

**Акционерное общество**

**«ИГХолдинг Рус»**

<http://www.ighrus.com>

СРО-П-161-09092010 от 09.04.2018



## **КАМСКАЯ ГЭС**

### **РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ С  
ЗАМЕНОЙ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ № 2 И 3 КАМСКОЙ ГЭС**

**ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ № 2 И 3,  
ЗАХВАТОВ, ПУТЕЙ, ПОДКРАНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
И ТРОЛЛЕЙ КАМСКОЙ ГЭС**

**631.03.01-ОБ**

2024 г.

Акционерное общество

«ИГХолдинг Рус»

<http://www.ighrus.com>

СРО-П-161-09092010 от 09.04.2018



## КАМСКАЯ ГЭС

### РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ С  
ЗАМЕНОЙ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ № 2 И 3 КАМСКОЙ ГЭС**

**ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ № 2 И 3,  
ЗАХВАТОВ, ПУТЕЙ, ПОДКРАНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
И ТРОЛЛЕЙ КАМСКОЙ ГЭС**

**631.03.01-ОБ**

Генеральный директор

Главный инженер проекта



П.В. Шестопалов

А.С. Березинский

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

2024 г.

Содержание

Введение .....3

1. Общие положения.....4

2. Термины и определения .....5

3. Состав работ.....7

3.1. Состав исполнителей .....7

3.2. Материально-техническое обеспечение .....7

3.3. Ведомость исходных данных .....8

4. Общая характеристика объекта .....10

4.1. Конструкция подкрановых балок грейферных кранов .....10

5. Результаты обследований .....12

5.1. Результаты визуального обследования .....12

5.2. Результаты инструментального обследования.....26

5.2.1. Измерение относительного прогиба балок грейферных кранов .....26

5.2.2. Результаты нивелировки рельсового пути.....29

5.2.3. Измерение толщины стенок, полок низовых и верховых балок .....30

5.2.4. Определение прочностных характеристик бетона с применением метода неразрушающего контроля .....31

5.2.5. Определение толщины карбонизационного слоя .....33

5.2.6. Расчет напряженно-деформированного состояния верховой и низовой балок грейферного крана .....33

5.3. Обследование троллей кранов и их кабельных трасс.....39

6. Общие выводы .....47

7. Список литературы .....49

Таблица регистрации изменений .....53

|             |  |  |
|-------------|--|--|
| Согласовано |  |  |
|             |  |  |
|             |  |  |
|             |  |  |

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

|                                                                                                                             |         |             |       |         |      |                                |      |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|-------|---------|------|--------------------------------|------|--------|
|                                                                                                                             |         |             |       |         |      | <b>631.03.01-ОБ</b>            |      |        |
| Изм.                                                                                                                        | Кол.уч. | Лист        | № док | Подпись | Дата |                                |      |        |
| Разраб.                                                                                                                     |         | Кожурова    |       |         |      |                                |      |        |
| Пров.                                                                                                                       |         | Малышев     |       |         |      |                                |      |        |
|                                                                                                                             |         |             |       |         |      |                                |      |        |
| Н. контр.                                                                                                                   |         | Березинский |       |         |      |                                |      |        |
| Утв.                                                                                                                        |         | Панин       |       |         |      |                                |      |        |
| Оценка технического состояния грейферных кранов № 2 и 3 Камской ГЭС по результатам визуально-инструментального обследования |         |             |       |         |      | Стадия                         | Лист | Листов |
|                                                                                                                             |         |             |       |         |      | Р                              | 2    | 49     |
|                                                                                                                             |         |             |       |         |      | АО «ИГХ Рус»<br>Москва 2024 г. |      |        |

## Введение

Грейферные краны изготовлены в 1954 - 1955гг. и введены в эксплуатацию в 1955 - 1958гг. Они установлены на отметке 110 – 113 м водосливной плотины и обслуживают 24 пролета плотины. Ширина пролета – 12 м.

Подкрановые балки грейферных кранов Камской ГЭС установлены в 24 пролетах на бычках водосливной плотины со стороны верхнего бьефа и предназначены для перемещения по ним трех козловых грейферных кранов. Общий вес одного грейферного крана – 59 т, номинальная грузоподъемность – 2х20 т. Грейферные краны применяются для очистки сороудерживающих решеток турбинных камер и удаления плавающего мусора (бревен) перед сооружением. Все балки находятся под воздействием движущейся и динамичной нагрузки.

На сооружении были проведены следующие обследования:

- В 2005г. Инженерно-технологическим центром ОАО «Трест Гидромонтаж» г. Москва было проведено «Визуально-инструментальное обследование, тензометрические испытания и расчет остаточного ресурса подкрановых балок и путей грейферных и полукозлового кранов Камской ГЭС».

- В 2020г. Организацией ООО «Арина-эксперт» г. Чайковский была проведена экспертиза промышленной безопасности грейферных кранов №2, №3.

- В 2021г. Организацией «Северо-Западный Экспертный Центр» г. Санкт-Петербург было проведено комплексное обследование крановых путей грейферных кранов.

Также имеются заключения экспертизы промышленной безопасности:

- Заключение ЭПБ №76/23 Кран козловой грейферный №2;
- Заключение ЭПБ №77/23 Кран козловой грейферный №3.

|              |               |              |        |       |      |              |      |  |
|--------------|---------------|--------------|--------|-------|------|--------------|------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |        |       |      |              |      |  |
|              |               |              |        |       |      |              |      |  |
|              |               |              |        |       |      |              |      |  |
|              |               |              |        |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |  |
|              |               |              |        |       |      |              | 3    |  |
| Изм.         | Колыч         | Лист         | Недок. | Подп. | Дата |              |      |  |

1. Общие положения

Настоящее техническое заключение выполнено на основании Договора № 1180-339-2023 от 28.12.2023 г. на разработку рабочей документации по модернизации с заменой грейферных кранов № 2 и 3 Камской ГЭС Лот № 1-ТПиР-ПИР-2024-КамГЭС.

