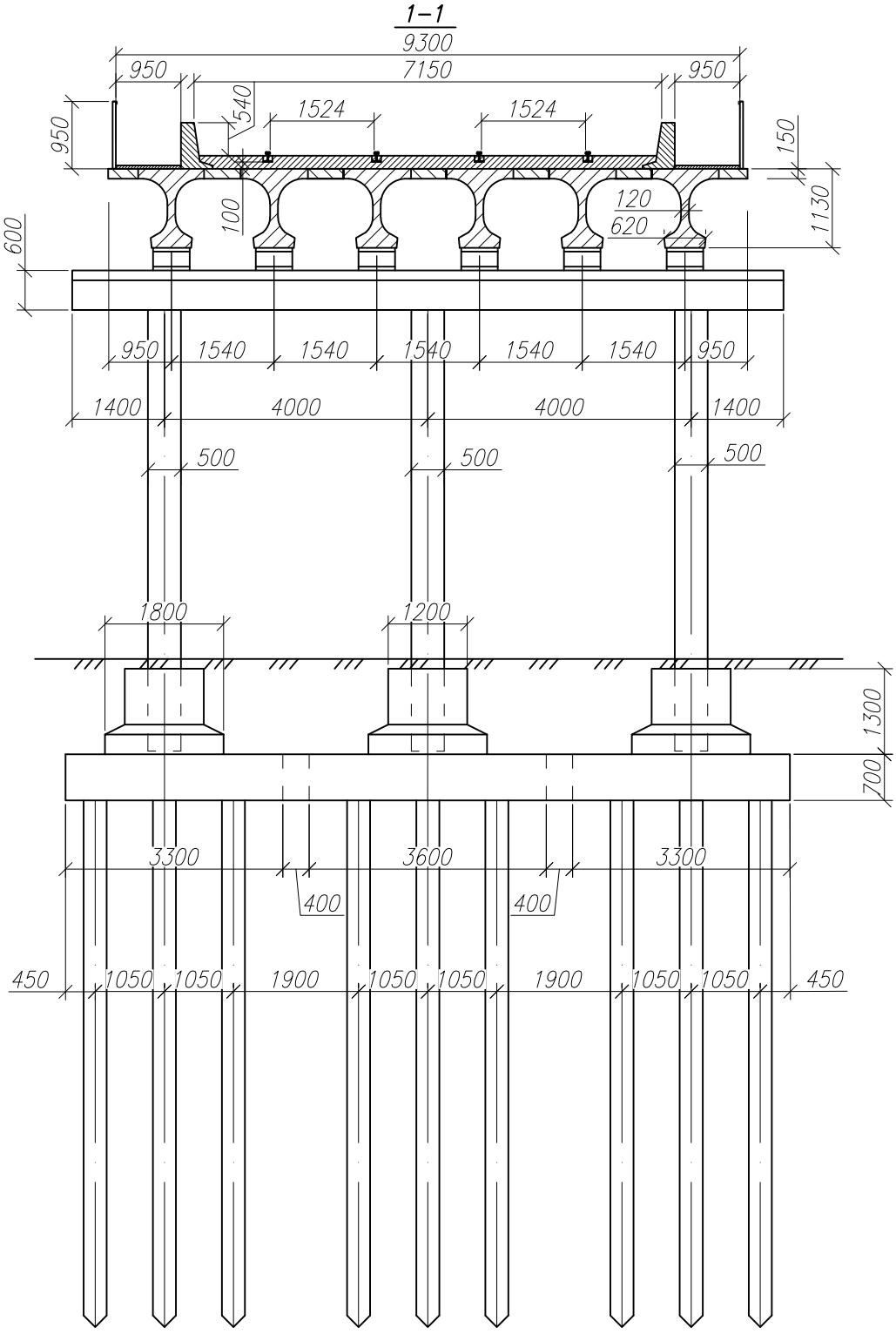
### Подход к опоре 4

| Сечение, м | Левый рельс левого пути | Правый рельс левого пути | Левый рельс правого пути | Правый рельс правого пути |
|---|---|---|---|---|
| +3 | 111.053 | 111.053 | 111.077 | 111.067 |
| +6 | 111.002 | 111.011 | 111.014 | 111.030 |
| +9 | 110.961 | 110.994 | 110.972 | 110.971 |
| +12 | 110.893 | 110.914 | 110.908 | 110.911 |
| +15 | 110.855 | 110.860 | 110.836 | 110.860 |
| +18 | 110.782 | 110.786 | 110.816 | 110.798 |
| +21 | 110.705 | 110.725 | 110.713 | 110.732 |
| +24 | 110.631 | 110.632 | 110.662 | 110.634 |
| +27 | 110.579 | 110.585 | 110.589 | 110.564 |
| +30 | 110.506 | 110.504 | 110.527 | 110.509 |
| +33 | 110.425 | 110.415 | 110.445 | 110.428 |
| +36 | 110.348 | 110.346 | 110.381 | 110.321 |
| +39 | 110.241 | 110.237 | 110.247 | 110.228 |
| +42 | 110.181 | 110.181 | 110.171 | 110.299 |
| +45 | 110.188 | 110.161 | 110.149 | 110.166 |
| +48 | 109.999 | 110.008 | 110.004 | 109.996 |
| +51 | 109.887 | 109.885 | 109.883 | 109.885 |
| +54 | 109.787 | 109.800 | 109.793 | 109.788 |

## Примечания:

1. Масштаб 1:250.
2. Все размеры даны в милиметрах.

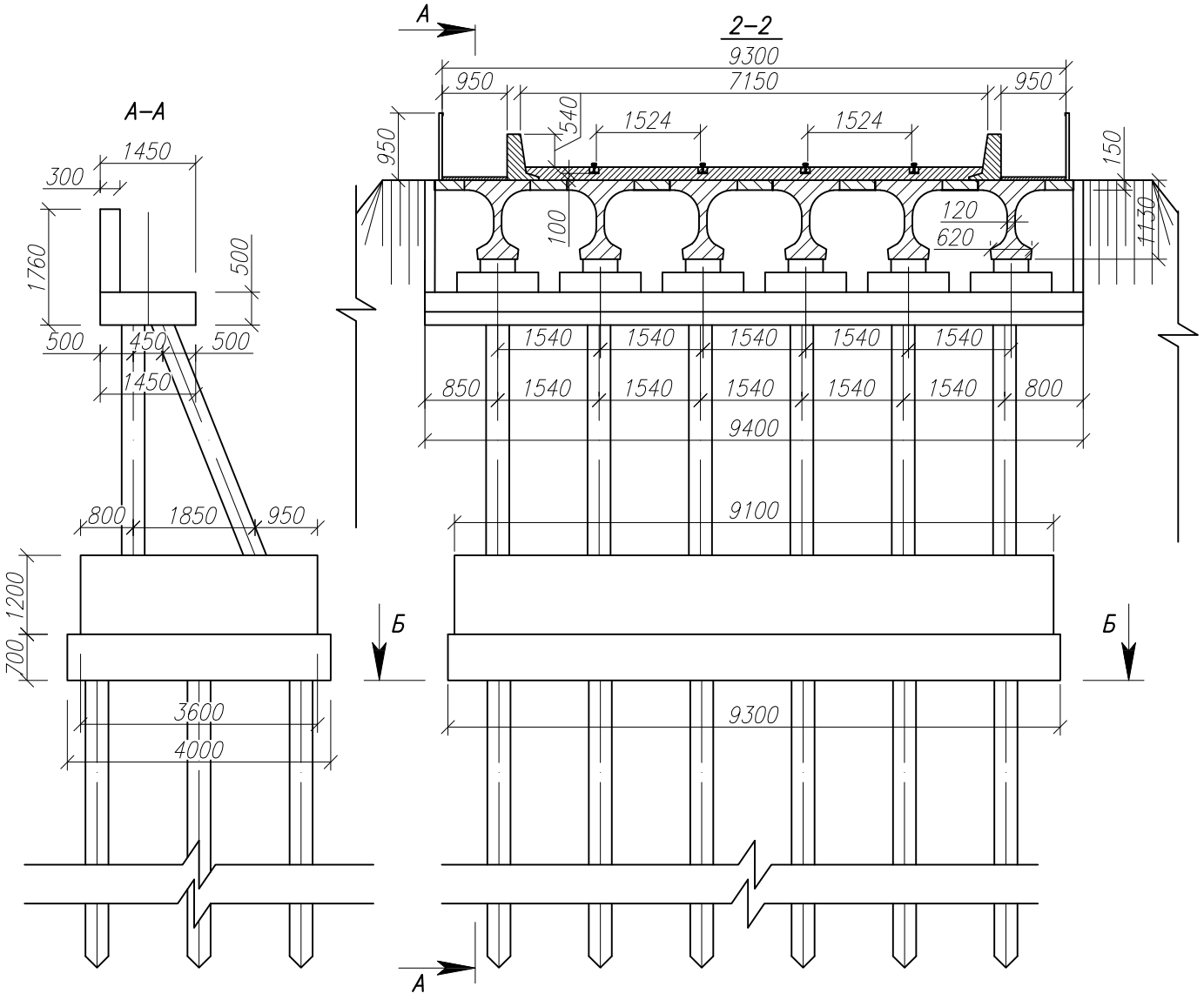
*Поперечное сечение опоры 2 путепровода N°2 под трамвайные пути в районе ул.Выставочная в городе Ярославле*



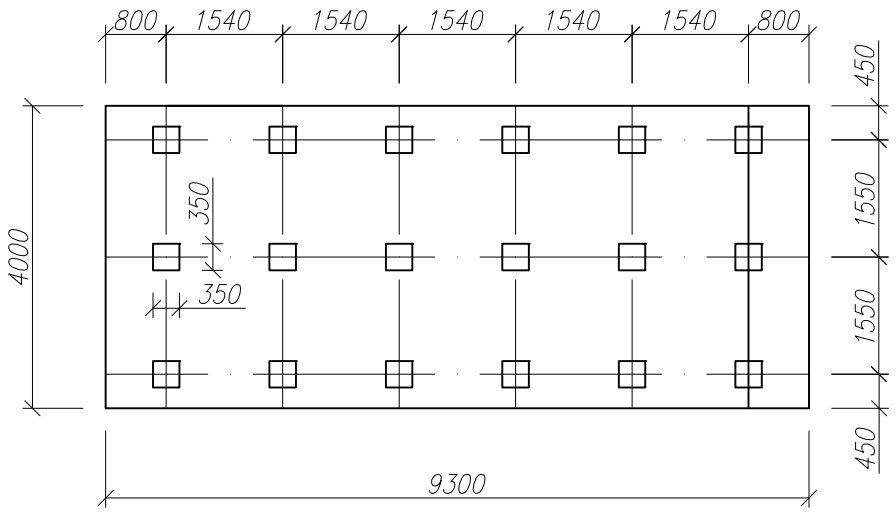

*Примечания:*

1. *Масштаб 1:250.*
2. *Все размеры даны в милиметрах.*

*Поперечное сечение опоры 4 путепровода №2 под трамвайные пути в районе ул.Выставочная в городе Ярославле*




Б–Б




*Примечания:*

1. *Масштаб 1:250.*
2. *Все размеры даны в милиметрах.*
3. *На разрезе А–А конструкция мостового полотна и пролетных строений условно не показана.*

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Фотоиллюстрации

**Рисунок 1 – Общий вид путепровода с левой стороны, от опоры1**

**Рисунок 2 – Трамвайное полотно, вид от опоры 1**

**Рисунок 3 – Левый служебный проход, вид от опоры 1**

**Рисунок 4 – Правый служебный проход, вид от опоры 1**

**Рисунок 5 – Пролет 1, вид от опоры 1**

**Рисунок 6 – Пролёт 3, вид справа, от опоры 3**

**Рисунок 7 – Опора 2, вид от опоры 1**

**Рисунок 8 – Опора 3, вид от опоры 4**

**Рисунок 9 – Водоотводная решетка**

**Рисунок 10 –Пролет 1, левое парапетное ограждение. Шелушение окрасочного покрытия**

**Рисунок 11 – Пролёт 1, правое ограждение безопасности, железобетон. Недостаточная величина защитного слоя бетона с оголением и коррозией арматуры**

**Рисунок 12 – Пролет 1, покрытие проезжей части, асфальтобетон Разрушение и сети трещин**

**Рисунок 13 – Пролет 1, левые и правые трамвайные пути, болтовое соединение. Не затянуты**

**Рисунок 14 – Пролёт 3, водоотводная трубка возле опоры 4. Недостаточная длина и коррозия**

**Рисунок 15 – Пролет 1, балка Б6 надпопорная зона опоры 1. Скол бетона с обнажением и коррозией арматуры**

**Рисунок 16 – Пролет 1, консоль балки Б1. Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры**

**Рисунок 17 – Пролёты 1, нижняя поверхность плиты проезжей части между балками Б4 и Б5, железобетон. Выщелачивание цементного камня с отложением солей на поверхности и образованием сталактитов**

**Рисунок 18 – Опора 1, торец балки Б5. Следы протечек.**

**Рисунок 19 – Пролет 3, балка Б1 надпопорная зона опоры 4. Скол бетона с обнажением и коррозией арматуры**

**Рисунок 20 – Опора 1, шкафная стенка, сухие следы протечек**

**Рисунок 21 – Опора 2, боковые поверхность ригеля, железобетон. Следы протечек**

**Рисунок 22 – Опора 3, боковые поверхности ригеля, железобетон. Следы протечек**

**Рисунок 23 – Опора 3, боковые поверхности ригеля в зоне стойки С1, железобетон. Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры**

**Рисунок 24 – Опора 4, опорные часть под балкой Б4, металл. Коррозия с образованием толстых окислов**

**Рисунок 25 – Опора 4, левый открылок. Крен**

**Рисунок 26 – Лестничный сход на подходе к опоре 1. Морозное разрушение ступеней**

**Рисунок 27 – Подход к опоре 1, левые и правые трамвайные пути. Зарастание**

**Рисунок 28 – Подход к опоре 4, левый трамвайный путь. Просадка**

**Рисунок 29 – Подход к опоре 4, левый и правый трамвайные пути. Зарастание**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Ведомость дефектов и повреждений

**Ведомость дефектов и повреждений путепровода под трамвайные пути через железнодорожные пути и Республиканский проезд в городе Ярославле в районе улицы Выстовочная**