Цели и задачи обследования: Оценка технического состояния подкрановых путей грейферных кранов и их строительных конструкций (подкрановые балки, закладные, крепеж, бетонные подушки, опоры) для дальнейшей разработки рабочей документации по модернизации с заменой грейферных кранов № 2 и 3 Камской ГЭС.

Объект обследования: Подкрановые пути грейферных кранов и их строительные конструкции, тролли и кабельные трассы №2, №3 Камской ГЭС.

Начало проведения обследования – «13» мая 2024 года.

Окончание проведения обследования – «15» мая 2024года.

|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              |      |
|--------------|---------------|--------------|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              | 4    |
|              |               |              | Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |



**Восстановление** – комплекс мероприятий, обеспечивающих доведение эксплуатационных качеств конструкций, пришедших в ограниченно работоспособное состояние, до уровня их первоначального состояния, определяемого соответствующими требованиями нормативных документов на момент проектирования объекта.

**Критические дефекты** – дефекты и повреждения особо ответственных элементов и соединений, представляющие опасность разрушения.

**Значительные дефекты** – дефекты и повреждения, не грозящие в момент осмотра опасностью разрушений конструкций, но могущие в дальнейшем вызвать повреждения других элементов и узлов или при развитии повреждения перейти в категорию критических дефектов.

**Малозначительные дефекты** – дефекты и повреждения локального характера, которые при последующем развитии не могут оказать влияния на другие элементы и конструкции (повреждения вспомогательных конструкций, площадок, местные прогибы и вмятины ненапряженных конструкций и т.п.)

|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              |      |
|--------------|---------------|--------------|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              | 6    |
|              |               |              | Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |

|      |       |      |        |       |      |
|------|-------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подок. | Подп. | Дата |
|------|-------|------|--------|-------|------|

| № п/п | Наименование                                                    | Вид работ                                                                 | Серийный номер | Дата окончания поверки |
|-------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|
| 3     | ОНИКС – 1.ОС.050                                                | Определение прочности бетона неразрушающим методом «отрыв со скалыванием» | № 843          | 12.05.2025             |
| 4     | Детектор Bosch GMS 120                                          | Определение положения арматуры                                            | -              | -                      |
| 5     | Ультразвуковой толщиномер УДТ-20                                |                                                                           | №190145        | 14.09.2024             |
| 6     | Твердомер портативный ультразвуковой ТКМ-459С ФИФ ОЕИ №48907-12 |                                                                           | №21313         | 01.08.2024             |
| 7     | Ноутбук                                                         |                                                                           | -              | -                      |
| 8     | Перфоратор Bosch                                                |                                                                           | -              | -                      |
| 9     | Пики, коронка и буры для перфоратора, комплект                  |                                                                           | -              | -                      |
| 10    | Штангенциркуль                                                  |                                                                           | -              | -                      |
| 11    | Линейка измерительная металлическая актуализированная           |                                                                           | -              | -                      |
| 12    | Отвес                                                           |                                                                           | -              | -                      |
| 13    | Фонарик TRAK LIGHTS                                             |                                                                           | -              | -                      |
| 14    | Рулетка геодезическая 20 м                                      |                                                                           | -              | -                      |
| 15    | Вежа с минипризмой                                              |                                                                           | -              | -                      |
| 16    | Молоток металлический                                           |                                                                           | -              | -                      |

### 3.3. Ведомость исходных данных

| № п/п | Наличие документации        | Наименование документации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Проектная документация      | Проект подкрановых путей грейферных кранов;<br>Паспорт подкрановых путей грейферных кранов;<br>Паспорт грейферных кранов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2     | Исполнительная документация | Акт приемки из ремонта здания, сооружения. Бетонные подушки опор балок грейферных кранов. От 03.03.2014г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №1. Разборка размороженного бетона подушек опор балок путей грейферных кранов. От 22.11.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №2. Устройство арматурных сеток. 25.11.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №3. Прогрев бетонного основания, бетонирование. от 28.11.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №4. Разборка размороженного бетона подушек опор балок путей грейферных кранов. От 01.12.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №5. Устройство арматурных сеток. от 02.12.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №6. Прогрев бетонного основания, бетонирование. от 03.12.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №7. Разборка размороженного бетона подушек опор балок путей грейферных кранов. От 10.12.2013г.<br>Акт освидетельствования скрытых работ №8. Устройство арматурных сеток От .15.12.2013г. |

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

|      |       |      |       |       |      |
|------|-------|------|-------|-------|------|
|      |       |      |       |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж. | Подп. | Дата |

**631.03.01-ОБ**

Лист

8

|   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                               | <p>Акт освидетельствования скрытых работ №9. Прогрев бетонного основания, бетонирование. от 19.12.2013г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №10. Разборка размороженного бетона подушек опор балок путей грейферных кранов. От 20.12.2013г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №11. Устройство арматурных сеток. от 22.12.2013г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №12. Прогрев бетонного основания, бетонирование. от 26.12.2013г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №13. Разборка размороженного бетона подушек опор балок путей грейферных кранов. От 27.12.2013 г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №14. Устройство арматурных сеток. от 28.12.2013г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №15. Прогрев бетонного основания, бетонирование. от 27.12.2013г.</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №16. Разборка размороженного бетона подушек опор балок путей грейферных кранов. От 17.01.2014г</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №17. Устройство арматурных сеток. От 19.01.2014г</p> <p>Акт освидетельствования скрытых работ №18. Прогрев бетонного основания, бетонирование. от 21.01.2014г</p> |
| 3 | Эксплуатационная документация                 | Инструкция по эксплуатации кранового хозяйства Камской ГЭС. Инд.№Т-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 | Отчеты по результатам предыдущих обследований | <p>Отчет НИР визуально-инструментального обследования, тензометрических испытаний и расчета остаточного ресурса подкрановых балок и путей грейферных и полукозлового кранов Камской ГЭС;</p> <p>Акт комплексного обследования крановых путей грейферных кранов;</p> <p>Заключение экспертизы промышленной безопасности грейферных кранов №2, №3.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              |      |
|--------------|---------------|--------------|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              | 9    |
|              |               |              | Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |



Крепления рельсов разъемные и удерживают рельсы от продольных и поперечных смещений, допускают возможность выверки их положения (рихтовки) и быстрой замены при износе. Для рельсов использовали крепления на планках с подкладками с шагом 600-750мм (ГОСТ 24741-2016 и ГОСТ 4121-96). Планки плотно прижимаются к рельсу и к поясу балки болтами диаметром 22мм и соединены сварными швами с подкладками (рисунок 2).

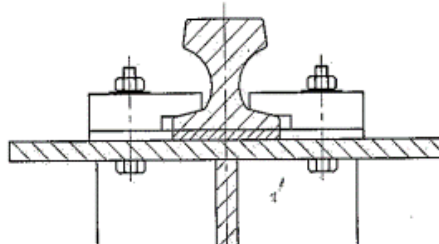


Рисунок 2 – Узел крепления рельса к подкрановой балке.

Стыки балок расположены на осях бычков и выполнены с накладками-кондукторами на стенках, закрепленными болтовыми соединениями к одной из балок.

В горизонтальной плоскости верховые подкрановые балки грейферных кранов соединены поперечными связями с верховыми подкрановыми балками главных козловых кранов. К верхнему поясу балок со стороны ВБ прикреплены откидные пешеходные мостики, обеспечивающие доступ к троллеям козловых кранов.

Конструкция верховых подкрановых балок грейферных кранов представлена на рисунке 3.

Низовые балки представляют собой составной двутавр переменной высоты сечения. В средней части балки по сечению аналогичны верховым балкам, а к опорам высота стенки уменьшается до  $h=730$  мм. Вертикальность низовых балок обеспечивается горизонтальными стяжками, расположенными у опор. Стяжки присоединены к верховому поясу балок и раскрепляются к закладным элементам бычков. К верховому поясу низовых балок с двух сторон приварены пешеходные мостики с поручнями. Мостики держатся на балке с помощью раскосов, приваренных к ребрам жёсткости балок. Для удобства доступа к опорным элементам балок в мостиках организованы люки.

Конструкция низовых подкрановых балок грейферных кранов представлена на рисунке 4.

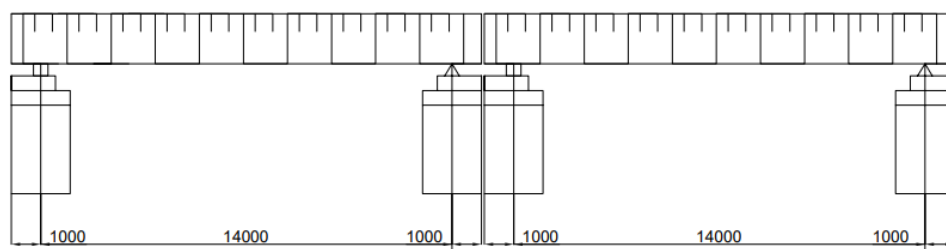


Рисунок 3 – Конструкция верховых подкрановых балок грейферных кранов

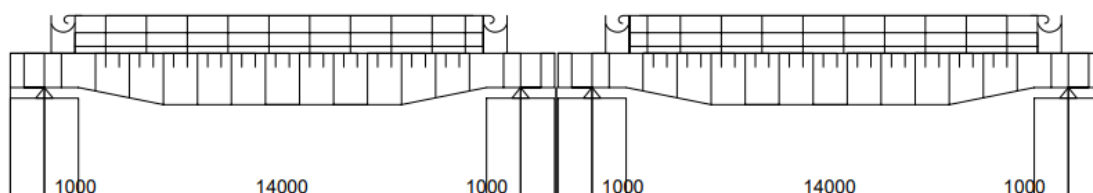


Рисунок 4 – Конструкция низовых подкрановых балок грейферных кранов

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

|      |       |      |       |       |      |
|------|-------|------|-------|-------|------|
|      |       |      |       |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж. | Подп. | Дата |

631.03.01-ОБ

Лист

11

5. Результаты обследований

5.1. Результаты визуального обследования

Классификация дефектов выполнялась в соответствии ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции». Обнаруженные в результате обследования дефекты представлены в таблице 1 и 2. По результатам обследования, было выявлено 62 дефекта, из которых малозначительных 57, значительных 5, критических дефектов не обнаружено.

Таблица 1 – Дефектная ведомость. Малозначительные дефекты

| Конст.                                       | Фотофиксация                                                                        | Дефект                                               | Рекомендация по устранению |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|
| Тупиковый упор (Правый берег)                |   | Износ демпфера, разрушено сварное соединение уголков | Вариант ремонта №1         |
| Верховые подкрановые балки грейферных кранов |                                                                                     |                                                      |                            |
| Пролет 1                                     |  | Поверхностная коррозия                               | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 2                                     |  | Поверхностная коррозия                               | Вариант ремонта №2         |

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

| Конст.   | Фотофиксация                                                                        | Дефект                              | Рекомендация по устранению |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Пролет 3 |    | Поверхностная коррозия              | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 3 |   | Скол бетона                         | Вариант ремонта №3         |
| Пролет 3 |  | Скол бетона, трещины, отшелушивание | Вариант ремонта №3         |