| № п/п | Положение дефекта: №№ пролетов (опор), элемент, № элемента, локализация, материал | Тип и описание дефекта | Параметры и их значения | Категория дефекта* | | | | Прим. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Б | Д | Г | Р | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ***1. Мостовое полотно*** | | | | | | | | |
| ***Пролет 1*** | | | | | | | | |
| 1.1. | Пролет 1, левое парапетное ограждение, железобетон | Шелушение окрасочного покрытия | $\Sigma F_{ш}$=40% | 0 | 1 | 0 | 2 | Рисунок 10 |
| 1.2. | | Сколы бетона без оголения арматуры | ΣV = 0,003 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.3. | | Морозное разрушение бетона с оголением арматурных стержней | ΣV = 0,0025 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.4. | Пролет 1, правое парапетное ограждение, железобетон | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматурных стержней | ΣV = 0,04 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 11 |
| 1.5. | Пролет 1, асфальтобетон, кромки; покрытие в зоне трамвайных путей | Разрушение | $\Sigma V_{прав}$ = 0,14<br>$\Sigma V_{лев}$ = 0,001 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 12 |
| 1.6. | Пролет 1, асфальтобетонное покрытие в зоне проезжей части | Сеть разнонаправленных трещин | ΣF=80%; c⩽10 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.7. | Пролёт 1, покрытие прохожей части над опорами 1-2, асфальтобетон:<br>над опорой 1<br>над опорой 2 | Наклонные трещины | <br>L=3; c⩽13; n=1<br>L⩽3; c⩽20; n=3 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.8. | Пролёт 1-3, мостовое полотно, гидроизоляция | Повреждение | ΣF=11,8 | 0 | 3 | 0 | 2 | |
| 1.9. | Деформационные швы 1- 2 | Нарушение герметичности | ΣB=18,0 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.10. | Пролёт 1, водоотводные трубки между балками Б3-Б4 | Недостаточная длина | n=100% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.11. | | Коррозия | n=100% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.12. | Пролет 1, перильные ограждения слева и справа, металл | Недостаточная высота ($H_{треб} \geq 1,1$ м) | $H_{факт} \leq 0,98$ | 2 | 0 | 0 | 3 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.13. | Пролет 1, левые и правые трамвайные пути, болтовое соединение | Не затянуты | Σn=20% | 3 | 2 | 0 | 1 | Рисунок 13 |
| ***Пролет 2*** | | | | | | | | |
| 1.14. | Пролет 2, левое парапетное ограждение, железобетон | Шелушение окрасочного покрытия | $\Sigma F_ш$=40% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.15. | | Сколы бетона без оголения арматуры | ΣV = 0,003 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.16. | | Морозное разрушение бетона с оголением арматурных стержней | ΣV = 0,0025 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.17. | Пролет 2, правое парапетное ограждение, железобетон | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматурных стержней | ΣV = 0,04 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.18. | Пролет 2, асфальтобетон, кромки; покрытие в зоне трамвайных путей | Разрушение | $\Sigma V_{прав}$ = 0,131<br>$\Sigma V_{лев}$ = 0,031 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.19. | Пролет 2, асфальтобетонное покрытие в зоне проезжей части | Сеть разнонаправленных трещин | ΣF=80%; c⩽10 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.20. | Пролёт 2, покрытие прохожей части над опорой 3, асфальтобетон | Наклонные трещины | L⩽3; c⩽15; n=2 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.21. | Пролёт 2, мостовое полотно, гидроизоляция | Повреждение | ΣF=11,8 | 0 | 3 | 0 | 2 | |
| 1.22. | Деформационный шов над опорой 3 | Нарушение герметичности | ΣB=9,0 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.23. | Пролёт 2, водоотводные трубки между балками Б3-Б4 | Недостаточная длина | n=100% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.24. | | Коррозия | n=100% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.25. | Пролет 2, перильные ограждения слева и справа, металл | Недостаточная высота ($H_{треб} \geq 1,1$ м) | $H_{факт} \leq 0,95$ | 2 | 0 | 0 | 3 | |
| 1.26. | Пролет 2, левые и правые трамвайные пути, болтовое соединение | Не затянуты | Σn=20% | 3 | 2 | 0 | 1 | |
| ***Пролет 3*** | | | | | | | | |
| 1.27. | Пролет 3, левое парапетное ограждение, железобетон | Шелушение окрасочного покрытия | $\Sigma F_ш$=40% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.28. | | Сколы бетона без оголения арматуры | ΣV = 0,003 | 0 | 1 | 0 | 2 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.29. | | Морозное разрушение бетона с оголением арматурных стержней | $\Sigma V = 0{,}0025$ | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.30. | Пролет 3, правое парапетное ограждение, железобетон | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматурных стержней | $\Sigma V = 0{,}04$ | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.31. | Пролет 3, асфальтобетон, кромки; покрытие в зоне трамвайных путей | Разрушение | $\Sigma V_{прав} = 0{,}137$<br>$\Sigma V_{лев} = 0{,}024$ | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.32. | Пролет 3, асфальтобетонное покрытие в зоне проезжей части | Сеть разнонаправленных трещин | $\Sigma F=80\%$; $c \leqslant 10$ | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 1.33. | Пролёт 3, покрытие прохожей части над опорой 4, асфальтобетон | Наклонные трещины | $L \leqslant 2{,}6$; $c \leqslant 13$; $n=3$ | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.34. | Пролёт 3, мостовое полотно, гидроизоляция | Повреждение | $\Sigma F=11{,}8$ | 0 | 3 | 0 | 2 | |
| 1.35. | Деформационный шов над опорой 4 | Нарушение герметичности | $\Sigma B=9{,}0$ | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.36. | Пролёт 3, водоотводные трубки между балками Б3-Б4 | Недостаточная длина | $n=100\%$ | 0 | 1 | 0 | 2 | Рисунок 14 |
| 1.37. | | Коррозия | $n=100\%$ | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 1.38. | Пролет 3, перильные ограждения слева и справа, металл | Недостаточная высота ($H_{треб} \geq 1{,}1$ м) | $H_{факт} \leq 0{,}96$ | 2 | 0 | 0 | 3 | |
| 1.39. | Пролет 3, левые и правые трамвайные пути, болтовое соединение | Не затянуты | $\Sigma n=20\%$ | 3 | 2 | 0 | 1 | |
| ***2. Пролётные строения*** | | | | | | | | |
| ***Пролет 1*** | | | | | | | | |
| 2.1. | Пролет 1, надопорные зоны балок Б1-Б6 | Локальные сколы бетона, местами с оголением корродирующей арматуры | $\Sigma V=0{,}009$ | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 15 |
| 2.2. | Пролет 1, консоли балок Б1 и Б6, железобетон<br>консоль Б1<br>консоль Б6 | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры | $\Sigma V=0{,}0092$<br>$\Sigma V=0{,}007$ | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 16 |
| 2.3. | Пролёт 1, нижняя поверхность плиты проезжей части, железобетон<br>консоль балки Б1 | Выщелачивание цементного камня с отложением солей на поверхности и образованием сталактитов | $\Sigma F=0{,}8$ | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 17 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | между Б1-Б2<br>между Б2-Б3<br>между Б3-Б4<br>между Б4-Б5<br>между Б5-Б6<br>консоль балки Б6 | | ΣF=1,54<br>ΣF=1,2<br>ΣF=1,12<br>ΣF=0,23<br>ΣF=0,8 | | | | | |
| 2.4. | Пролёт 1, торцы балок Б1-Б6 в зоне опор 1-2, железобетон | Следы протечек | ΣF=55% | 0 | 1 | 0 | 2 | Рисунок 18 |
| | | | ***Пролет 2*** | | | | | |
| 2.5. | Пролет 2, консоли балок Б1 и Б6, железобетон<br>консоль Б1<br>консоль Б6 | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры | <br>ΣV=0,0084<br>ΣV=0,0022 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 2.6. | Пролёт 2, нижняя поверхность плиты проезжей части, железобетон<br>консоль балки Б1<br>между Б1-Б2<br>между Б2-Б3<br>между Б3-Б4<br>между Б4-Б5<br>между Б5-Б6<br>консоль балки Б6 | Выщелачивание цементного камня с отложением солей на поверхности и образованием сталактитов | <br>ΣF=0,0,06<br>ΣF=0,27<br>ΣF=0,014<br>ΣF=0,016<br>ΣF=0,88<br>ΣF=2,76<br>ΣF=0,09 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 6 |
| | | | ***Пролет 3*** | | | | | |
| 2.7. | Пролет 3, надопорные зоны балок Б1 и Б4 | Локальные сколы бетона, местами с оголением корродирующей арматуры | ΣV=0,007 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 19 |
| 2.8. | Пролет 3, консоли балок Б1 и Б6, железобетон<br>консоль Б1<br>консоль Б6 | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры | <br>ΣV=0,0052<br>ΣV=0,006 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 2.9. | Пролёт 3, нижняя поверхность плиты проезжей части, железобетон<br>консоль балки Б1<br>между Б1-Б2 | Выщелачивание цементного камня с отложением солей на поверхности и образованием сталактитов | <br><br>ΣF=0,02 | 0 | 2 | 0 | 2 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | между Б2-Б3<br>между Б3-Б4<br>между Б4-Б5<br>между Б5-Б6<br>консоль Б | | ΣF=0,34<br>ΣF=0,86<br>ΣF=4,12<br>ΣF=0,78<br>ΣF=1,9 | | | | | |
| 2.10. | Пролёт 3, торцы балок Б1-Б6 в зоне опор 3-4, железобетон | Следы протечек | ΣF=55% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| ***3. Опоры и опорные части*** | | | | | | | | |
| ***Опора 1*** | | | | | | | | |
| 3.1. | Опора 1 верхняя поверхность ригеля, железобетон | Замусоривание | F=4,1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 3.2. | Опора 1, боковые поверхности ригеля, железобетон | Следы протечек | ΣF=9,5 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 3.3. | Опора 1 боковые поверхности шкафных стенок, железобетон | | ΣF=6,1 | 0 | 1 | 0 | 2 | Рисунок 20 |
| 3.4. | Опора 1, опорные части, металл | Коррозия с образованием толстых окислов | n=6 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| ***Опора 2*** | | | | | | | | |
| 3.5. | Опора 2, боковые поверхности ригеля, железобетон | Следы протечек | ΣF=9,5 | 0 | 1 | 0 | 2 | Рисунок 21 |
| 3.6. | Опора 2, опорные части, металл | Коррозия с образованием толстых окислов | n=12 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| ***Опора 3*** | | | | | | | | |
| 3.7. | Опора 3, боковые поверхности ригеля, железобетон | Следы протечек | ΣF=9,5 | 0 | 1 | 0 | 2 | Рисунок 22 |
| 3.8. | Опора 3, боковые поверхности ригеля в зоне стойки С1, железобетон | Морозное разрушение бетона с оголением и коррозией арматуры | ΣV=0,014 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 23 |
| 3.9. | Опора 3, опорные части, металл | Коррозия с образованием толстых окислов | n=12 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| ***Опора 4*** | | | | | | | | |
| 3.10. | Опора 4 верхняя поверхность ригеля, железобетон | Замусоревание | F=3,9 | 0 | 1 | 0 | 1 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.11. | Опора 4, боковые поверхности ригеля, железобетон | Следы протечек | ΣF=9,5 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 3.12. | Опора 4 боковые поверхности шкафных стенок, железобетон | | ΣF=6,0 | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 3.13. | Опора 4, опорные части, металл | Коррозия с образованием толстых окислов | n=6 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 24 |
| 3.14. | Опора 4, открылок слева, железобетон | Крен | n=1 | 0 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 25 |
| ***4. Регуляционные сооружения, подходы, конусы насыпи, подмостовое пространство*** | | | | | | | | |
| ***Подход к опоре 1*** | | | | | | | | |
| 4.1 | Подход к опоре 1, левые ограждения безопасности трамвайных путей, металл | Шелушение окрасочного покрытия, коррозия | $\Sigma F_{ш}$=25%<br>$\Sigma F_{к}$=12% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 4.2 | Лестничный сход на подходе к опоре 1 | Морозное разрушение ступеней | ΣV=0,05 | 1 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 26 |
| 4.3 | | Разрушение асфальтобетона площадок | ΣF=1,75 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 4.4 | Подход к опоре 1, левые и правые трамвайные пути | Зарастание | F=90% | 0 | 1 | 0 | 1 | Рисунок 27 |
| ***Подход к опоре 4*** | | | | | | | | |
| 4.5 | Подход к опоре 4, левые ограждения безопасности трамвайных путей, металл | Шелушение окрасочного покрытия, коррозия | $\Sigma F_{ш}$=25%<br>$\Sigma F_{к}$=12% | 0 | 1 | 0 | 2 | |
| 4.6 | Лестничные сходы на подходах со стороны опоры 4 | Морозное разрушение ступеней | ΣV=0,005 | 1 | 2 | 0 | 2 | |
| 4.7 | | Разрушение асфальтобетона площадок | ΣF=1,75 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| 4.8 | Подход к опоре 4, левый трамвайный путь | Просадка | L=0,5 | 1 | 2 | 0 | 2 | Рисунок 28 |
| 4.9 | Подход к опоре 4, левые и правые трамвайные пути | Зарастание | F=90% | 0 | 1 | 0 | 1 | Рисунок 29 |

## ОБОЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ

** – классификация выявленных дефектов по категориям выполнена в соответствии с указаниями ГОСТ 59618-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила обследований и методы испытаний»*

**1. Размер поражённой части элемента (детали) по направлению:**

***L*** — вдоль пролёта мостового сооружения м (%);

***H*** — по высоте мостового сооружения м (%);

***B*** — поперек мостового сооружения м (%);

***F*** — площадь $м^2$ (%);

**2. Параметры дефекта:**

***ℓ*** — размер по длине мостового сооружения м (%);

***h*** — размер по высоте мостового сооружения м (%);

***b*** — размер поперёк мостового сооружения м (%);

***f*** — площадь $м^2$ (%);

***A*** — площадь ослабленной части сечения элемента (детали) $м^2$ (%);

***N*** — число деталей элементов с одноимёнными дефектами шт. (%);

***n*** — число дефектов одноимённых на элементе, детали шт. (%);

***V*** — объём повреждения (дефекта) $м^3$ (%);

***T*** — глубина дефекта мм (%);

***W*** — площадь выпучивания элемента (детали) $м^2$ (%);

***X, Y, Z*** — смещение деталей или элементов соответственно вдоль пролёта мостового сооружения, поперек и по высоте мостового сооружения (как правило, для длинномерных элементов, расположенных вдоль оси X) м;

$a_{XY}$, $a_{YZ}$, $a_{ZX}$ — угол поворота соответственно в плоскости: (°)

- XY (продольном профиле);
- YZ (в поперечном сечении) – кручение в вертикальной плоскости;
- ZX (искривление в плане – горизонтальной плоскости);

***D*** — шаг трещин м;

***c*** — величина раскрытия трещин, зазор щели, шва мм.

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Предварительная расчётная оценка грузоподъёмности сооружения на перспективное мостовое полотно

# Результаты оценки грузоподъёмности

**Краткое описание методики расчета**

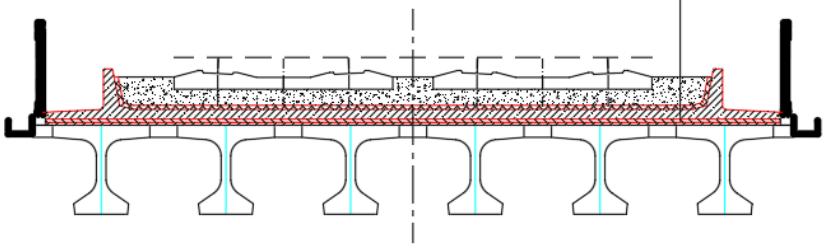
Выполним расчет пролетного строения на перспективное мостовое полотно, соответствующее требованиям СП 84.13330.2016 «Трамвайные пути».

*Рассмотрим первый вариант мостового полотна:*

- Жб шпала со скреплением АРС
- Балласт щебеночный (толщина балласта под шпалой не менее 200 мм)
- Виброизоляционные маты – 50 мм
- Железобетонное балластное корыто – 120 мм
- Защитный слой из мелкозернистого бетона – 40 мм
- Гидроизоляция «Мостопласт» - 6 мм
- Выравнивающий слой из мелкозернистого бетона – 30 мм

ВАРИАНТ 1 (с ездой на балласте)
*Водоотводные устройства не показаны

| |
|---|
| ЖБ шпала со скреплением АРС |
| Балласт щебеночный (толщина балласта под шпалой не менее 200мм) – 200 |
| Виброизоляционные маты – 50 |
| Железобетонное балластное корыто бетон В30 F300 W8 ГОСТ 26633-2015 – 120 |
| Защитный слой из мелкозернистого бетона В30 F300 W8 ГОСТ 26633-2015 – 40 |
| Гидроизоляция "Мостопласт" ТУ 5774-028-01393697-99 – 6 |
| Выравнивающий слой из мелкозернистого бетона В25 F300 W8 ГОСТ 26633-2015 – 30 |



При оценке грузоподъемности сооружения установку временной нагрузки на пролётном строении и значения коэффициентов надежности и динамичности будем принимать в соответствии с СП 35.13330.2011.

При детальном обследовании несущих конструкций сооружения, результаты которого представлены в настоящем паспорте, дефектов и повреждений, снижающих

несущую способность пролетных строений, не обнаружено. Дефектов и повреждений, снижающих несущую способность опор, не обнаружено.

Для определения грузоподъемности моста следует установить:

- предельные усилия (несущую способность) для расчетных сечений по первой группе предельных состояний на основании данных о составе расчетного сечения и состоянии материалов конструкции;
- расчетные усилия от постоянной нагрузки с учетом данных фактических обследований и обмеров сечений конструкции элементов мостового полотна;
- допустимые расчетные усилия от временной нагрузки (“$М_{пред.врем}$”), определяемые как разность между предельными усилиями и расчетными усилиями от постоянных нагрузок;
- расчетные усилия от временной нагрузки (“$М_{врем.}$”) с учетом данных фактических обследований и обмеров сечений конструкции элементов мостового полотна, влияющих на деформативные характеристики пространственной расчетной схемы;

**Описание расчетной модели**

Расчет выполнен с использованием метода конечных элементов по расчетной программе Midas Civil 2019 for Windows (сертификат соответствия №РОСС KR.НВ61.Н30101), а также методики расчета, изложенной в СП 35.13330.2011 с использованием пространственной модели пролётного строения, которая представлена в виде совокупности стержневых элементов, имеющих общие точки - узлы.

Пространственная расчетная схема (рисунок 1) составлена из балочных элементов общего вида с геометрическими и жесткостными характеристиками сечения, соответствующими проектным параметрам несущих элементов.

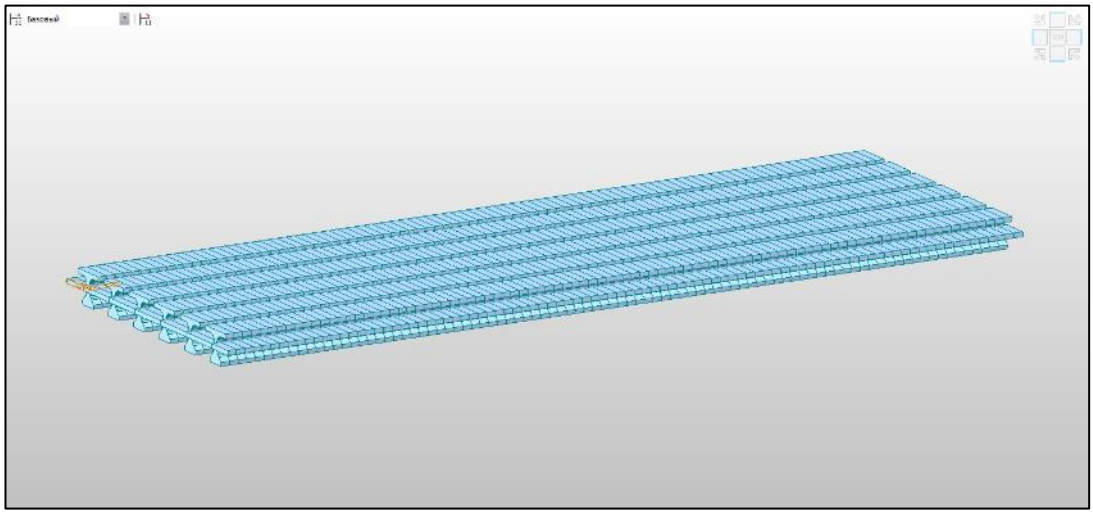


**Рисунок 1 – Расчетная модель балочного пролётного строения**

Расчетная модель пролётного строения ориентирована на вычисление внутренних усилий в главных балках.

На модель накладываются ограничения имитирующие условия закрепления, соединения отдельных частей, материал конструкции, сечения элементов. Задаются нагрузки и сочетания нагрузок, действующие на конструкцию.

Балки выполнены по индивидуальному проекту. Балки армированы десятью пучками из 24 проволок диаметром 5 мм. Класс бетона по прочности согласно проектной документации принят В40.

***Предельный изгибающий момент для среднего сечения балки в середине пролета***

Площадь сжатой зоны бетона:

$$Аб = \frac{Аст \cdot Rст}{Rб} = \frac{47 \cdot 10500}{175} = 2820см^2$$

Высота сжатой зоны бетона:

$$h.сж.б = \frac{A_b}{b} = \frac{2820}{120} = 23{,}5см$$

$$h.ц.т = \frac{120 * 15 * 7{,}5 + 85 + 12 + 57{,}5}{2820} = 25{,}5см$$

Несущая способность среднего сечения балки:

Мпред=Rb·b·hб(hd-0,5hб)=175·2820·(110-25,5-5)=392,33 т·м

***Предельная поперечная сила для приопорного сечения балки пролетного строения***

Приведенная толщина ребра b=26см

Рабочая высота сечения $h_0$=105 см

Площадь рабочей арматуры $A_{pi}$=14,1 см$^2$

Длина проекции с=76,3 см

Хомуты диаметром 10 мм, с шагом 0,12м. Арматура класса AI.

$Qпред = \sum Rpw \cdot Apl \cdot sin\,\alpha + \sum RswAsw + Qb + Q^r w,$

где $\sum Rpw \cdot Apl \cdot sin\,\alpha$ , $\sum RswAsw$ - суммы проекций усилий всей пересекаемой напрягаемой и ненапрягаемой арматуры при длине проекции сечения с;

$R_{pw}$ – расчетное сопротивление напрягаемой арматуры с учетом коэффициента $m_{p4}$=0,7.

$R_{sw}$ – расчетное сопротивление ненапрягаемой арматуры с учетом коэффициента $m_{a4}$=0,8.

$$Q_b = \frac{2R_{bt}bh_0^2}{c} = \frac{2 \cdot 1250 \cdot 0{,}26 \cdot 1{,}05^2}{0{,}763} = 939{,}22кН = 93{,}922mc.$$

Так как $Q_b = 939{,}22$кН > $mR_{bt}bh_0 = 1.3 \cdot 1250 \cdot 0{,}26 \cdot 1{,}05 = 443{,}625$кН, то для расчетов принимаем $Q_b = 443{,}625кН = 44{,}36mc$

$\sum R_{sw} A_{sw}$ =9,42*2100*0,8=15,825 т

Окончательно: $Q_{пред} = \sum R_{pw} A_{pl} sin\,\alpha + \sum R_{sw} A_{sw} + Q_b + Q_w^r = 44{,}36 + 15{,}825 = 60{,}185mc$

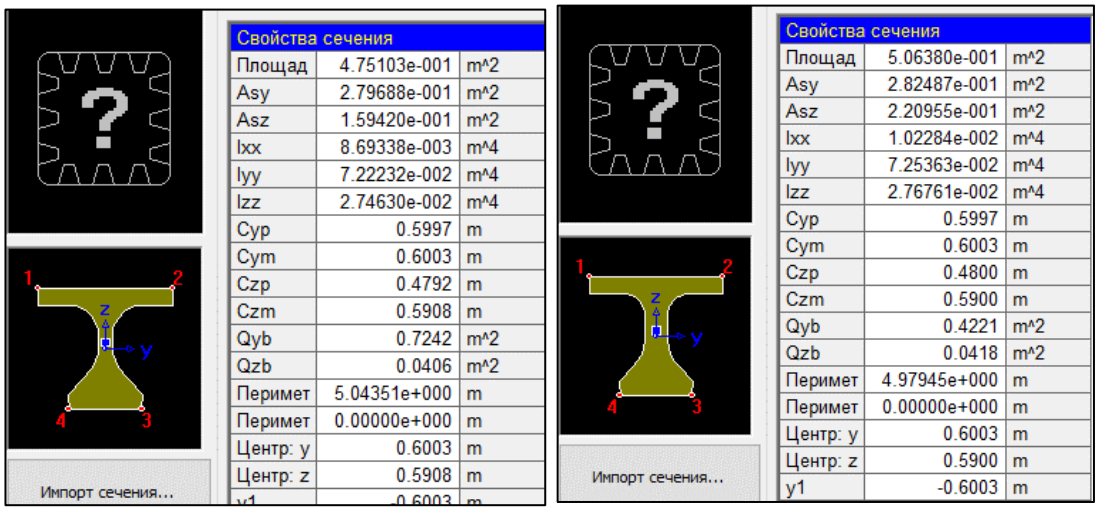
Предельный изгибающий момент составляет:

$M_{пред}$ = 392,33 т·м

Предельная поперечная сила на расстоянии 0,76 м от опорного сечения составляет:

$Q_{пред}$ = 60,185 т.

Геометрические характеристики несущих элементов пролётного строения приведены на рисунке 2.




**Балка в пролете** **Балка в зоне опирания**

**Рисунок 2 – Поперечное сечение элементов пролётного строения**

**Условия опирания**

На узлы опирания балок накладываются вертикальные связи, запрещающие перемещения вдоль оси Z, помимо вертикальных связей назначаются горизонтальные связи, ограничивающие перемещения по осям X и Y, имитирующие жесткостные характеристики опорных частей. Это обеспечивает геометрическую неизменяемость расчетной схемы пролётного строения в трехмерном пространстве и шарнирное опирание балок пролётного строения.

**Сбор нагрузок**

Модель пролётного строения загружалась вертикальными временными подвижными нагрузками и равномерно распределенными постоянными нагрузками.

Произведем сбор постоянных нагрузок. В таблице Таблица 4.4 приведен перечень всех постоянных нагрузок, действующих на пролетное строение с соответствующими коэффициентами надёжности по нагрузке. Назначение постоянных нагрузок для каждого несущего элемента пролетного строения происходит непосредственно в программном комплексе Midas Civil. На каждую балку прикладываются соответствующие ей постоянные нагрузки. Нагрузка от собственного веса несущих элементов пролетного строения вычисляется в программном комплексе на основании данных об объемном весе материалов конструкций и их геометрических размерах.

Коэффициент надежности для асфальтобетонного покрытия принимается равным 1,2, так как в расчетах принята фактическая толщина асфальтобетонного покрытия. Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса несущих элементов пролетного строения принимается равным 1.1.

**Таблица 1 – Сбор нагрузок**

| Элемент | Толщина слоя, м | Ширина, м* | Объемный вес, т/м$^3$ | Нормат. вес, т | Коэф-нт надежн. по нагр. |
|---|---|---|---|---|---|
| Шов омоноличивания | 0,15 | 0,34 | 2,50 | 0,1688 | 1,10 |
| Барьерное ограждение | - | - | - | 0,4375 | 1,10 |
| Перильное ограждение | - | - | - | 0,038 | 1,10 |
| Рельс | - | - | - | 0,065 | 1,10 |
| Железобетонная шпала** | - | - | - | 0,54 | 1,10 |
| Балласт щебеночный | 0,3 | 1,54 | 2,0 | 0,924 | 1,30 |
| Защитный слой | 0,03 | 1,54 | 2,4 | 0,111 | 1,30 |
| Выравнивающий слой | 0,04 | 1,54 | 2,4 | 0,15 | 1,30 |
| Гидроизоляция | 0,01 | 1,54 | 1,50 | 0,023 | 1,30 |
| Железобетонное корыто | 0,12 | 1,54 | 2,50 | 0,462 | 1,10 |

Примечание: * - ширина ездового полотна принята в пределах одного несущего элемента

** - вес шпалы на 1 пм

Временная трамвайная нагрузка с соответствующими коэффициентами надежности и динамическими коэффициентами учитывается в соответствии со схемами, приведенными в СП 35.13330.2011.

Схема установки временной подвижной нагрузки на пролётном строении в поперечном направлении приведена на рисунке 3.

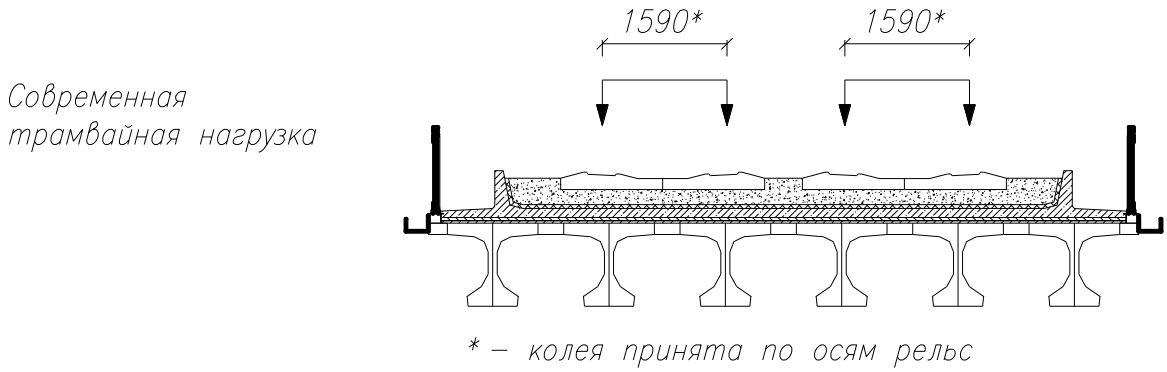



**Рисунок 3 – Расчетные схемы поперечного расположения временных нагрузок**

Наиболее невыгодное загружение расчетной трамвайной нагрузкой среднего сечения пролета показано на рисунке 4. При этом принято:

- динамический коэффициент $1+\mu=1,21$;
- коэффициент надежности $\gamma_f=1,26$;
- коэффициент полосности $n_{1...n}=1,0$.

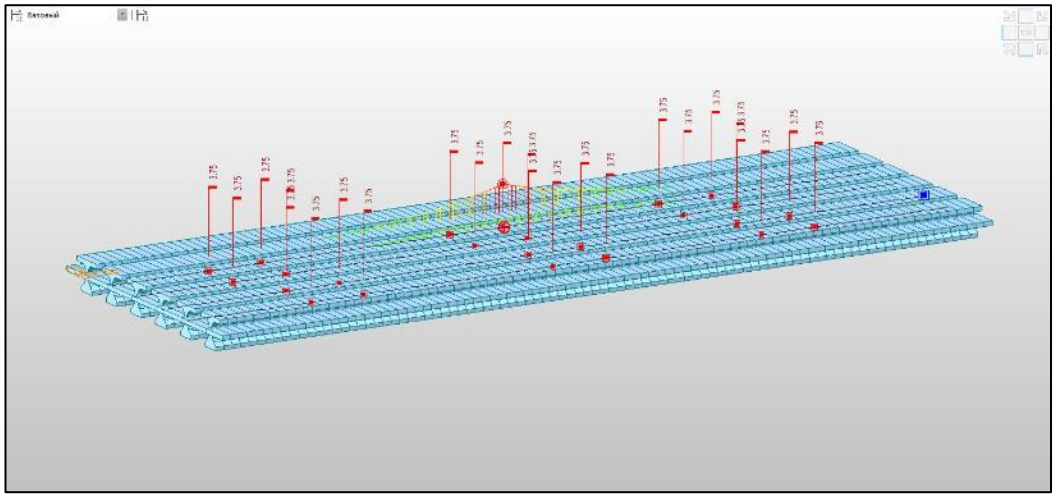


**Рисунок 4 – Загружение балок пролетного строения расчетной трамвайной нагрузкой без нагрузки на тротуарах**

**Результаты прочностных расчетов главных балок пролетного строения**

Усилия в несущих элементах сооружения от действия постоянных и временных нагрузок определялись в предположении упругой работы несущих элементов.

Несущая способность балок рассчитываемого пролетного строения определялась по прочности нормальных и наклонных сечений с учетом положений СП 35.13330.2011.

Загружение суммарными нагрузками показано на рисунке 5. Наибольший момент от загружения постоянными нагрузками совместно с трамвайной нагрузкой составляет $М_{сумм}$ = 453,57 т·м.

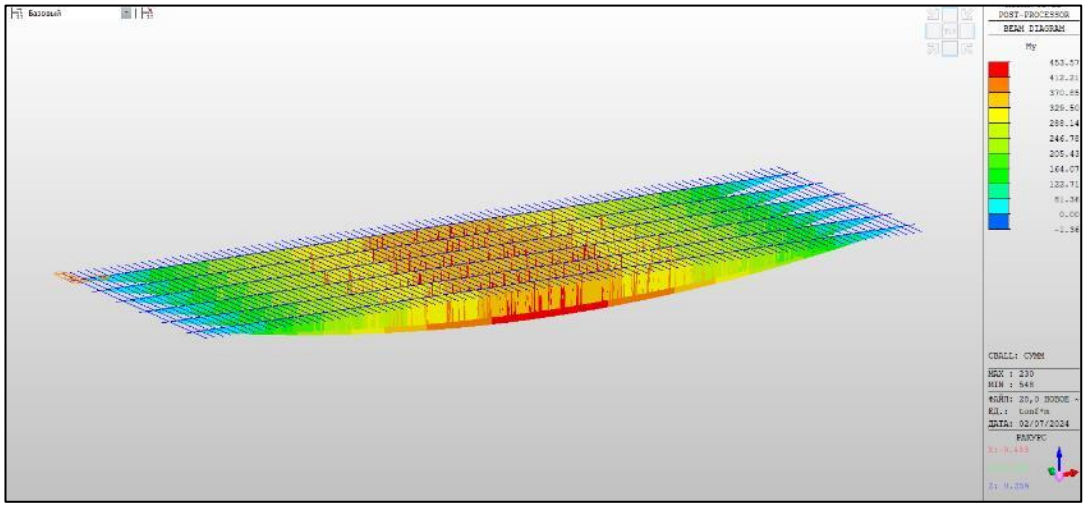



**Рисунок 5 – Эпюра моментов от суммарного действия нагрузок, т·м**

Таким образом:

$M_{сумм}$ = 453,57 т·м > $M_{пред}$ = 392,33 т·м, условие прочности **НЕ выполняется**.

Загружение суммарными нагрузками показано на рисунке 6. Наибольшая поперечная сила на расстоянии 0,76 м от опорного сечения от загружения постоянными нагрузками совместно с трамвайной нагрузкой составляет $Q_{сумм}$ = 69,6 т.

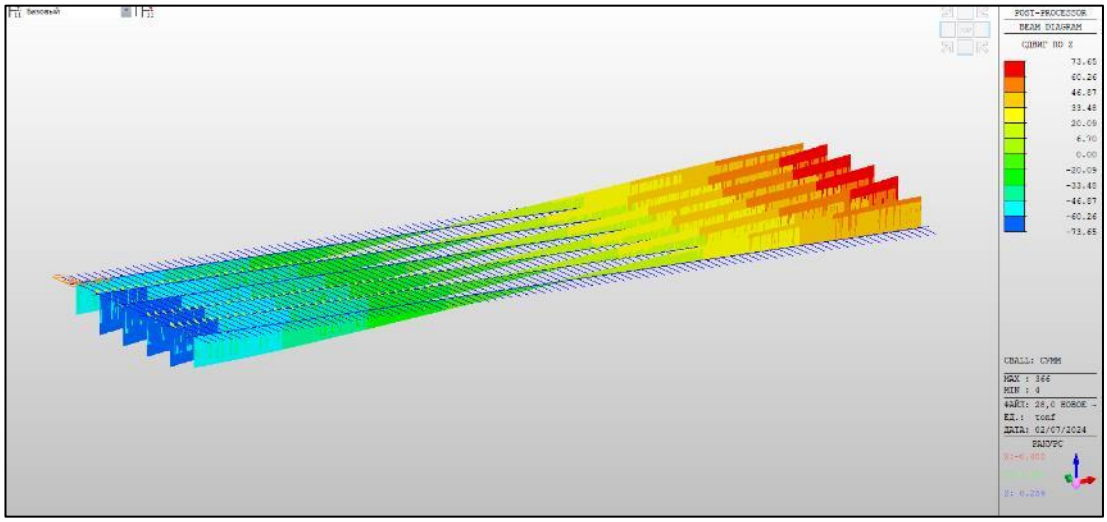



**Рисунок 6 – Эпюра поперечных сил от суммарного загружения, т**

Таким образом:

$Q_{сумм}$ = 69,6 т > $Q_{пред}$ = 60,185 т, условие прочности **НЕ выполняется**.

***Расчет опоры.***

На рисунке 7 показана расчетная модель промежуточной опоры.

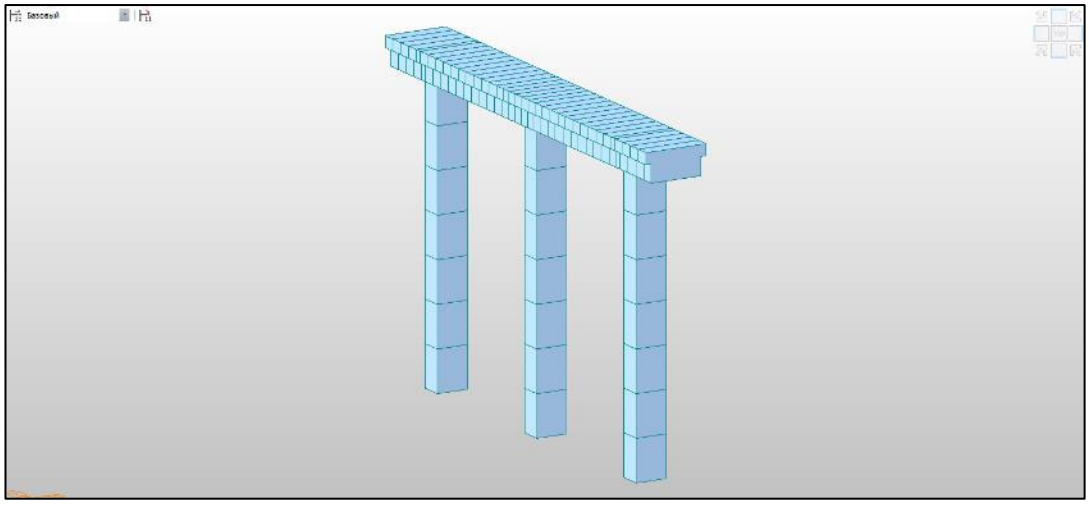


**Рисунок 7 – Расчетная модель промежуточной опоры.**

*Выполним проверку стоек опоры.*

На рисунке 8 показана эпюра изгибающих моментов в элементах опоры от действия постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой.

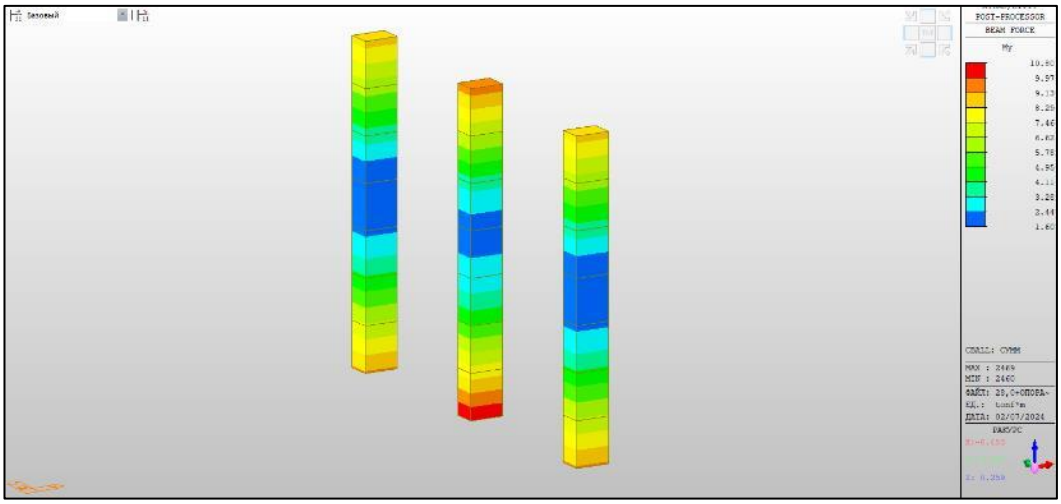



**Рисунок 8 – Эпюра моментов от суммарного действия нагрузок, т·м**

Максимальный отрицательный момент в стойках опоры составляет $M_{сумм}$=-10,8 т·м. Максимальный положительный момент в стойках опоры составляет $M_{сумм}$=1,6 т·м.

На рисунке 9 показана эпюра продольных сил в элементах опоры от действия постоянных нагрузок, трамвайной и пешеходной нагрузок.

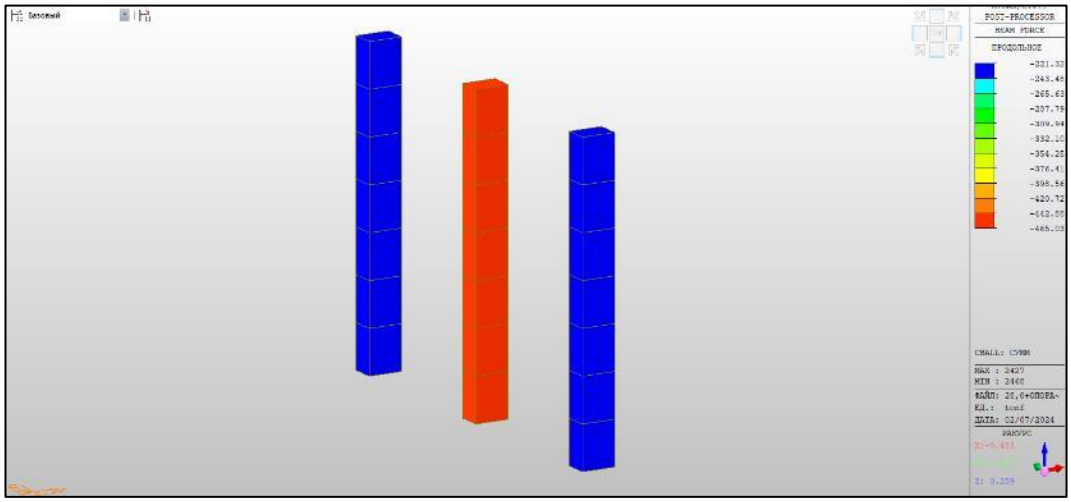



**Рисунок 9 – Эпюра продольных сил от суммарного действия нагрузок, т**

Максимальная продольная сила в стойках опоры составляет

$$N_{сумм}=465,03 \text{ т.}$$

Стойки выполнены по индивидуальному проекту. Согласно предоставленной технической документации стойки армированы горячекатанной арматурой периодического профиля диаметром 22 мм в количестве 12 шт. Арматура класса AII.