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

| Конст.                    | Фотофиксация                                                                        | Дефект                                                   | Рекомендация по устранению               |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Пролет 4                  |    | Поверхностная коррозия                                   | Вариант ремонта №2                       |
| Пролет 5                  |    | Поверхностная коррозия, отшелушивание бетона на подушках | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 6                  |   | Поверхностная коррозия, отшелушивание бетона на подушках | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Примыкание 6 и 7 пролетов |  | Поверхностная коррозия; трещины на подушках              | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 7                  |  | Поверхностная коррозия; трещины на подушках              | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

631.03.01-ОБ

Лист

14

| Конст     | Фотофиксация                                                                        | Дефект                                             | Рекомендация по устранению               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Пролет 7  |    | Скол бетона, трещины, отшелушивание                | Вариант ремонта №3                       |
| Пролет 8  |    | Поверхностная коррозия; трещины, сколы на подушках | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 9  |   | Поверхностная коррозия; трещины на подушках        | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 10 |  | Поверхностная коррозия; трещины на подушках        | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 11 |  | Поверхностная коррозия; трещины на подушках        | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

631.03.01-ОБ

Лист

15

| Конст.    | Фотофиксация                                                                        | Дефект                                                     | Рекомендация по устранению               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Пролет 12 |    | Поверхностная коррозия; трещины, отшелушивание на подушках | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 13 |    | Поверхностная коррозия; трещины на подушках                | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 14 |   | Поверхностная коррозия; трещины на подушках                | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 15 |  | Поверхностная коррозия; трещины на подушках                | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 16 |  | Поверхностная коррозия; трещины на подушках                | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

631.03.01-ОБ

Лист

16

| Конст.    | Фотофиксация                                                                         | Дефект                                             | Рекомендация по устранению               |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Пролет 17 |    | Поверхностная коррозия; трещины на подушках        | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 18 |    | Поверхностная коррозия; трещины на подушках        | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 19 |   | Поверхностная коррозия; трещины на подушках        | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 20 |  | Поверхностная коррозия; трещины, сколы на подушках | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

| Конст.    | Фотофиксация                                                                         | Дефект                                           | Рекомендация по устранению               |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Пролет 21 |    | Поверхностная коррозия; трещины на подушках      | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 22 |   | Поверхностная коррозия; трещины на подушках      | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 22 |  | Трещины, сколы, отшелушивание бетона на подушках | Вариант ремонта №3                       |

|              |               |              |
|--------------|---------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |
|              |               |              |
| Изм.         | Колуч         | Лист         |
|              |               |              |
| Недож        | Подп.         | Дата         |
|              |               |              |

| Конст.                       | Фотофиксация                                                                        | Дефект                                               | Рекомендация по устранению               |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Пролет 23                    |   | Поверхностная коррозия; трещины на подушках          | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Пролет 24                    |   | Поверхностная коррозия; трещины на подушках          | Вариант ремонта №2<br>Вариант ремонта №3 |
| Тупиковый упор (Левый берег) |  | Износ демпфера, разрушено сварное соединение уголков | Вариант ремонта №1                       |

Низовые подкрановые балки грейферных кранов

|          |                                                                                                                                                                              |                        |                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
| Пролет 1 |  <div>Иден. № 1<br/>13.05.2024 11:00<br/>58.11456, 50.32656 (±5м)<br/>Высота: 129м</div> | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

| Конст.   | Фотофиксация                                                                        | Дефект                 | Рекомендация по устранению |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Пролет 2 |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 3 |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 4 |   | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 5 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 6 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 7 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |

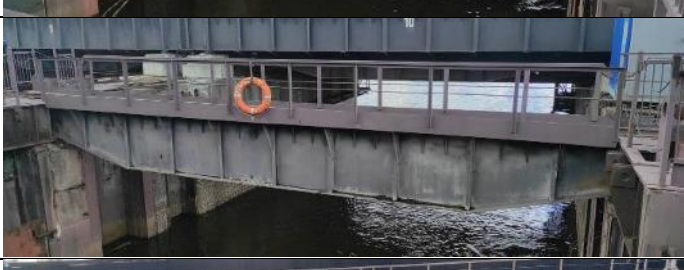
|              |               |              |
|--------------|---------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |
|              |               |              |

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

631.03.01-ОБ

Лист

20

| Конст     | Фотофиксация                                                                        | Дефект                 | Рекомендация по устранению |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Пролет 8  |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 9  |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 10 |   | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 11 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 12 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 13 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 14 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

631.03.01-ОБ

Лист

21

| Конст.    | Фотофиксация                                                                         | Дефект                 | Рекомендация по устранению |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Пролет 15 |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 16 |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 17 |    | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 18 |   | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 19 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 20 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |
| Пролет 21 |  | Поверхностная коррозия | Вариант ремонта №2         |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

631.03.01-ОБ

Лист

22

| Конст.                                 | Фотофиксация                                                                         | Дефект                          | Рекомендация по устранению  |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Пролет 22                              |    | Поверхностная коррозия          | Вариант ремонта №2          |
| Пролет 23                              |    | Поверхностная коррозия          | Вариант ремонта №2          |
| Пролет 24                              |   | Поверхностная коррозия          | Вариант ремонта №2          |
| Пролет 19<br>Левый бык                 |  | Непроектное отверстие           | Восстановление не требуется |
| Низовая балка.<br>Пролет 15. Левый бык |  | Искривление нижнего пояса балки | Вариант ремонта № 5         |

Таблица 2 – Дефектная ведомость. Значительные дефекты

| Конст. | Фотофиксация | Дефект | Рекомендация по устранению |
|--------|--------------|--------|----------------------------|
|--------|--------------|--------|----------------------------|

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

|      |       |      |       |       |      |
|------|-------|------|-------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж. | Подп. | Дата |
|      |       |      |       |       |      |