Проверка стоек выполнена в программном комплексе Midas Civil.

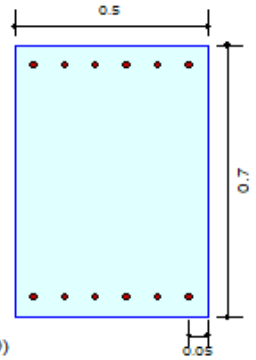
## Условие проектирования

| | |
|---|---|
| Нормы | SP 35.13330.2011 |
| Система единиц | tonf, m |
| Номер элемента | 2425 (PM), 2427 (Сдвиг) |
| Прочность | Rb = 1580.56, Rsn = 30081.6, Rswn = 23963.3 tonf/m^2 |
| Высота колнны | 0.928571 m |
| Свойство сечений | стойка (Номер : 6) |

Армирование

| | РАСПЖ 1 | РАСПЖ 2 | РАСПЖ 3 |
|---|---|---|---|
| Слой 1 | 6-d22 | -- | -- |

Общая площадь аримирования Ast = 0.00456 m^2 (Rhost = 0.0130)




## Заданные нагрузи

Сочетание нагрузок 2- AT (I) Точка"

N = 219.156 tonf, My = -8.6448, Mz = 45.3991, M = 46.2148 tonf-m

## Проверка сопротивления по осевой силе и моменту

| | | | |
|---|---|---|---|
| Критическая сила | Nr-max | = 669.211 tonf | |
| Осевая нагрузка коэффициента | N/Nr | = 219.156 / 676.419 | = 0.324 < 1.000 ..... O.K |
| Коэффициент момента | My/Mry | = - / - | |
| | Mz/Mrz | = 45.3991 / 62.7484 | = 0.724 < 1.000 ..... O.K |
| | M/Mr | = 46.2148 / 62.7484 | = 0.737 < 1.000 ..... O.K |

## Проверка сопротивления по поперечной силе

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Заданная поперечная прочность | Qy | = 4.63668, | Qz | = 2.69455 tonf (Сочетание нагрузок 2+) |
| Поперечная прочность (Y) | Qrcy | = 40.7733, | Qrsy | = 6.89361 tonf (2.0-d8 @200) |
| Поперечная прочность (Z) | Qrcz | = 44.2568, | Qrsz | = 3.44680 tonf (2.0-d8 @200) |
| Коэффициент сдвига | Q/Qr | = 4.63668 / 47.7036 | | = 0.097 < 1.000 ..... O.K |

**Условие выполняется.**

*Выполним проверку ригеля опоры.*

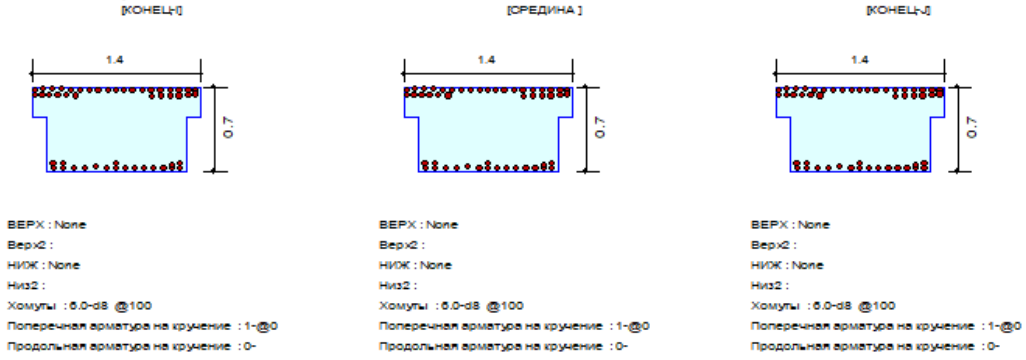
Согласно предоставленной документации, ригель армирован горячекатанной арматурой периодического профиля диаметром 20 мм в количестве 19 шт. снизу и 32 шт. сверху. Арматура класса AII. Хомуты диаметром 8 мм. Арматура класса AI.

В соответствии с данными инструментальных измерений для ригеля рассчитываемого мостового сооружения класс бетона по прочности на сжатие В30. Согласно СП 35.13330.2011 для бетона класса В30 Rb=15,5МПа, Rbt=1,10 МПа, E=32500 МПа.

Информация проектирования

| | |
|---|---|
| Нормы | : SP 35.13330.2011 |
| Система единиц | : tonf, m |
| Прочность | : Rb = 1580.56, Rsn = 23963.3, Rswn = 23963.3 tonf/m^2 |
| Пролет балки | : 0.3125 m |
| Свойство сечений | : ригель (Номер : 5) |

Схема поперечного сечения




На рисунке 10 показана эпюра изгибающих моментов в ригеле опоры от действия постоянных нагрузок и трамвайной нагрузки.

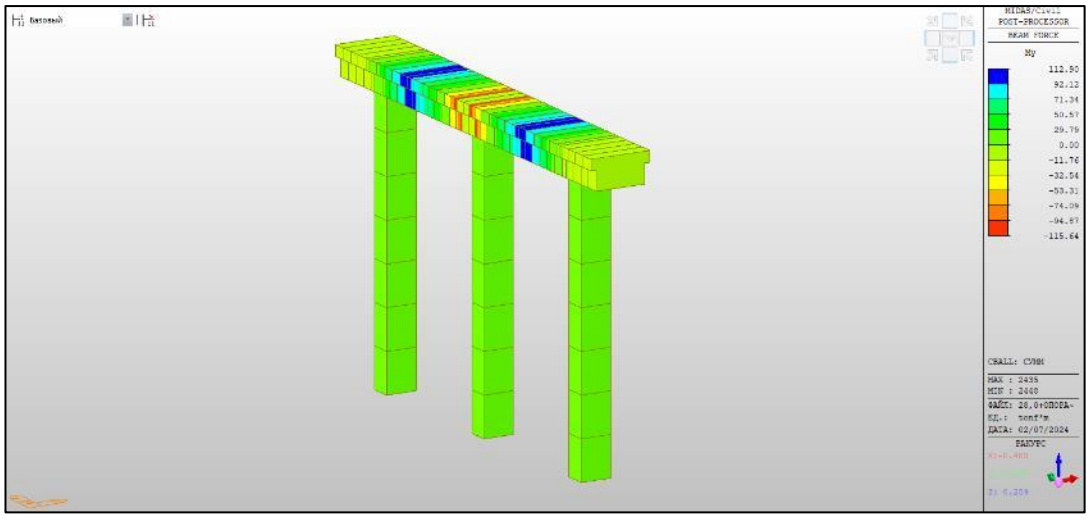



**Рисунок 10 – Эпюра моментов от постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой, т·м**

Максимальный положительный изгибающий момент в ригеле опоры составляет $M_{сумм}$=112,9 т·м. Максимальный отрицательный изгибающий момент в ригеле опоры составляет $M_{сумм}$=-115,64 т·м.

Проверка по изгибающему моменту

| | КОНЕЦ-I | Средина | КОНЕЦ-J |
|---|---|---|---|
| Отрицательный момент (M) | 96.54 | 72.61 | 96.54 |
| (-) Номер сочетания нагрузок | 2- | 2- | 2- |
| Несущая способность по моменту (Mr) | 181.85 | 181.85 | 181.85 |
| Проверка коэффициента (M/Mr) | 0.5309 | 0.3993 | 0.5309 |
| | | | |
| Положительный момент (M) | 90.56 | 82.01 | 90.56 |
| (+) Номер сочетания нагрузок | 2+ | 2+ | 2+ |
| Несущая способность по моменту (Mr) | 117.42 | 117.42 | 117.42 |
| Проверка коэффициента (M/Mr) | 0.7713 | 0.6984 | 0.7713 |

$$M_{пред}=163,66 \text{ т·м} > M_{сумм}=112,9 \text{ т·м}.$$

**Условие прочности выполняется.**

$$M_{пред}=105,67 \text{ т·м} > M_{сумм}=115,64 \text{ т·м}.$$

**Условие прочности выполняется.**

На рисунке 11 показана эпюра поперечных сил в ригеле опоры от действия постоянных нагрузок и трамвайной нагрузки.

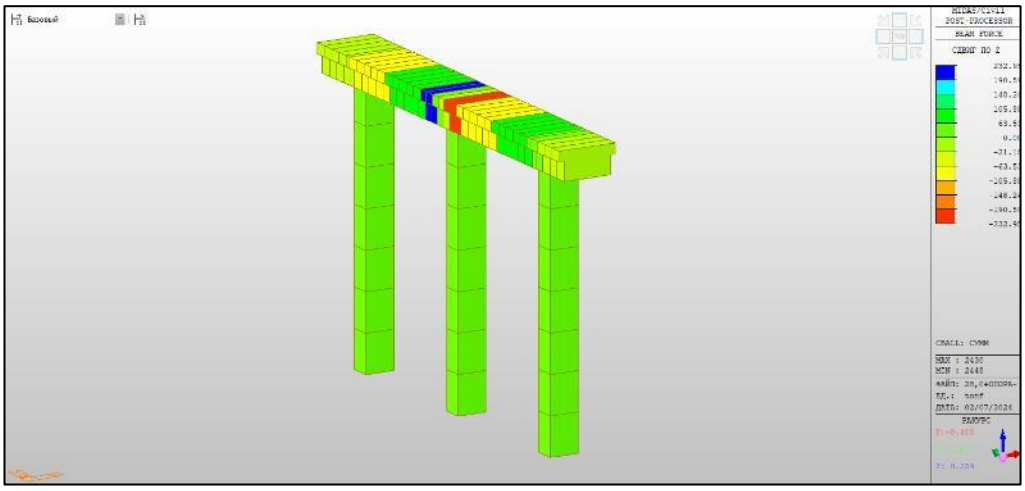


**Рисунок 11 – Эпюра поперечных сил от постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой, т**

Максимальная поперечная сила в ригеле опоры составляет $Q_{сумм}=232,95$ т.

Проверка по поперечной силе

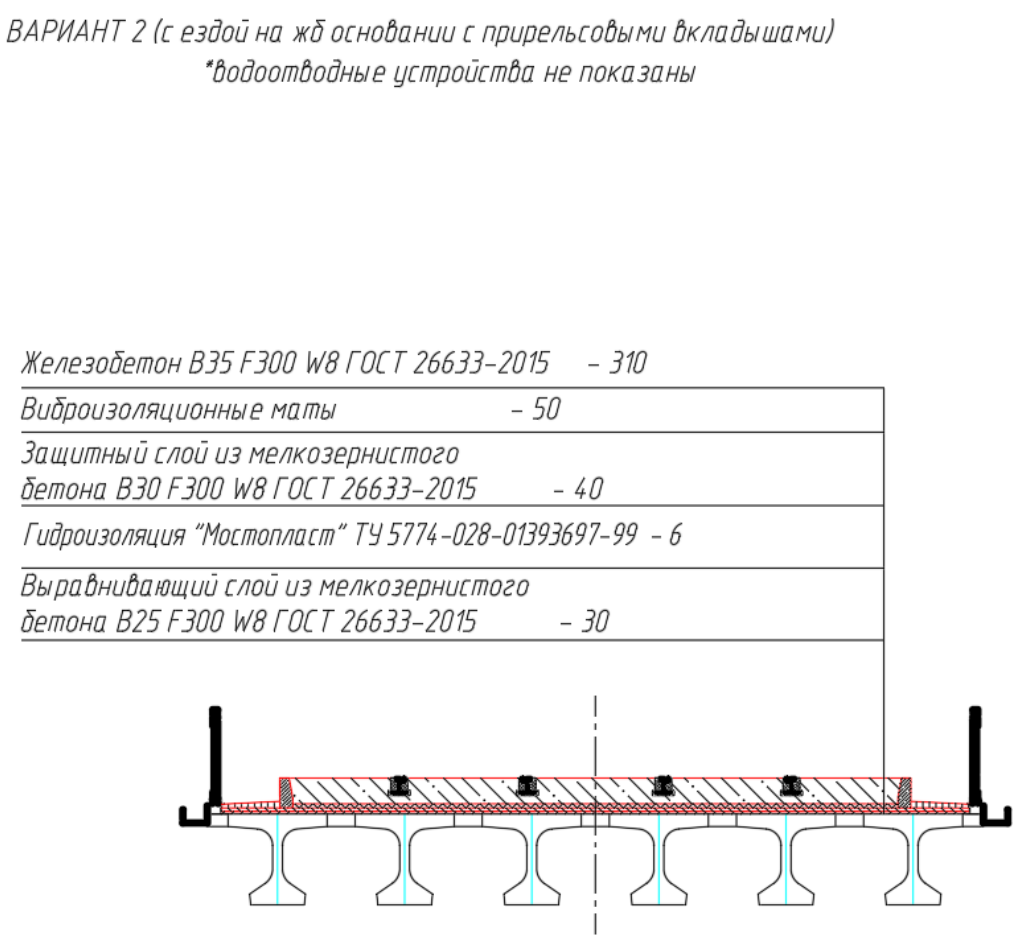
| | КОНЕЦ-I | Средина | КОНЕЦ-J |
|---|---|---|---|
| Номер сочетания нагрузок | 2- | 2- | 2- |
| Принятая поперечная сила (Q) | 175.71 | 175.40 | 175.10 |
| Несущая способность бетона (Qrc) | 111.14 | 111.14 | 111.14 |
| Несущая способность арматуры (Qrs) | 25.85 | 25.85 | 25.85 |
| Принятое поперечное армирование (Asw) | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Принятый шаг хомутов | 6.0-d8 @100 | 6.0-d8 @100 | 6.0-d8 @100 |

$$Q_{пред}=184,47 \text{ т} < Q_{сумм}=232,95 \text{ т}$$

**Условие прочности для ригелей промежуточных опор НЕ выполняется.**

*Рассмотрим второй вариант мостового полотна:*

- Железобетон – 310 мм
- Виброизоляционные маты – 50 мм
- Защитный слой из мелкозернистого бетона – 40 мм
- Гидроизоляция «Мостопласт» - 6 мм
- Выравнивающий слой из мелкозернистого бетона – 30 мм




При оценке грузоподъемности сооружения установку временной нагрузки на пролётном строении и значения коэффициентов надежности и динамичности будем принимать в соответствии с СП 35.13330.2011.

При детальном обследовании несущих конструкций сооружения, результаты которого представлены в настоящем паспорте, дефектов и повреждений, снижающих несущую способность пролетных строений, не обнаружено. Дефектов и повреждений, снижающих несущую способность опор, не обнаружено.

Для определения грузоподъемности моста следует установить:

- предельные усилия (несущую способность) для расчетных сечений по первой группе предельных состояний на основании данных о составе расчетного сечения и состоянии материалов конструкции;
- расчетные усилия от постоянной нагрузки с учетом данных фактических обследований и обмеров сечений конструкции элементов мостового полотна;
- допустимые расчетные усилия от временной нагрузки (“$М_{пред.врем}$”), определяемые как разность между предельными усилиями и расчетными усилиями от постоянных нагрузок;
- расчетные усилия от временной нагрузки (“$М_{врем.}$”) с учетом данных фактических обследований и обмеров сечений конструкции элементов мостового полотна, влияющих на деформативные характеристики пространственной расчетной схемы;

**Описание расчетной модели**

Расчет выполнен с использованием метода конечных элементов по расчетной программе Midas Civil 2019 for Windows (сертификат соответствия №РОСС KR.НВ61.Н30101), а также методики расчета, изложенной в СП 35.13330.2011 с использованием пространственной модели пролётного строения, которая представлена в виде совокупности стержневых элементов, имеющих общие точки - узлы.

Пространственная расчетная схема (рисунок 12) составлена из балочных элементов общего вида с геометрическими и жесткостными характеристиками сечения, соответствующими проектным параметрам несущих элементов.

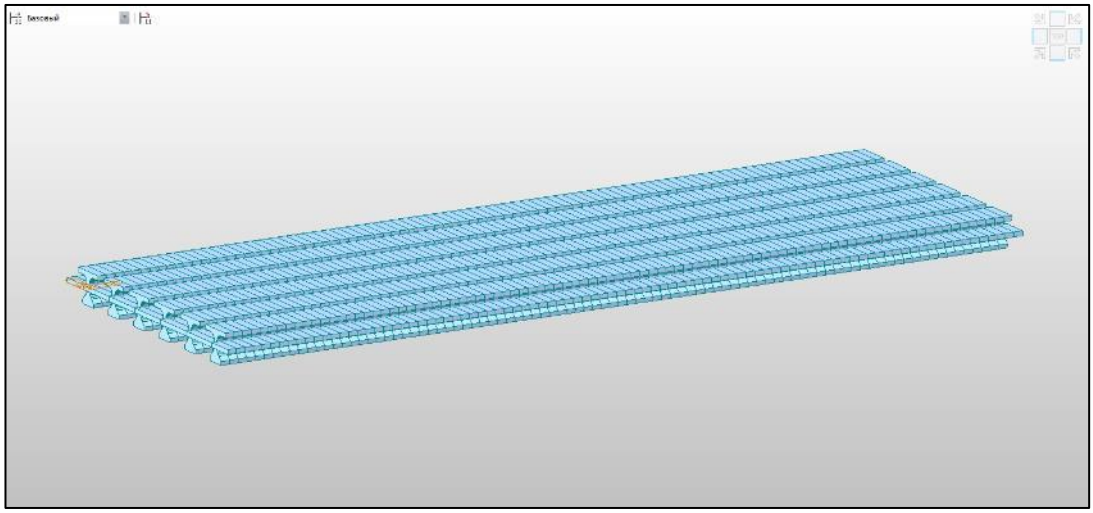


**Рисунок 12 – Расчетная модель балочного пролётного строения**

Расчетная модель пролётного строения ориентирована на вычисление внутренних усилий в главных балках.

На модель накладываются ограничения имитирующие условия закрепления, соединения отдельных частей, материал конструкции, сечения элементов. Задаются нагрузки и сочетания нагрузок, действующие на конструкцию.

Балки выполнены по индивидуальному проекту. Балки армированы десятью пучками из 24 проволок диаметром 5 мм. Класс бетона по прочности согласно проектной документации принят В40.

***Предельный изгибающий момент для среднего сечения балки в середине пролета***

Площадь сжатой зоны бетона:

$$Аб = \frac{Аст \cdot Rст}{Rб} = \frac{47 \cdot 10500}{175} = 2820см^2$$

Высота сжатой зоны бетона:

$$h.сж.б = \frac{A_b}{b} = \frac{2820}{120} = 23{,}5см$$

$$h.ц.т = \frac{120 * 15 * 7{,}5 + 85 + 12 + 57{,}5}{2820} = 25{,}5см$$

Несущая способность среднего сечения балки:

Мпред=Rb·b·hб(hd-0,5hб)=175·2820·(110-25,5-5)=392,33 т·м

***Предельная поперечная сила для приопорного сечения балки пролетного строения***

Приведенная толщина ребра b=26см

Рабочая высота сечения $h_0$=105 см

Площадь рабочей арматуры $A_{pi}$=14,1 см$^2$

Длина проекции с=76,3 см

Хомуты диаметром 10 мм, с шагом 0,12м. Арматура класса AI.

$Qпред = \sum Rpw \cdot Apl \cdot sin\,\alpha + \sum RswAsw + Qb + Q^r w,$

где $\sum Rpw \cdot Apl \cdot sin\,\alpha$ , $\sum RswAsw$ - суммы проекций усилий всей пересекаемой напрягаемой и ненапрягаемой арматуры при длине проекции сечения с;

$R_{pw}$ – расчетное сопротивление напрягаемой арматуры с учетом коэффициента $m_{p4}$=0,7.

$R_{sw}$ – расчетное сопротивление ненапрягаемой арматуры с учетом коэффициента $m_{a4}$=0,8.

$$Q_b = \frac{2R_{bt}bh_0^2}{c} = \frac{2 \cdot 1250 \cdot 0{,}26 \cdot 1{,}05^2}{0{,}763} = 939{,}22кН = 93{,}922тс.$$

Так как $Q_b = 939{,}22\text{кН} > \text{mR}_{\text{bt}} bh_0 = 1.3 \cdot 1250 \cdot 0{,}26 \cdot 1{,}05 = 443{,}625\text{кН}$, то для расчетов принимаем $Q_b = 443{,}625кН = 44{,}36mc$

$\sum R_{sw} A_{sw}$ =9,42*2100*0,8=15,825 т

Окончательно: $Q_{\text{пред}} = \sum R_{\text{pw}} A_{pl} \sin\alpha + \sum R_{sw} A_{sw} + Q_b + Q_w^r = 44{,}36 + 15{,}825 = 60{,}185mc$

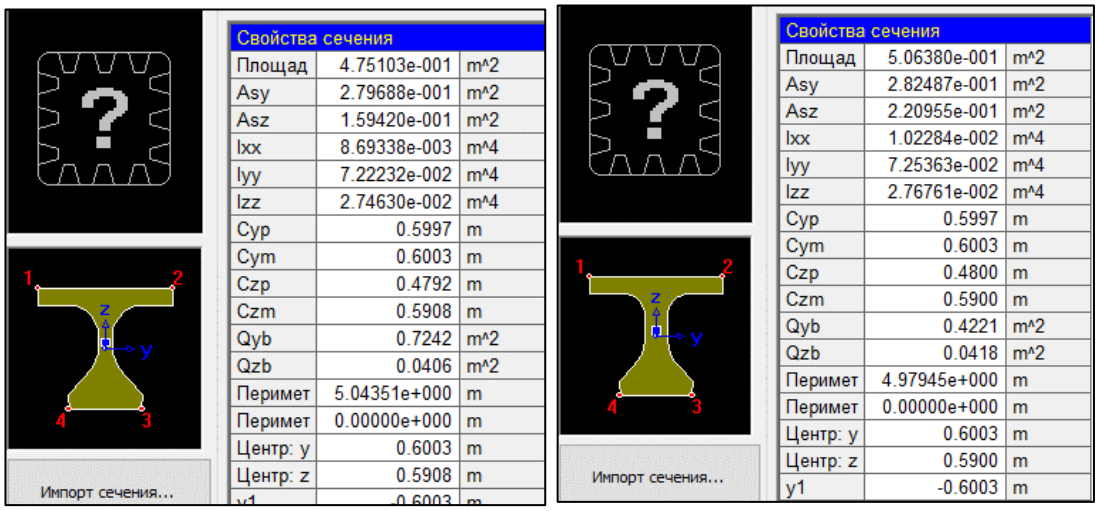
Предельный изгибающий момент составляет:

$$\text{M}_{\text{пред}} = 392{,}33 \text{ т·м}$$

Предельная поперечная сила на расстоянии 0,76 м от опорного сечения составляет:

$$\text{Q}_{\text{пред}} = 60{,}185 \text{ т.}$$

Геометрические характеристики несущих элементов пролётного строения приведены на рисунке 13.




**Балка в пролете** **Балка в зоне опирания**

**Рисунок 13 – Поперечное сечение элементов пролётного строения**

**Условия опирания**

На узлы опирания балок накладываются вертикальные связи, запрещающие перемещения вдоль оси Z, помимо вертикальных связей назначаются горизонтальные связи, ограничивающие перемещения по осям X и Y, имитирующие жесткостные характеристики опорных частей. Это обеспечивает геометрическую неизменяемость расчетной схемы пролётного строения в трехмерном пространстве и шарнирное опирание балок пролётного строения.

**Сбор нагрузок**

Модель пролётного строения загружалась вертикальными временными подвижными нагрузками и равномерно распределенными постоянными нагрузками.

Произведем сбор постоянных нагрузок. В таблице 2 приведен перечень всех постоянных нагрузок, действующих на пролетное строение с соответствующими коэффициентами надёжности по нагрузке. Назначение постоянных нагрузок для каждого несущего элемента пролетного строения происходит непосредственно в программном комплексе Midas Civil. На каждую балку прикладываются соответствующие ей постоянные нагрузки. Нагрузка от собственного веса несущих элементов пролетного строения вычисляется в программном комплексе на основании данных об объемном весе материалов конструкций и их геометрических размерах.

Коэффициент надежности для асфальтобетонного покрытия принимается равным 1,2, так как в расчетах принята фактическая толщина асфальтобетонного покрытия. Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса несущих элементов пролетного строения принимается равным 1.1.

**Таблица 2 – Сбор нагрузок**

| Элемент | Толщина слоя, м | Ширина, м* | Объемный вес, т/м$^3$ | Нормат. вес, т | Коэф-нт надежн. по нагр. |
|---|---|---|---|---|---|
| Шов омоноличивания | 0,15 | 0,34 | 2,50 | 0,1688 | 1,10 |
| Барьерное ограждение | - | - | - | 0,4375 | 1,10 |
| Перильное ограждение | - | - | - | 0,038 | 1,10 |
| Рельс | - | - | - | 0,065 | 1,10 |
| Защитный слой | 0,03 | 1,54 | 2,4 | 0,111 | 1,30 |
| Выравнивающий слой | 0,04 | 1,54 | 2,4 | 0,15 | 1,30 |
| Гидроизоляция | 0,01 | 1,54 | 1,50 | 0,023 | 1,30 |
| Железобетонное основание | 0,31 | 1,54 | 2,50 | 1,2 | 1,20 |

*Примечание: * - ширина ездового полотна принята в пределах одного несущего элемента*

Временная трамвайная нагрузка с соответствующими коэффициентами надежности и динамическими коэффициентами учитывается в соответствии со схемами, приведенными в СП 35.13330.2011.

Схема установки временной подвижной нагрузки на пролётном строении в поперечном направлении приведена на рисунке 14.

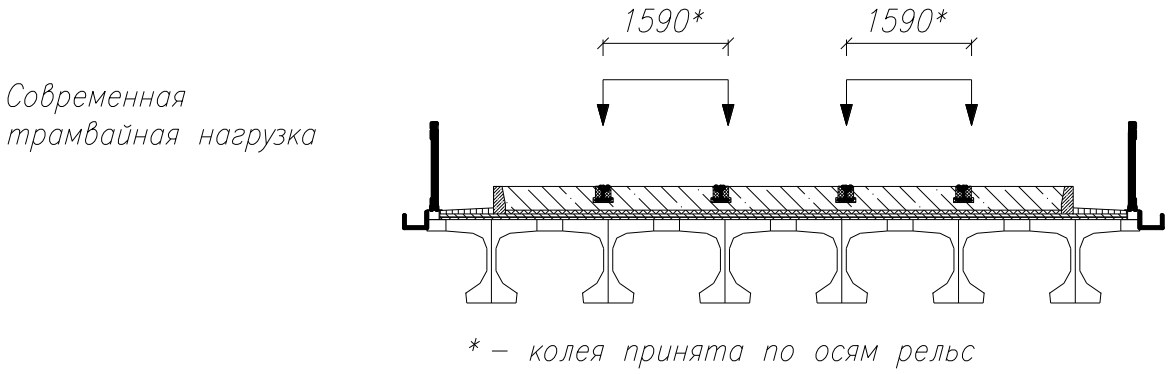



**Рисунок 14 – Расчетная схема поперечного расположения временной нагрузки**

Наиболее невыгодное загружение расчетной трамвайной нагрузкой среднего сечения пролета показано на рисунке 15. При этом принято:

- динамический коэффициент $1+\mu=1,21$;
- коэффициент надежности $\gamma_f=1,26$;
- коэффициент полосности $n_{1\ldots n}=1,0$.

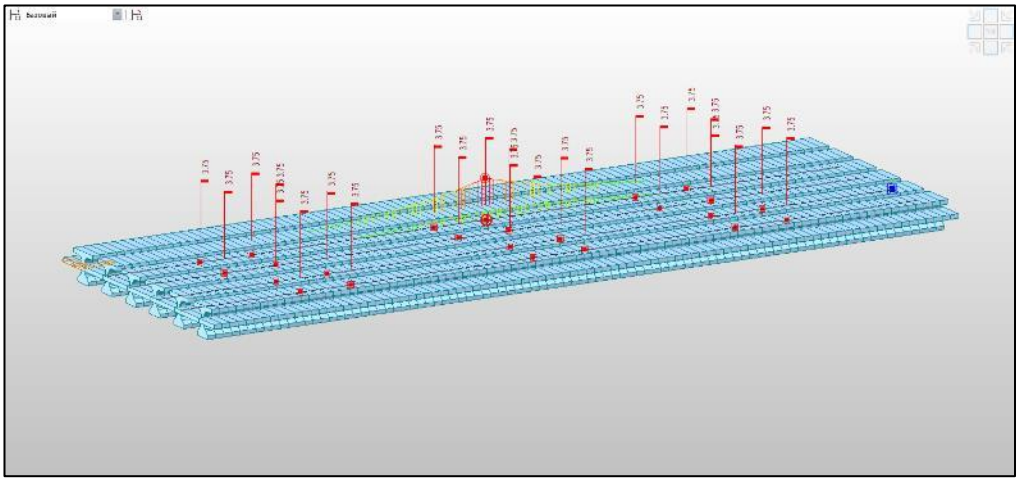


**Рисунок 15 – Загружение балок пролетного строения расчетной трамвайной нагрузкой без нагрузки на тротуарах**

**Результаты прочностных расчетов главных балок пролетного строения**

Усилия в несущих элементах сооружения от действия постоянных и временных нагрузок определялись в предположении упругой работы несущих элементов.

Несущая способность балок рассчитываемого пролетного строения определялась по прочности нормальных и наклонных сечений с учетом положений СП 35.13330.2011.

Загружение суммарными нагрузками показано на рисунке 16. Наибольший момент от загружения постоянными нагрузками совместно с трамвайной нагрузкой составляет $M_{сумм} = 395,01$ т·м.

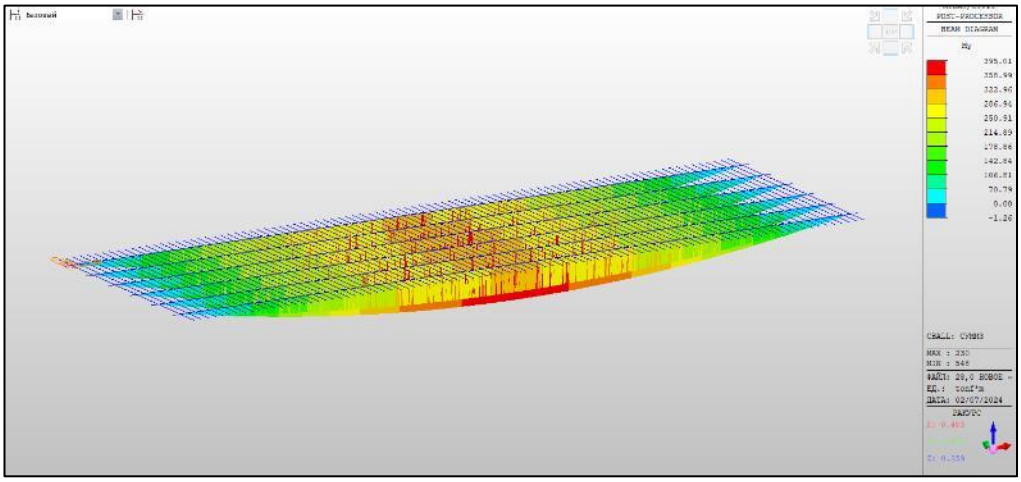


**Рисунок 16 – Эпюра моментов от суммарного действия нагрузок, т·м**

Таким образом:

$M_{сумм}$ = 395,01 т·м > $M_{пред}$ = 392,33 т·м, условие прочности **НЕ выполняется**.

Загружение суммарными нагрузками показано на рисунке 17. Наибольшая поперечная сила на расстоянии 0,76 м от опорного сечения от загружения постоянными нагрузками совместно с трамвайной нагрузкой составляет $Q_{сумм}$ = 61,1 т.

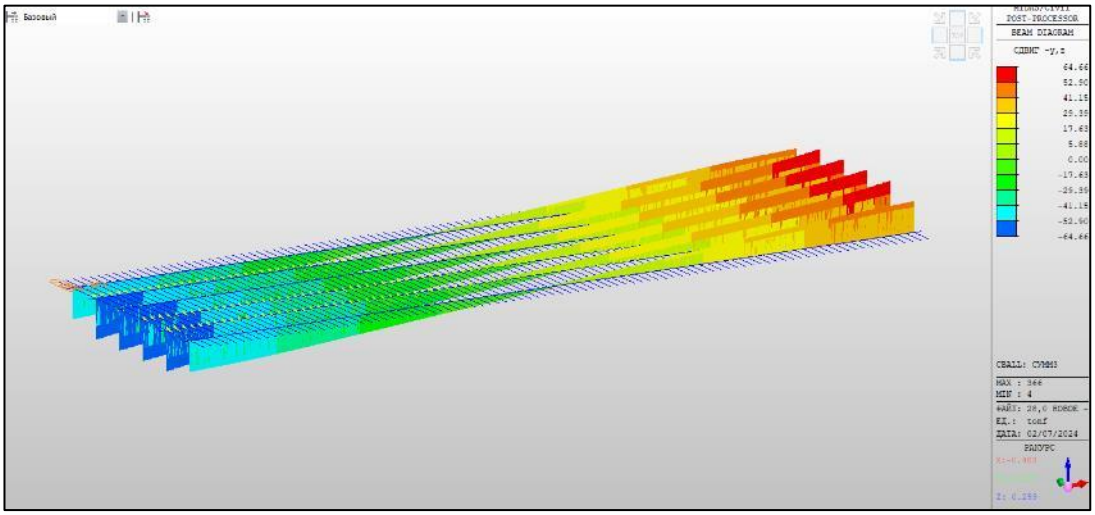


**Рисунок 17 – Эпюра поперечных сил от суммарного загружения, т**

Таким образом:

$Q_{сумм}$ = 61,1 т > $Q_{пред}$ = 60,185 т, условие прочности **НЕ выполняется**.

***Расчет опоры.***

На рисунке 18 показана расчетная модель промежуточной опоры.

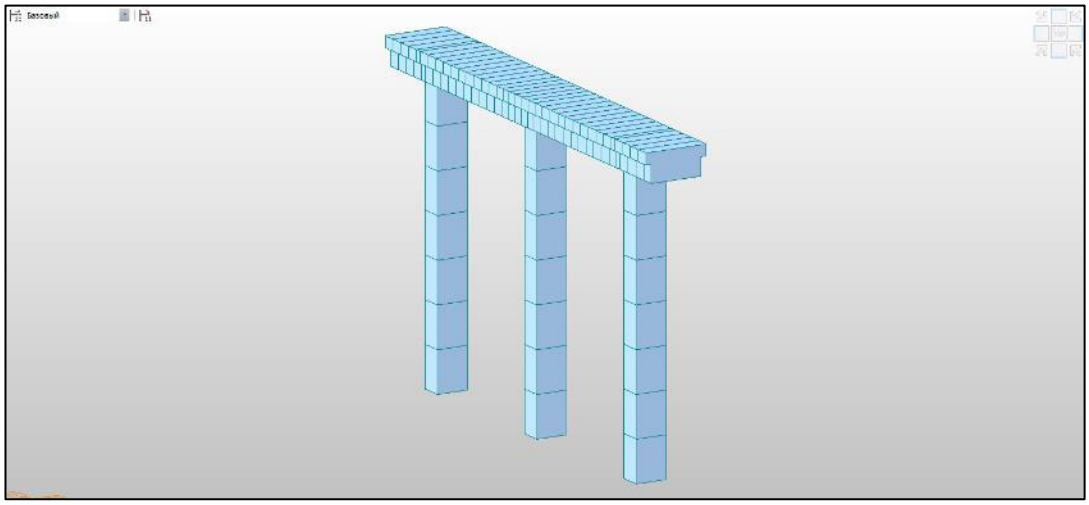


**Рисунок 18 – Расчетная модель промежуточной опоры.**

*Выполним проверку стоек опоры.*

На рисунке 19 показана эпюра изгибающих моментов в элементах опоры от действия постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой.

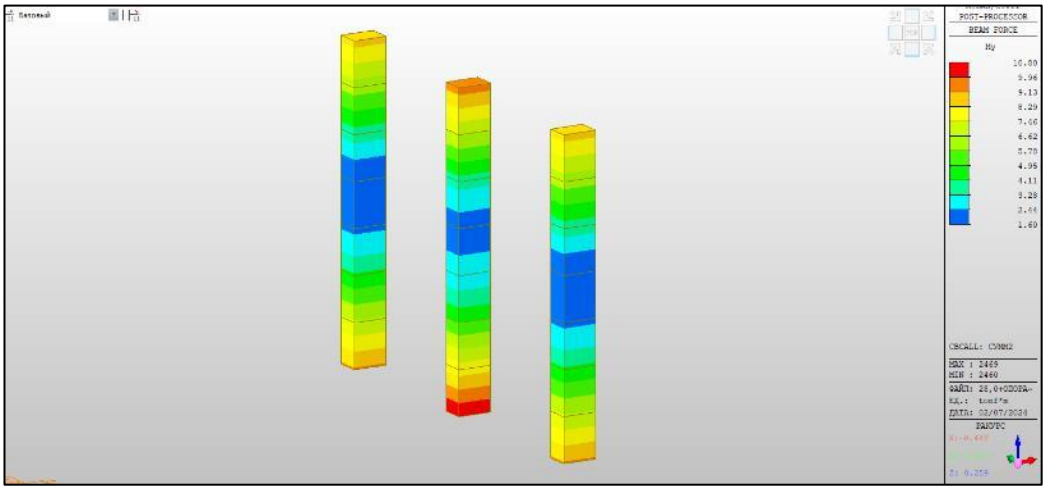


**Рисунок 19 – Эпюра моментов от суммарного действия нагрузок, т·м**

Максимальный отрицательный момент в стойках опоры составляет $M_{сумм}$=-10,8 т·м. Максимальный положительный момент в стойках опоры составляет $M_{сумм}$=1,6 т·м.