631.03.01-ОБ

Лист

23

| Конст.                                     | Фотофиксация                                                                        | Дефект                                                                                 | Рекомендация по устранению |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Пролет 24. Верховая балка. Правый Бык      |    | Разрушение бычка, вымораживание поверхностного слоя бетона                             | Вариант ремонта № 3        |
| Пролет 20. Бетонная подушка. Правый бык    |   | Разрушение подушки, вымораживание поверхностного слоя бетона                           | Вариант ремонта № 3        |
| Примыкание верхних балок 15 и 16 пролетов. |  | Искривление накладки кондуктора на стенках в результате температурной деформации балок | Вариант ремонта №4         |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

| Конст.                                  | Фотофиксация                                                                       | Дефект                                                       | Рекомендация по устранению |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Верховая балка.<br>Пролет 10. Левый бык |   | Разрушение бычка, вымораживание поверхностного слоя бетона   | Вариант ремонта № 3        |
| Пролет 3.<br>Левый бык.                 |  | Разрушение подушки, вымораживание поверхностного слоя бетона | Вариант ремонта № 3        |

Вариант ремонта №1: Зачистить старые сварные швы. Произвести подготовку кромок под сварку (зачистка, разделка). Произвести сварку швов. Зачистить сварные швы, очистить металлическую поверхность механическим способом, обеспылить, грунтовать, восстановить антикоррозионное покрытие. Заменить демпфер.

Вариант ремонта №2: Очистить поврежденные участки от ржавчины, обеспылить, грунтовать. Восстановить антикоррозионное покрытие.

Вариант ремонта №3: Произвести очистку от поврежденного материала до прочного основания, обеспылить поверхность, грунтовать, восстановить геометрию ремонтным составом. При наличии трещин, необходимо выполнить расшивку трещины, проверить глубину повреждения, обеспылить поверхность, грунтовать, зачеканить раствором.

Вариант ремонта №4: Демонтаж накладки кондуктора. Зачистка, обеспыливание, грунтовка и окраска верхних поверхностей шва. Замена накладки кондуктора на новую (рекомендуется увеличить ширину накладки, с учетом раскрытия деформационного шва, для предотвращения соскальзывания с поверхности балки). Монтаж накладки кондуктора на стенках, с закреплением болтовыми соединениями к одной из балок. Очистка, обеспыливание, грунтовка и окраска поверхности накладки кондуктора.

Вариант ремонта №5: Произвести отрихтовку искривлённого пояса балки. Вырезать поврежденный элемент (700 мм), установить лист взамен демонтированного. Использовать швы С12 и Т8 ГОСТ 5264-80. После очистить поврежденные участки от ржавчины, обеспылить, грунтовать. Восстановить антикоррозионное покрытие.

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

|      |       |      |      |       |      |              |      |
|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
|      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|      |       |      |      |       |      |              | 25   |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |

5.2. Результаты инструментального обследования.

5.2.1. Измерение относительного прогиба балок грейферных кранов

Измерение относительного прогиба подкрановых балок в 2024 г проводилось методом геометрического нивелирования IV класса по закреплённым точкам, средняя квадратическая ошибка определения равна 3 мм.

В таблице 4 приведены графики относительных прогибов подкрановых балок за период с 2011 по 2024гг. (Графики построены по данным из таблицы Приложения Б). Величина допустимых прогибов при среднем режиме работы кранов (в соответствии с СТО 70238424.27.010.011-2008) приведена в таблице 3. Данные в период с 2011 по 2023 предоставлены станцией.