На рисунке 20 показана эпюра продольных сил в элементах опоры от действия постоянных нагрузок, трамвайной и пешеходной нагрузок.

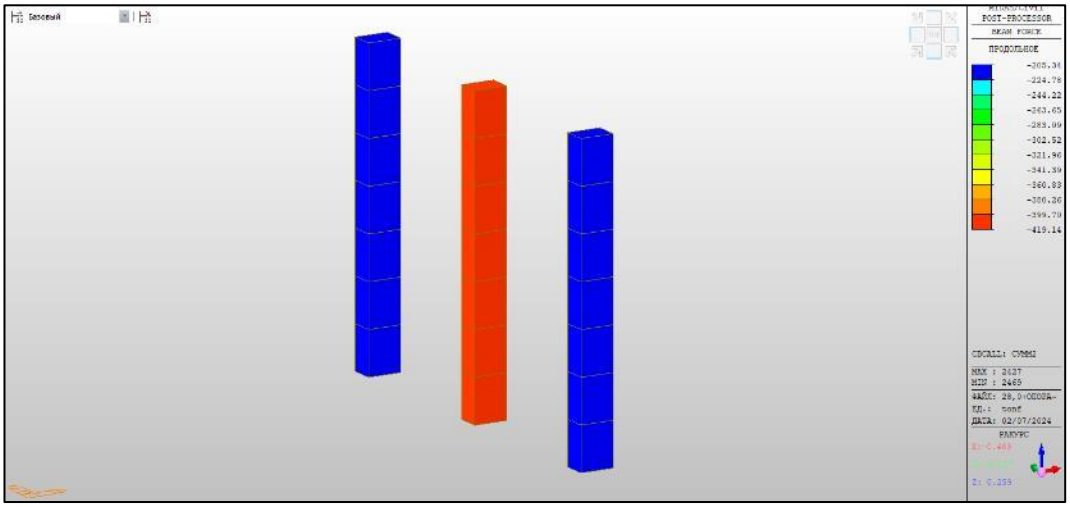


**Рисунок 20 – Эпюра продольных сил от суммарного действия нагрузок, т**

Максимальная продольная сила в стойках опоры составляет

$N_{сумм}$=419,14 т.

Стойки выполнены по индивидуальному проекту. Согласно предоставленной технической документации стойки армированы горячекатанной арматурой периодического профиля диаметром 22 мм в количестве 12 шт. Арматура класса AII.

Проверка стоек выполнена в программном комплексе Midas Civil.

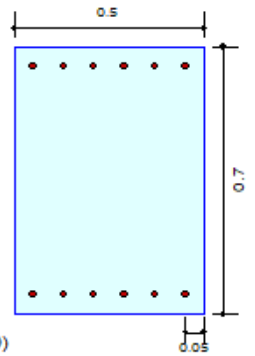
. Условие проектирования

| | |
|---|---|
| Нормы | SP 35.13330.2011 |
| Система единиц | tonf, m |
| Номер элемента | 2425 (PM), 2427 (Сдвиг) |
| Прочность | Rb = 1580.56, Rsn = 30081.6, Rswn = 23963.3 tonf/m^2 |
| Высота колнны | 0.928571 m |
| Свойство сечений | стойка (Номер : 6) |

Армирование

| | РАСПЖ 1 | РАСПЖ 2 | РАСПЖ 3 |
|---|---|---|---|
| Слой 1 | 6-d22 | -- | -- |

Общая площадь аримирования Ast = 0.00456 m^2 (Rhost = 0.0130)




. Заданные нагрузи

Сочетание нагрузок 4- AT (I) Точка*

N = 205.345 tonf, My = -8.6456, Mz = 42.1810, M = 43.0579 tonf-m

. Проверка сопротивления по осевой силе и моменту

| | | | |
|---|---|---|---|
| Критическая сила | Nr-max | = 669.211 tonf | |
| Осевая нагрузка коэффициента | N/Nr | = 205.345 / 676.419 | = 0.304 < 1.000 ..... O.K |
| Коэффициент момента | My/Mry | = - / - | |
| | Mz/Mrz | = 42.1810 / 61.7358 | = 0.683 < 1.000 ..... O.K |
| | M/Mr | = 43.0579 / 61.7358 | = 0.697 < 1.000 ..... O.K |

. Проверка сопротивления по поперечной силе

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Заданная поперечная прочность | Qy | = 4.26996, | Qz | = 2.69467 tonf (Сочетание нагрузок 4+) |
| Поперечная прочность (Y) | Qrcy | = 39.2511, | Qrsy | = 6.89361 tonf (2.0-d8 @200) |
| Поперечная прочность (Z) | Qrcz | = 42.8178, | Qrsz | = 3.44680 tonf (2.0-d8 @200) |
| Коэффициент сдвига | Q/Qr | = 4.26996 / 46.2646 | | = 0.092 < 1.000 ..... O.K |

**Условие выполняется.**

*Выполним проверку ригеля опоры.*

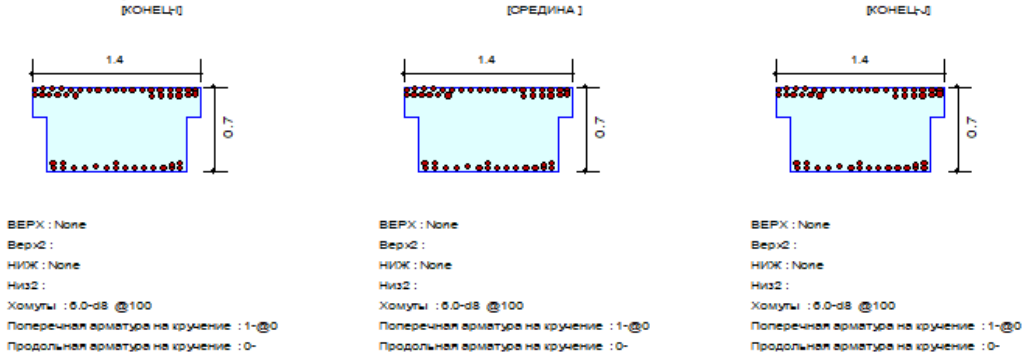
Согласно предоставленной документации, ригель армирован горячекатанной арматурой периодического профиля диаметром 20 мм в количестве 19 шт. снизу и 32 шт. сверху. Арматура класса AII. Хомуты диаметром 8 мм. Арматура класса AI.

В соответствии с данными инструментальных измерений для ригеля рассчитываемого мостового сооружения класс бетона по прочности на сжатие В30. Согласно СП 35.13330.2011 для бетона класса В30 Rb=15,5МПа, Rbt=1,10 МПа, E=32500 МПа.

Информация проектирования

| | |
|---|---|
| Нормы | : SP 35.13330.2011 |
| Система единиц | : tonf, m |
| Прочность | : Rb = 1580.56, Rsn = 23963.3, Rswn = 23963.3 tonf/m^2 |
| Пролет балки | : 0.3125 m |
| Свойство сечений | : ригель (Номер : 5) |

Схема поперечного сечения




На рисунке 21 показана эпюра изгибающих моментов в ригеле опоры от действия постоянных нагрузок и трамвайной нагрузки.

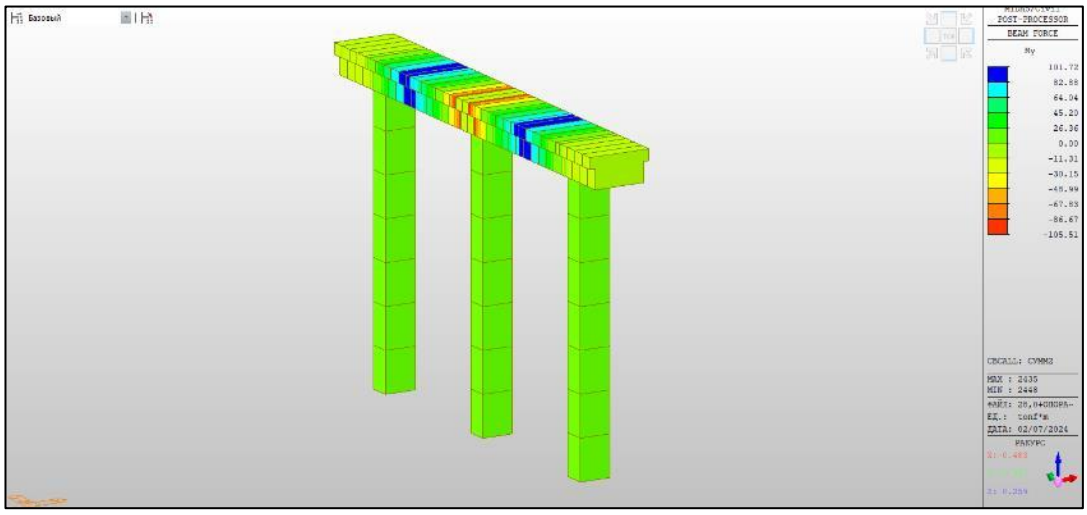



**Рисунок 21 – Эпюра моментов от постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой, т·м**

Максимальный положительный изгибающий момент в ригеле опоры составляет $M_{сумм}$=101,72 т·м. Максимальный отрицательный изгибающий момент в ригеле опоры составляет $M_{сумм}$=-105,51 т·м.

Проверка по изгибающему моменту

| | КОНЕЦ-I | Средина | КОНЕЦ-J |
|---|---|---|---|
| Отрицательный момент (M) | 96.54 | 72.61 | 96.54 |
| (-) Номер сочетания нагрузок | 2- | 2- | 2- |
| Несущая способность по моменту (Mr) | 181.85 | 181.85 | 181.85 |
| Проверка коэффициента (M/Mr) | 0.5309 | 0.3993 | 0.5309 |
| | | | |
| Положительный момент (M) | 90.56 | 82.01 | 90.56 |
| (+) Номер сочетания нагрузок | 2+ | 2+ | 2+ |
| Несущая способность по моменту (Mr) | 117.42 | 117.42 | 117.42 |
| Проверка коэффициента (M/Mr) | 0.7713 | 0.6984 | 0.7713 |

$$M_{пред}=163,66 \text{ т·м} > M_{сумм}=101,72 \text{ т·м}.$$

**Условие прочности выполняется.**

$$M_{пред}=105,67 \text{ т·м} > M_{сумм}=105,51 \text{ т·м}.$$

**Условие прочности выполняется.**

На рисунке 22 показана эпюра поперечных сил в ригеле опоры от действия постоянных нагрузок и трамвайной нагрузки.

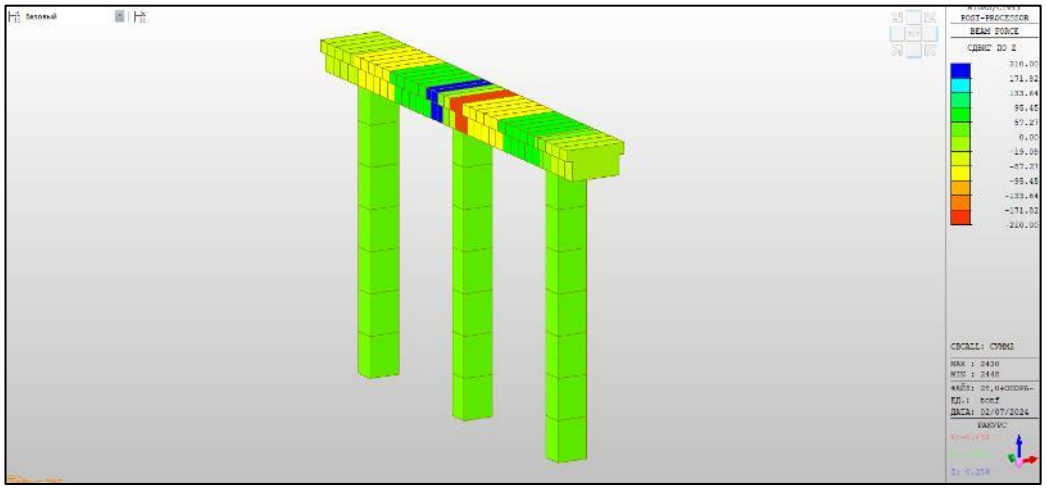



**Рисунок 22 – Эпюра поперечных сил от постоянных нагрузок совместно с трамвайной нагрузкой, т**

Максимальная поперечная сила в ригеле опоры составляет $Q_{сумм}=210,0$ т.

Проверка по поперечной силе

| | КОНЕЦ-I | Средина | КОНЕЦ-J |
|---|---|---|---|
| Номер сочетания нагрузок | 2- | 2- | 2- |
| Принятая поперечная сила (Q) | 175.71 | 175.40 | 175.10 |
| Несущая способность бетона (Qrc) | 111.14 | 111.14 | 111.14 |
| Несущая способность арматуры (Qrs) | 25.85 | 25.85 | 25.85 |
| Принятое поперечное армирование (Asw) | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Принятый шаг хомутов | 6.0-d8 @100 | 6.0-d8 @100 | 6.0-d8 @100 |

$$Q_{пред}=184,47 \text{ т} < Q_{сумм}=210,0 \text{ т}$$

**Условие прочности для ригелей промежуточных опор НЕ выполняется.**

*По итогам поверочного расчёта установлено:*

*- При устройстве мостового полотна по первому варианту (балластное корыто с щебеночной засыпкой) грузоподъемность мостового сооружения НЕ достаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с п. 6.12 (схема Г). СП 35.13330.2011 – в виде поездов из четырехосных вагонов общим весом каждого загруженного вагона 294 кН и порожнего – 147 кН. При этом число вагонов в одном поезде – не более четырех, расстояния между крайними осями рядом расположенных поездов – не менее 8,5 м.*

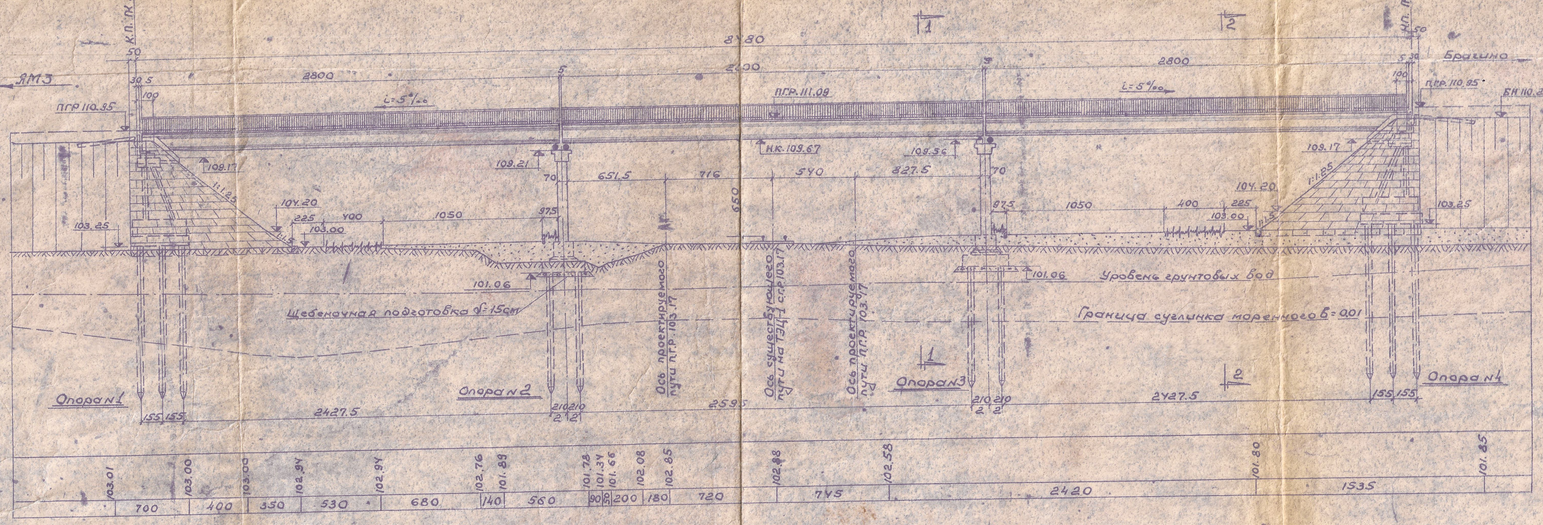
*- При устройстве мостового полотна по второму варианту (железобетонное основание) грузоподъемность мостового сооружения НЕ достаточна для пропуска современной трамвайной нагрузки в соответствии с п. 6.12 (схема Г). СП 35.13330.2011 – в виде поездов из четырехосных вагонов общим весом каждого загруженного вагона 294 кН и порожнего – 147 кН. При этом число вагонов в одном поезде – не более четырех, расстояния между крайними осями рядом расположенных поездов – не менее 8,5 м.*

# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

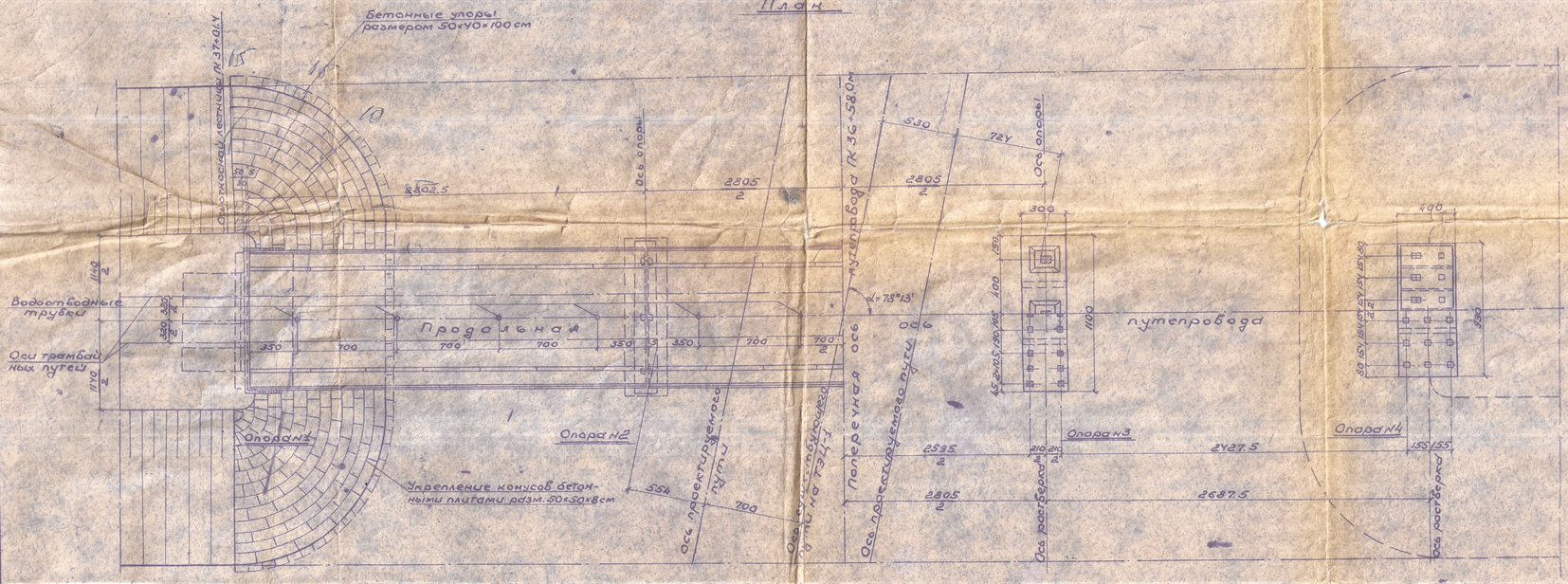
## Основные чертежи рабочей документации