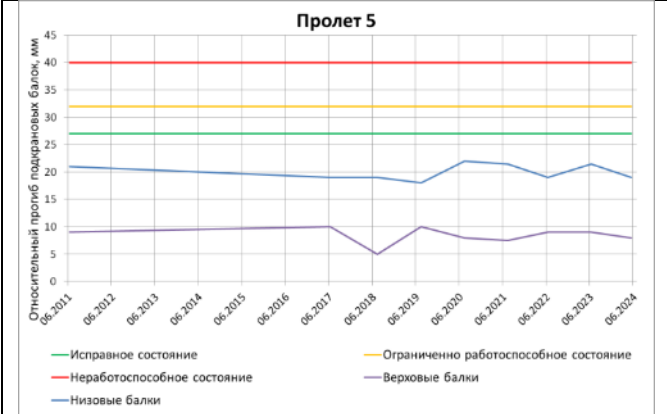
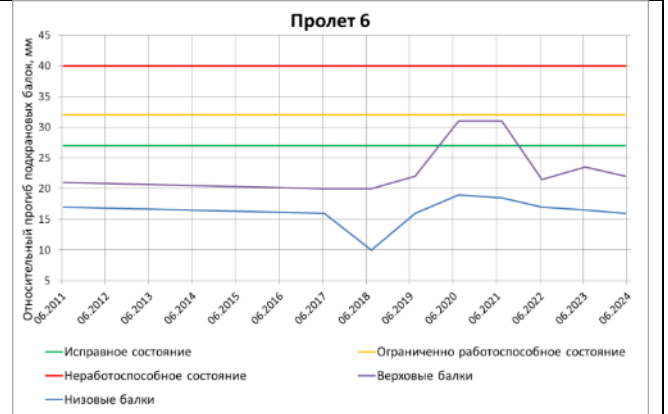
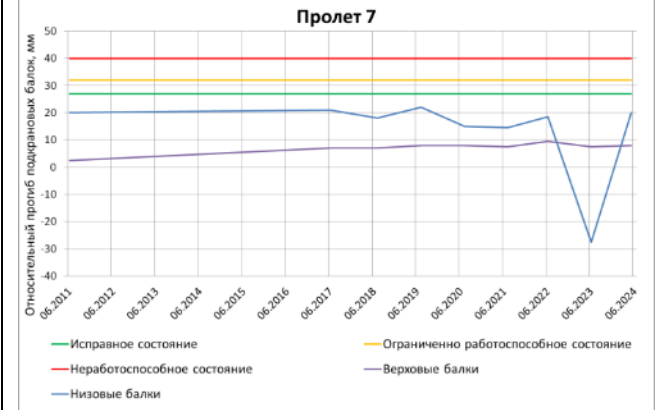
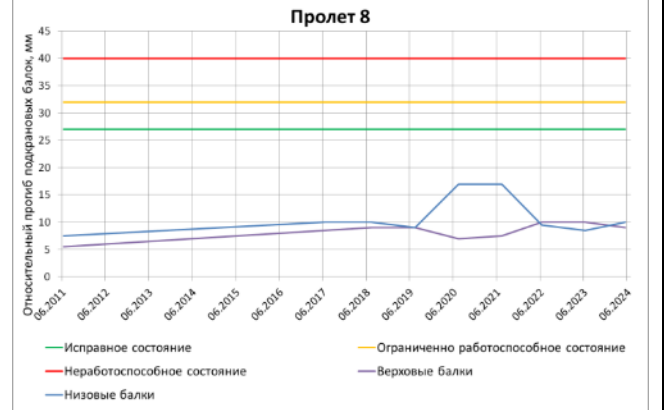
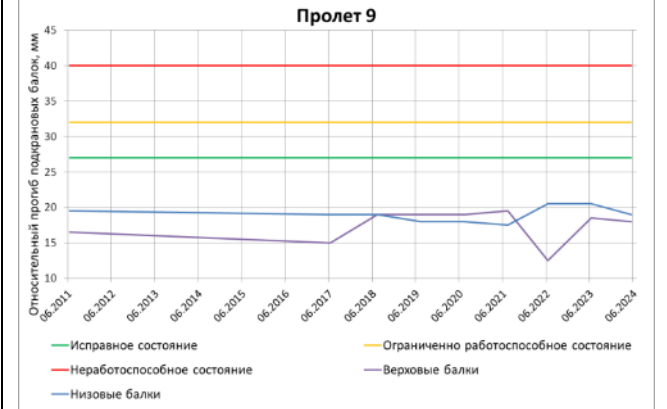
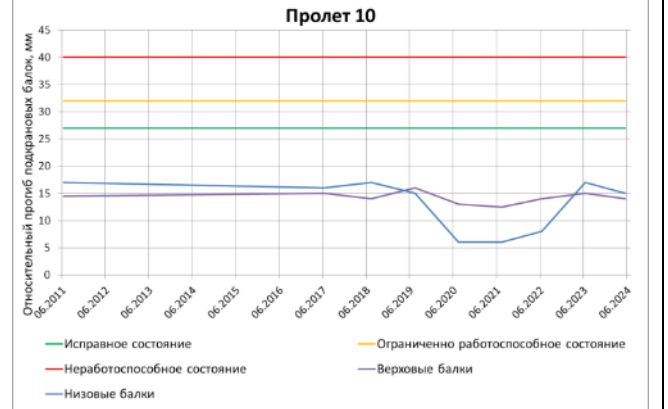
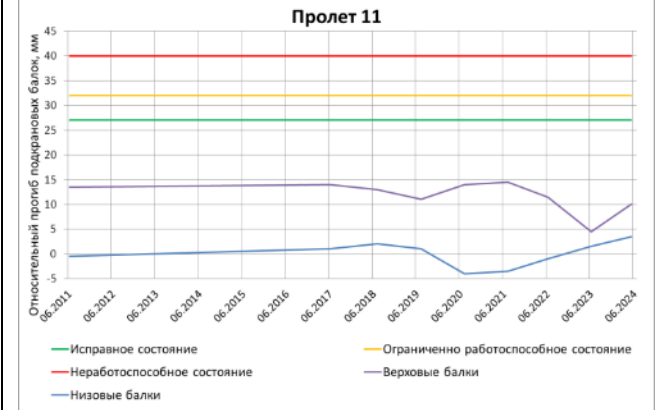
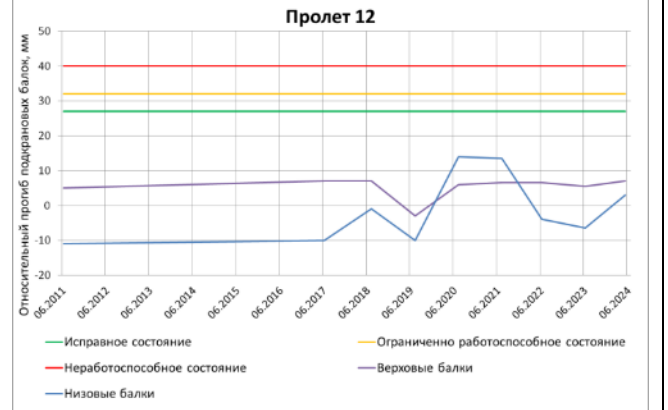
Таблица 3 – Предельно допустимые значения относительного прогиба подкрановых балок

| Показатель                                                               | Исправное<br>(номинальное) | Ограниченно<br>работоспособное<br>(допускаемое) | Неработоспособное<br>(предельное,<br>аварийное) |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Относительный прогиб подкрановых балок для кранов среднего режима работы | 1/600                      | 1/500                                           | 1/400                                           |
| то же в миллиметрах                                                      | 27                         | 32                                              | 40                                              |

Таблица 4 – Графики относительного прогиба верховых и низовых подкрановых балок



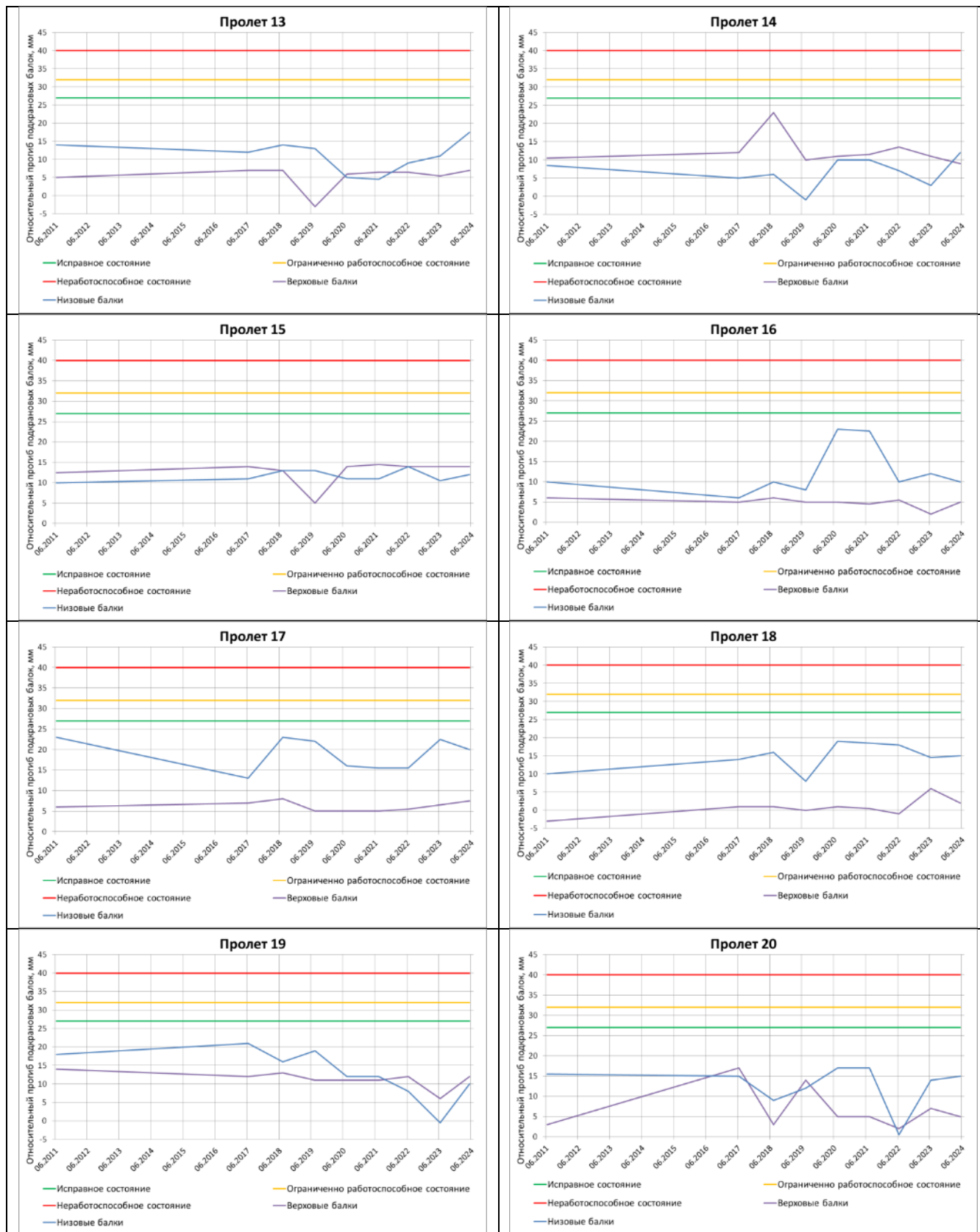
|              |               |              |       |       |      |  |  |  |
|--------------|---------------|--------------|-------|-------|------|--|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |       |       |      |  |  |  |
|              |               |              |       |       |      |  |  |  |
|              |               |              |       |       |      |  |  |  |
| Изм.         | Колуч.        | Лист         | Подж. | Подп. | Дата |  |  |  |