## «Проект путепровода на проспекте Октября через ж.д. линию на ТЭЦ-1 в г. Ярославле»

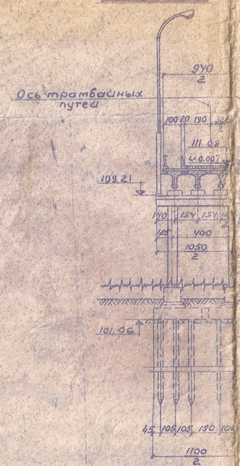
## Фасад



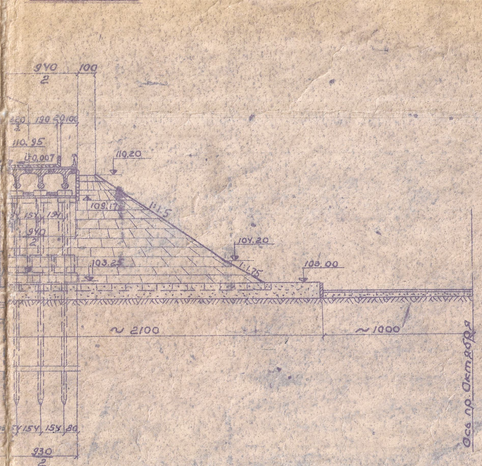

## План




## Разрез 1-1




## Разрез 2-2




## Спецификация сборных железобетонных элементов на путепровод

| NN п/п | Наименование элемента | Габаритные размеры | Марка бетона | Кол-во эл-тов | Объем одного эл-та | Объем всего | Вес одного эл-та | Расход арматуры: Высокопрочная Б-II | А-II | А-I | Закл. детали | Примен. типовой проект |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | см | | шт | м³ | м³ | т | кг/м³ | кг/м³ | кг/м³ | кг/м³ | |
| | **I Пролетные строения** | | | | | | | | | | | |
| 1 | Блоки Б½ пр. L=28.0м | 2800×110×150 | 500 | 18 | 13.4 | 241.2 | 35.0 | 77.5 | 151.5 | 64.6 | 3.2 | Пром.-ниипроект мост 1870с |
| 2 | Бордюрный блок Б-1 | 400×55×75 | 400 | 42 | 0.7 | 29.4 | 1.7 | — | 133.9 | 40.7 | 23.4 | |
| | Всего на пролетные строения | | | | | 270.6 | | | | | | |
| | **II Устои** | | | | | | | | | | | |
| 3 | Ригель Р-У | 490×150×170 | 300 | 4 | 4.75 | 19.0 | 11.9 | | 130.2 | 6.0 | 0.4 | Инб. № 443/2 |
| 4 | Боковой щит Т-1 | 288×150×10 | 300 | 4 | 0.38 | 1.52 | 1.0 | | — | 118.0 | — | Инб. № 863 |
| 5 | Стойки 18 СВ 8-4 | 5230×35×35 | 300 | 12 | 0.57 | 6.84 | 1.4 | | 146.0 | 18.25 | — | Инб. № 443/2 |
| 6 | Стойки 18 СН 8-4 | 5030×35×35 | 300 | 12 | 0.54 | 6.48 | 1.4 | | 145.0 | 18.7 | — | — " — |
| 7 | Подколенники ПКВ | 160×140×120 | 200 | 12 | 2.26 | 27.2 | 5.7 | | 28.5 | 8.6 | — | Инб. № 443/2 |
| 8 | Подколенники ПКН | 160×140×120 | 200 | 12 | 2.44 | 29.2 | 6.1 | | 25.6 | 7.6 | — | — " — |
| 9 | Ростверк Р-5 | 290×140×400 | 300 | 4 | 7.35 | 29.4 | 18.3 | | 65.0 | 18.4 | 7.25 | Инб. № 863 |
| 10 | Ростверк Р-6 | 370×140×400 | 300 | 2 | 6.80 | 13.6 | 17.0 | | 69.8 | 19.3 | 7.80 | " |
| 11 | Сваи СМ 10-35Т5 | 1000×35×35 | 300 | 36 | 1.25 | 45.0 | 3.1 | | 2330 | 21.0 | | Инб. № 946 |
| 12 | Переходные плиты ПП-1 | 400×150×15 | 300 | 8 | 1.04 | 8.32 | 2.6 | | 101.0 | 41.9 | | Серия 3.503-16 |
| 13 | Лежень Л-1 | 330×30×40 | 300 | 4 | 0.92 | 3.68 | 2.3 | | 127.0 | 28.3 | | — " — |
| | Всего на устои | | | | | 190.4 | | | | | | |
| | **III Промежуточные опоры** | | | | | | | | | | | |
| 14 | Ригель Р-7 | 1050×150×170 | 300 | 2 | 6.5 | 13.0 | 16.3 | | 144.5 | 67.6 | | Инб. № 332/1 |
| 15 | Стойки С-1 | 510×35×35 | 300 | 6 | 0.63 | 3.8 | 1.6 | | 218.3 | 66.6 | | Инб. № 864 |
| 16 | Стаканы П-4 | 180×130×300 | 300 | 6 | 1.3 | 10.8 | 4.6 | | 118.0 | 19.5 | | Инб. № 332/1 |
| 17 | Сборный ростверк П-1 | 360×350×70 | 300 | 2 | 6.8 | 13.6 | 17.0 | | 103.9 | 27.0 | 7.8 | Инб. № 863 |
| 18 | — " — П-2 | 330×350×70 | 300 | 4 | 6.2 | 24.8 | 15.5 | | 103.3 | 29.2 | 8.5 | — " — |
| 19 | Сваи СМ 8-35Т2 | 800×35×35 | 300 | 36 | 1.0 | 36 | 2.5 | | 132.1 | 26.4 | | Инб. № 946 |
| | Всего на промежуточные опоры | | | | | 116.3 | | | | | | |
| | **IV Укрепление конусов** | | | | | | | | | | | |
| 20 | Бетонные упоры | 50×40×100 | 200 | 92 | 0.20 | 18.4 | 0.48 | | | | | |
| 21 | Бет. плиты укреплен. | 50×50×8 | 200 | 2960 | 0.02 | 59.2 | 0.06 | | | | | |
| | Всего на укрепление конусов | | | | | 77.6 | | | | | | |
| | **V Лестничные сходы** | | | | | | | | | | | |
| 22 | Ж.б. косоуры КС-3 | 615×50×11 | 300 | 4 | 0.26 | 1.04 | 0.65 | — | 228 | 58.5 | 1.8 | Инб. № 470 |
| 23 | — " — КС-4 | 830×50×11 | 300 | 4 | 0.33 | 1.32 | 0.825 | — | 233 | 27.2 | 0.8 | — " — |
| 24 | Ж.б. ступень ПС | 100×25×4 | 300 | 98 | 0.0112 | 1.10 | 0.028 | — | — | 183 | — | — " — |
| 25 | Опора ОП-1 | 110×110×70 | 200 | 2 | 1.3 | 2.6 | 1.62 | | | 2.05 | 0.4 | — " — |
| 26 | Опора ОП-2 | 110×80×70 | 200 | 2 | 0.5 | 1.0 | 1.25 | | | 3.68 | 0.26 | — " — |
| 27 | Опора ОП-3 | 110×40×20 | 200 | 2 | 0.099 | 0.2 | 0.25 | | | 24.5 | 1.3 | — " — |
| | Всего на лестничные сходы | | | | | 7.26 | | | | | | |
| | Всего на путепровод | | | | | 662.0 | | | | | | |

## Таблица объёмов основных работ

| Изготовление ж.бетонных свай сечением 35×35см длиной 10 м. | Изготовление ж.бетонных свай сечением 35×35см длиной 8 м. | Устройство ж.б. забивных устоев. | Устройство ж.б. сборных ряжевых опор. | Устройство ж.б. подферменных плит на опорах из бетона М 300, Мрз 200 | Изготовление ж.б. блоков для стенок на опорах | Бетон омоноличивания блоков для стенок на опорах из бетона М 300, Мрз 200 | Бетон омоноличивания блоков ограждений тротуаров в защитном слое | Арматурные и закладные части ж.б. блоков | Кладка бортовых камней (2 ниток) | Кладка тротуарного лотка | Щебеночное покрытие проезжей части путепровода | Устройство дорож. конусов | Устройство металлических перил на путепроводе | Плитень сборных ж.бетонных лестничных сходов |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| шт/м | шт/м | м³ | м³ | м³ | м³ | м³ | м² | шт | п.м. | м² | м³ | м² | п.м. | пм/м |
| 35/45 | 36/46 | 1452 | 30.3 | 3.72 | 241.2 | 28.4 | 76.6 | 809.0 | 23.4/12 | 169.6 | 592 | 3550 | 740 | 92 | 169.6/565 | 7.26 |

## Примечания

1. Конструкция путепровода разработана на основании задания на проектирование, утвержденного зам. председателя Ярблисполкома тов. Хренковым М.Г., дополнительного задания на проектирование, утвержденного зам. председателя Ярблисполкома тов. Сосновцевым С.С. и АПЗ, выданного главным архитектором г. Ярославля.
2. Расчетная нагрузка: Т-13.
3. Устои и промежуточные опоры из сборного железобетона на свайном основании запроектированы применительно к типовым проектам инб. № 443/2 и № 332/1, откорректированным согласно указаний СН-365-67. Ж.б. сваи приняты по типовому проекту инб. № 946. Нагрузка на сваи устоев-57.6 т, промежуточных опор-48.8 т. Длина свай уточняется на месте пробным погружением.
4. Пролетные строения сборные из предварительно напряженных балок длиной 28.0м проектировки института „Гипротрансмост" 1970г. Служебные тротуары в пониженном уровне отделены от проезжей части повышенным бордюрным камнем. Конструкция [illegible] соответствует конструкции блоков ограждения, разработанных институтом „Ярославжелдорпроект" для Горкомхоза.
5. Перила металлические сборные конструкции Мостотреста.
6. Конусы и пространство за устоями отсыпаются привозным песчаным грунтом послойно с уплотнением и укрепляются сборными бетонными плитами, разм. 50×50×8см по щебеночной подготовке толщ. 10см. В основании укрепления устраиваются сборные бетонные упоры размером 40×50×100см. Материал укрепления - бетон М-200, Мрз-200.
7. Положение продольной оси путепровода закреплено в городской системе координат на чертеже № 3. Положение осей опор привязано к оси существующего пути на ТЭЦ-1. Абсолютные отметки привязаны к реперу - № 579 в цоколе здания школы на пр. Окт. 28-А. Абсолютная отметка репера № 579 - 103.56 м.
8. Конструкция элементов путепровода представлена на отдельных чертежах (см. перечень чертежей).
9. Все размеры на чертеже даны в сантиметрах, [illegible]

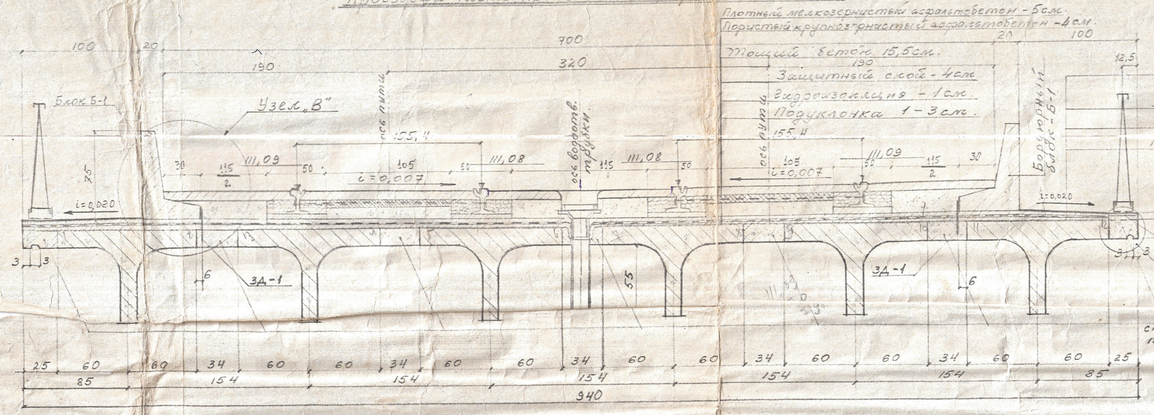
По путепроводу допускается пропуск только трамвайной нагрузки.

8.04.71г.

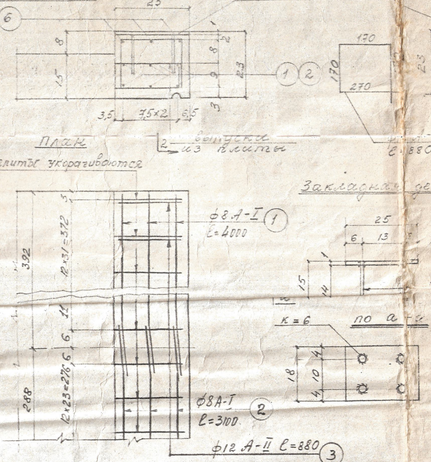
УКС Пр. 28 III

| | | | |
|---|---|---|---|
| МПС | Ярославский проектно-изыскательский институт Главнеадорпроекта МПС на Сев. м-э. ЯРОСЛАВЖЕЛДОРПРОЕКТ | | ТРП |
| Проект путепровода на проспекте „Октября через ж.д. линию на ТЭЦ-1 в г. Ярославле. | | | |
| Директор института | | Клёнов | Конструкция путепровода. Фасад, разрез, план. Спецификация сборных железобетонных элементов. Ведомость объемов работ. |
| Гл. инж. ин-та | | Бовбанов | |
| Нач. отдела | | Скорахов | |
| Гл. инж. пр-та | | Флоринович | |
| Проектировал | | Гатилла | |
| Проверил | | Тимонина | Инб. №: 118-76 |
| Копировал | | Колесова | Черт. №: 4 |
| Сверил | | 3.03.71г. | М-б 1:200 |

## Проезжая часть пролетных строений М 1:25

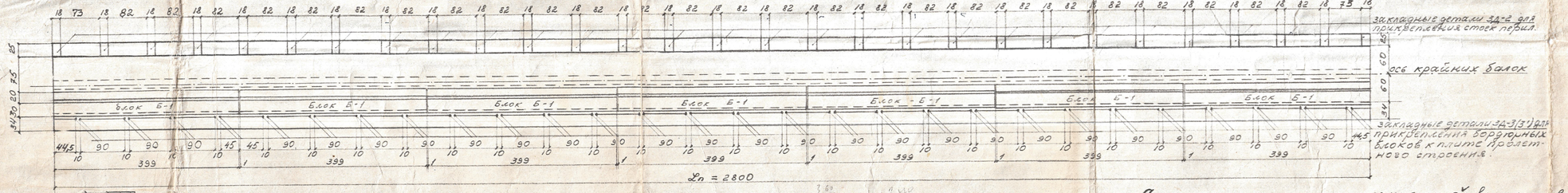



## Омоноличивание свесов крайних балок

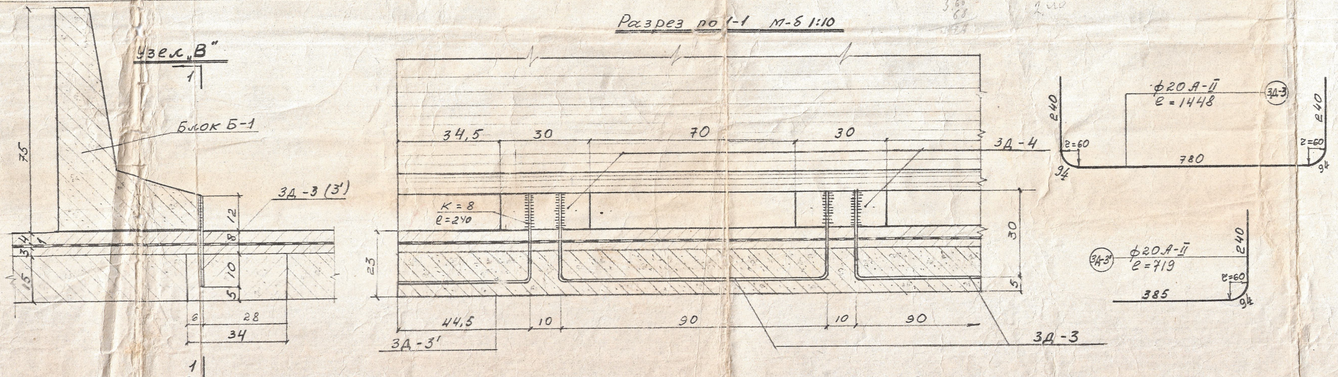



| Участки омоноличивания свесов | Объем бетона, м³ | Расход арматуры, кг/м | | |
|---|---|---|---|---|
| | | А-I | А-II | Закладн. детали |
| Бетон М-500 Мрз-200 | 1,1 | 65,0 | 49,0 | 89,0 |

## План расположения бордюрных блоков Б-1 на пролетном строении $\ell_п = 28,0$ м и закладных деталей ЗД-1 и ЗД-2. М-б 1:50




## Разрез по 1-1 М-б 1:10




## Спецификация арматуры и закл. деталей в омоноличивании свесов крайних балок. Спецификация закл. деталей на прикрепление блока Б-1

| Марка деталей | №№ стерж. плоских эл-тов | Профиль элементов | На одну балку: Длина эл-та, мм | На одну балку: К-во, шт. | На одну балку: Общая длина, м | На одну балку: Вес 1п.м., кг | Общий вес эл-та, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Арматура и закл. детали при омоноличивании свесов крайних балок | | | | | | | |
| – | 1 | ф8 А-I | 4000 | 12 | 48,0 | 0,39 | 18,7 |
| – | 2 | ф8 А-I | 3100 | 42 | 130,2 | 0,39 | 50,8 |
| – | 3 | ф12 А-II | 880 | 58 | 51,0 | 0,89 | 45,4 |
| ЗД-2 | 4 | ф10 А-II | 150 | 116 | 17,4 | 0,62 | 10,8 |
| | 5 | 180х10 | 250 | 29 | 7,25 | 14,13 | 102,4 |
| | 6 | ф8 А-I | 150 | 87 | 13,0 | 0,39 | 5,1 |
| Итого на 1 балку | | | | | | | 233,2 |
| Всего на пролетное строение | | | | | | | 466,4 |
| Закладные детали для прикрепления бордюрных блоков Б-1 | | | | | | | |
| ЗД-3' | – | ф20 А-II | 719 | 2 | 1,44 | 2,47 | 3,6 |
| ЗД-3 | – | ф20 А-II | 1448 | 27 | 39,1 | 2,47 | 96,6 |
| Итого на длину одной балки | | | | | | | 200,2 |
| Всего на пролетное строение | | | | | | | 200,4 |

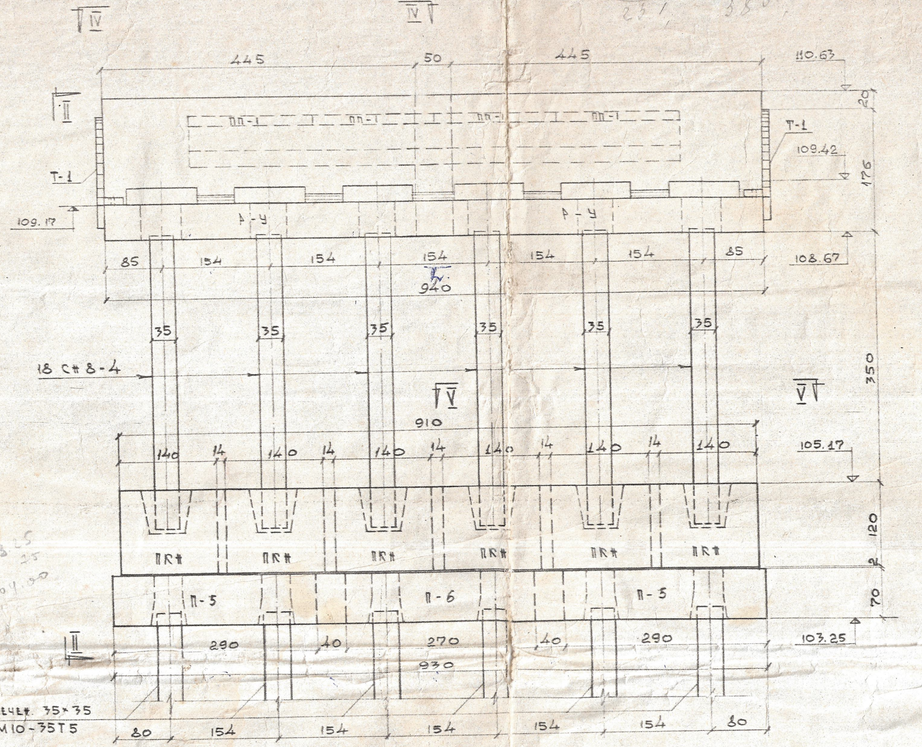
## Примечания:

1. Конструкция деформационных швов проезжей части запроектирована применительно к тип. проекту инв. №3844/4 и дана на чертеже №5; водоотводные устройства даны на листе №24 тип. проекта инв. №3844/42; конструкция укладки рельсов на пролетных строениях - на чертеже №18; конструкция бордюрных блоков - на чертеже №19.
2. Бордюрные блоки укладываются после укладки изоляции поверх защитного слоя на цементный раствор и прикрепляются к плите пролетного строения путем приварки анкеров, устанавливаемых в стыках между балками, к закладным деталям бордюрных блоков.
3. Конструкция поперечного соединения балок пролетных строений между собой дана на листах №№25, 26 инв. № 52109, 52110.
4. Конструкция перильного ограждения принята системы Мостотреста.
5. Все размеры на чертеже даны в см, выноска арматуры – в мм.
6. Устройство слезника-канавки у свесов крайних балок обязательно.
7. Работать совместно с чертежом №18.

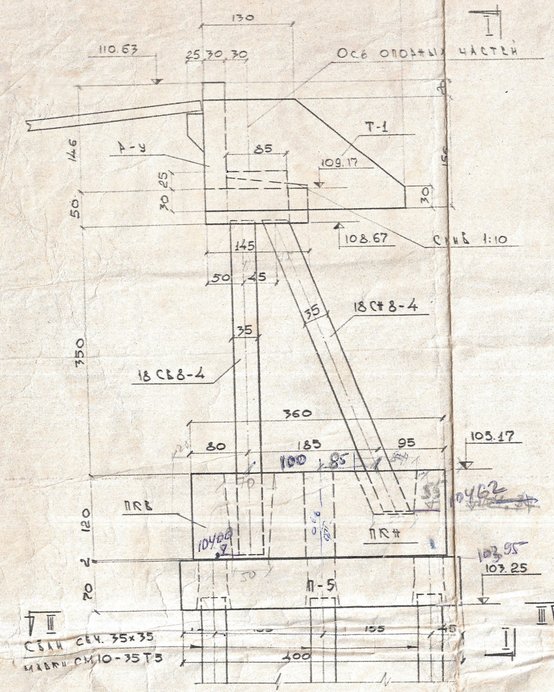
УКС Ярославского горисполкома Приемку в производству
8.01.77

| | | | |
|---|---|---|---|
| МПС | Ярославжелдорпроект | | |
| Проект путепровода на проспекте Окт. Зора через ж.д. линию на ПЧ-1 в г. Ярославле | | Проезжая часть. Пролетных строений. Расположение бордюрных блоков Б-1. Омоноличивание свесов. | |
| Гл. инж. проект | Фоминов | Инв. № | Чертеж №16 |
| Нач. отдела | Скороход | М-б 1:25; 1:50 | ЕГ/1-77-3 |
| Проектировал | Тимофеева | Гимонина 1:50; 1:10 | |

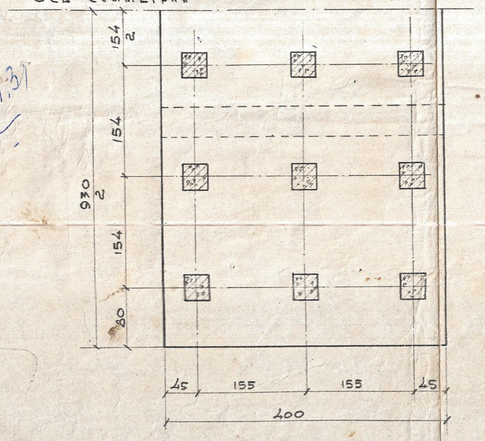
## I — I



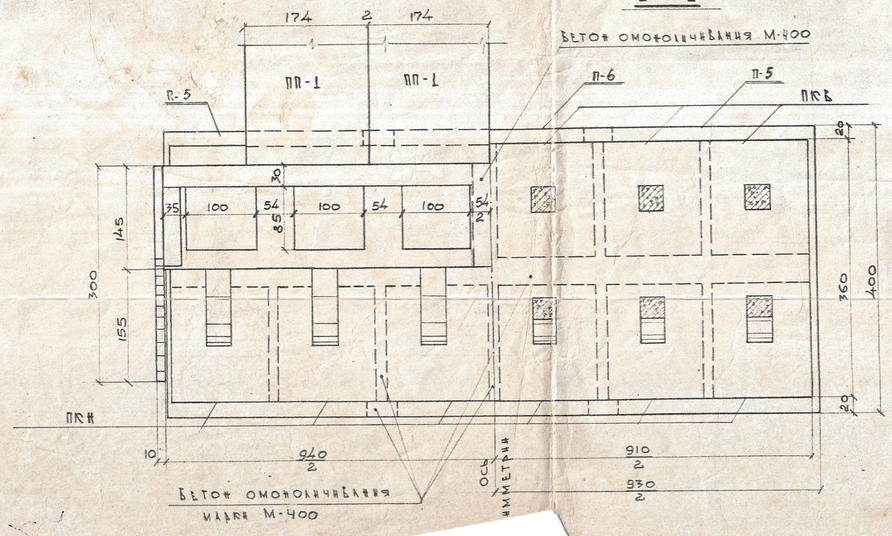

## II — II




## План свайного основания (III — III)




## План (IV — IV)




Бетон омоноличивания марки М-400

## V — V

Бетон омоноличивания М-400

## Таблица монтажных элементов #а устоя

| Наименование элемента | Марка элемента | Основные размеры см | Объем м³ | Вес т# | Расход арматуры кг/м³ А-I | А-II | Закл. деталей | Кол-во эл-тов #а устоя | Общий объем м³ | Марка бетона |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ригель устоя | Р-У | 490×196×170 | 4.75 | 11.9 | 6,0 | 130,2 | 0,4 | 2 | 9,50 | М 300 Мрз-200 |
| Боковой щит устоя | Т-1 | 288×156×10 | 0.35 | 1,0 | 118,0 | – | – | 2 | 0.76 | —"— |
| Стойки | 18 СВ 8-4 | 35×35×5230 | 0.57 | 1.4 | 138.25 | 146.0 | – | 6 | 3.42 | —"— |
| | 18 С# 8-4 | 35×35×5030 | 0.54 | 1.4 | 138.7 | 145.0 | – | 6 | 3.24 | —"— |
| Подколонники | ПК В | 160×140×120 | 2.26 | 5.7 | 8.6 | 28.5 | – | 6 | 13.6 | М-200 Мрз-200 |
| | ПК # | 160×140×120 | 2.44 | 6.1 | 7.6 | 25.6 | – | 6 | 14.6 | —"— |
| Ростверк | П-5 | 290×70×400 | 7.35 | 18.3 | 18.4 | 65.0 | 7.25 | 2 | 14.70 | М-300 Мрз-200 |
| | П-6 | 270×70×400 | 6.80 | 17.0 | 19.8 | 69.8 | 7.80 | 1 | 6.80 | —"— |
| Сваи | СМ10-35Т5 | 1000×35×35 | 1.25 | 3.1 | 24.0 | 233.0 | – | 18 | 22.5 | —"— |
| Переходные плиты | ПП-1 | 174×15×400 | 1.04 | 2.6 | 41.7 | 101.0 | – | 4 | 4.16 | —"— |
| Бетонная подготовка под переходную плиту | Б-1 | 330×70×40 | 0.92 | 2.3 | 28.3 | 129.0 | – | 2 | 1.84 | —"— |
| Тумбы в монолитном исполнении | | 100×85×25 | 0.22 | – | – | 140.0 | 154.0 | 6 | 1.32 | —"— |
| Бетон М-400 для омоноличивания элементов устоя | | | | | | | | | 17.20 | М-400 Мрз-200 |
| Всего железобетона #а устоя | | | | | | | | | 95.12 | |

## Примечания:

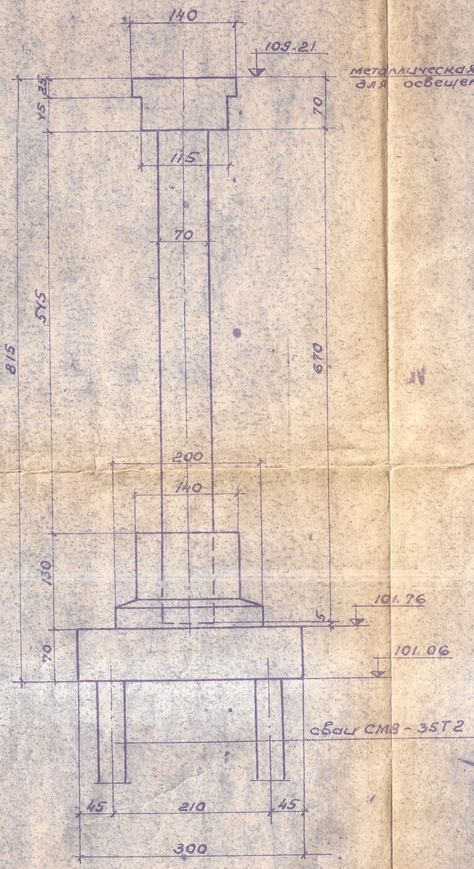
1. Конструкция устоев запроектирована применительно к типовому проекту №в №443/2 откорректированному согласно указаний СН-365-67
2. Железобетонные сваи приняты по типовому проекту №в. №946 #агрузка #а сваю - 57.6 т#. Длина свай уточняется #а месте проезным погружением.
3. Размеры #а чертеже даны в сантиметрах, абсолютные отметки - в метрах.

УКС Ярославского горисполкома
Принят к производству работ
Главный УКСа
28/I 1977 г.

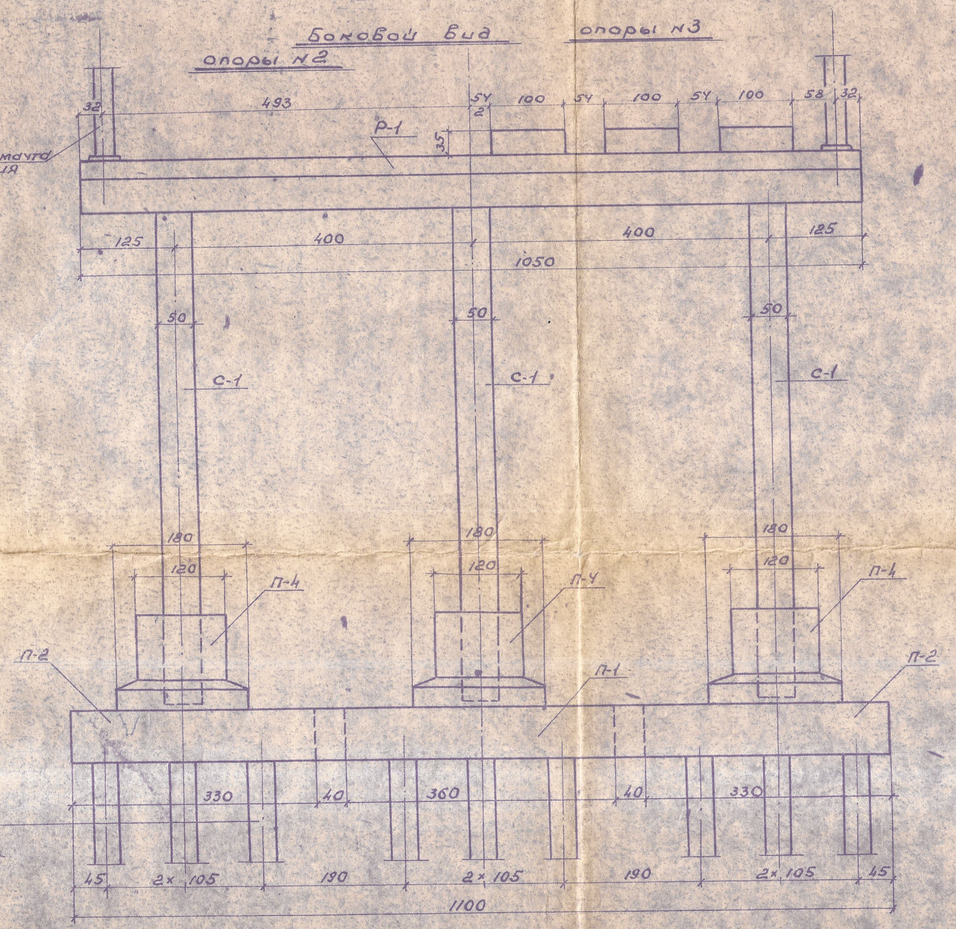
804.77г.

| | |
|---|---|
| МПС | Ярославский проектно-изыскательский ин-т Гипрожелдорпроекта МПС им Сталина Ж.Д. |
| | ЯРОСЛАВЖЕЛДОРПРОЕКТ |
| Проект путепровода #а проспекте „Октября" через ж.д. линию #а ТЭЦ-1 г. Ярославле | Опоры №№ 1 и 4 (сборочный чертеж) |
| Гл. инж. проекта | Фоломеевич |
| #ач. отдела | Скороход |
| Проектировал | Гатилло |
| | Инв. № 118-76 |
| | М-б: 1:50 |
| | Чертеж № 6 |
| | 21/I-77г. |
| | Провер. Тимин |

## Фасад опоры №2

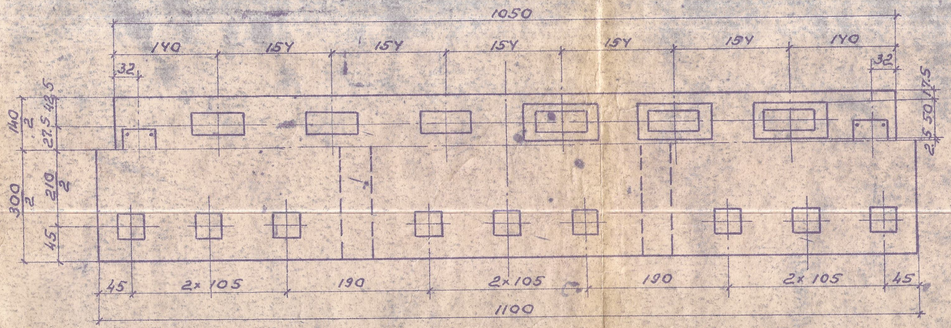



## Боковой вид опоры №2 опоры №3




## Фасад опоры №3

## План




Примечания

1. Конструкция промежуточных опор принята по тип. пр. инв. № 332/1 откорректированному согласно указаний СН-365-67.
2. Объем бетона омоноличивания на одну опору - 6.1 м³ М-400; Мрз-200.
3. Сваи ж.б. по тип. пр. инв. № 946. Расчетная нагрузка на сваю - 43.8 т. Длина свай уточняется на месте пробной забивкой.
4. Размеры на чертеже даны в см, абсолютные отметки - в метрах.

Таблица элементов на опору

| Наименование блока | | Основные размеры см | Объем м³ | Вес т | Расход арм. кг/м³ А-II | Расход арм. кг/м³ А-I | Расход арм. кг/м³ закл. детали | Марка бетона | Кол-во эл-тов на опору №2 | Кол-во эл-тов на опору №3 | Общий объем на опору, м³ №2 | Общий объем на опору, м³ №3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ригель | Р-1 | 1050×140×70 | 8.5 | 21.3 | 148.5 | 67.6 | — | М-300 Мрз-200 | 1 | 1 | 8.5 | 8.5 |
| Стойка | С-1 | 50×70×670 | 2.35 | 5.9 | 216.3 | 66 | — | —"— | 3 | 3 | 7.05 | 7.05 |
| Стакан | П-4 | 180×200×130 | 1.8 | 4.6 | 118 | 19.3 | — | —"— | 3 | 3 | 5.4 | 5.4 |
| Свайный ростверк | П-1 | 360×300×70 | 6.8 | 17.0 | 103.9 | 27 | 7.8 | М-300 | 1 | 1 | 6.8 | 6.8 |
| | П-2 | 330×300×70 | 6.2 | 15.5 | 103.3 | 29.2 | 8.5 | Мрз 200 | 2 | 2 | 12.4 | 12.4 |
| свая СМ8-35Т2 | | 35×35×800 | 1.0 | 2.5 | 132.1 | 26.4 | — | —"— | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Тумба б монолитном исполнении | | 50×100×35 | 0.18 | — | 137 | — | 188 | —"— | — | 6 | — | 1.1 |
| Всего железобетона на опору | | | | | | | | | | | 58.15 | 59.25 |

8.04.77г.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Гл.инж.пр. | | Фрицханов | Инв. № 118-76 | Чертеж 7 | |
| Нач.отдела | | Скорохов | М-б 1:50 | 9.03.77г. | |
| Проектировщ. | | Якитова | Кол. | Кол. | Сб. |

МПС — Ярославский проектно-изыскательский институт Главжелдорпроекта МПС на Сев.ж.д. ЯРОСЛАВЖЕЛДОРПРОЕКТ

Проект путепровода по пр. Октября через ж.д. линию на ТЭЦ-1 в г. Ярославле

Промежуточные опоры №2 и №3 (сводочный чертеж).