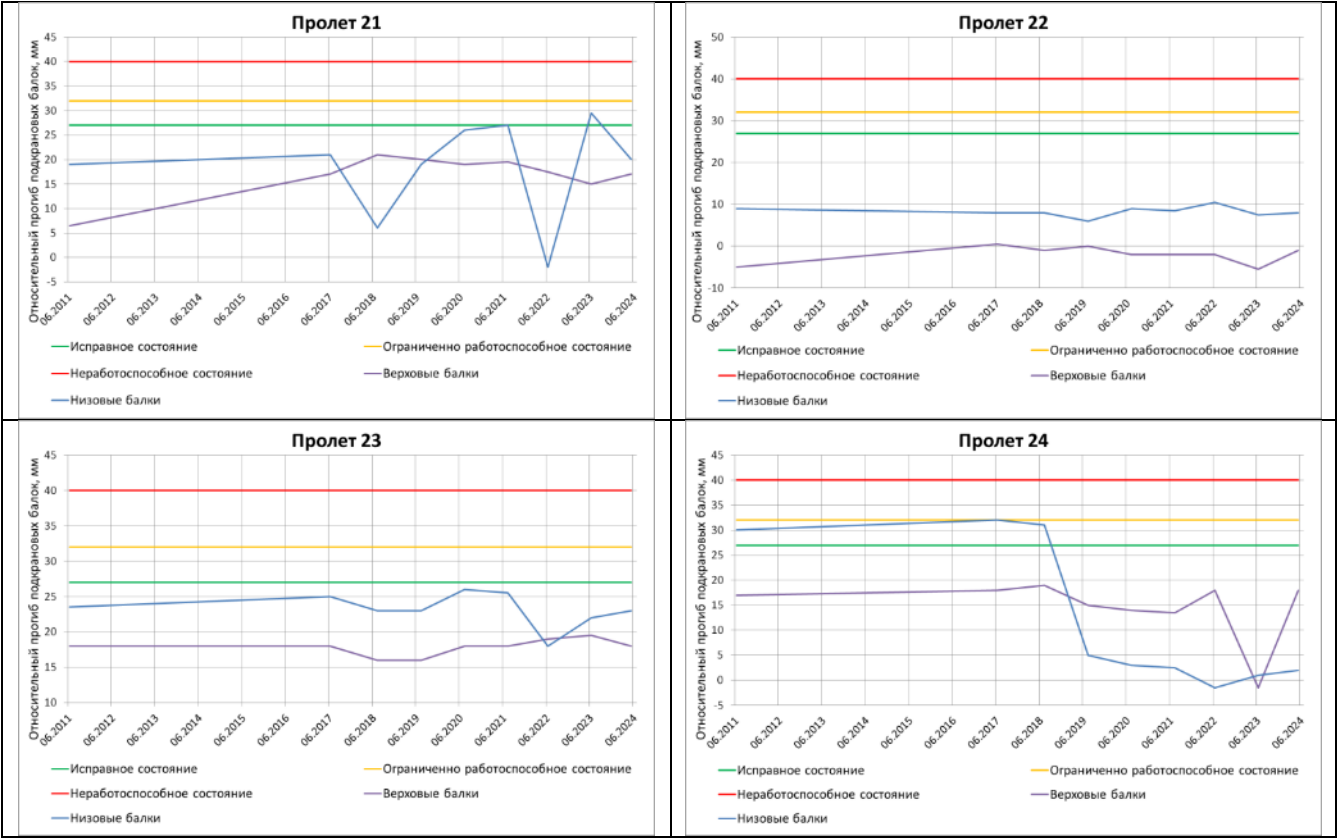


|               |               |              |
|---------------|---------------|--------------|
| Инва. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |
|               |               |              |

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

631.03.01-ОБ





Относительных прогиб балок грейферных кранов не превышает номинальное значение и оценивается как исправное.

Состояние верховой балки пролета №2 оценивается как ограничено работоспособное (допускаемое). Превышение относительного прогиба балок над нормативным допуском наблюдается с 2011 года и не имеет дальнейшего развития.

Скачок измерения в 2019 на верховой и низовой балках 24 пролета не подтверждается никакими дополнительными нагрузками или ремонтными работами. Так как относительный прогиб балки не превышает допускаемое значение, а после 2019 г и вовсе входит в границы номинального, то состояние балки считается как исправное.

5.2.2. Результаты нивелировки рельсового пути

При обследовании рельсового пути использовался метод геометрического нивелирования в один прием. Длина пути 410м. За условную нулевую отметку принята самая высшая точка направляющих рельсового пути. Результаты измерений представлены на рисунке 9 (измерения таблица Б3 Приложения Б).

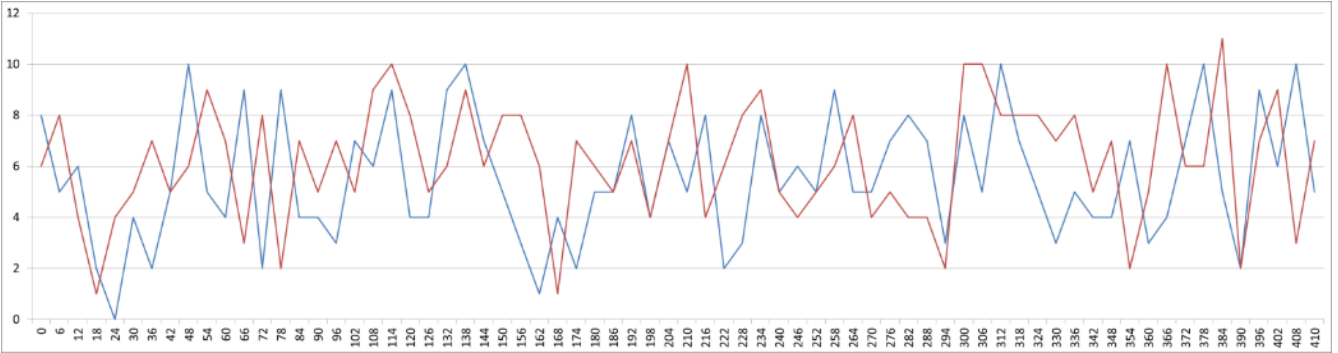


Рисунок 9 – Высотное положение вдоль направляющих рельсового пути

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

631.03.01-ОБ

Планово-высотное положение элементов рельсового пути соответствует требованиям Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденный приказом Ростехнадзора от 26 ноября 2020г. №461.

5.2.3. Измерение толщины стенок, полок низовых и верховых балок

В процессе обследования производилось выборочное измерение толщины и целостности металлических конструкций при помощи аппарата Ультразвуковой толщиномер УДТ-20 и штангенциркуля (рисунки 5-8).

Толщиномер измеряет время, прохода зондирующего импульса в материале и возвращения его после отражения. Показания прибора, являются результатом умножения измеренного времени на значение скорости распространения УЗ колебаний.



Рисунок 5 – Измерение толщины стенки подкрановой балки

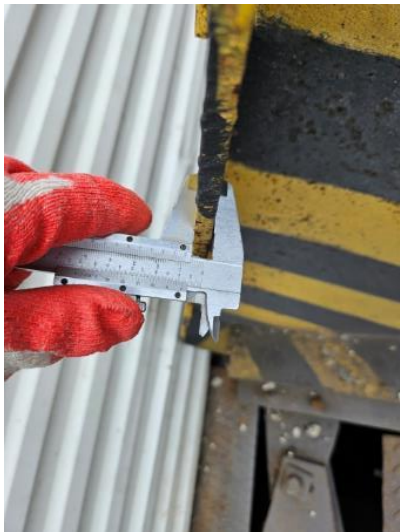


Рисунок 6 – Измерение толщины стенок тупикового упора



Рисунок 7 – Измерение толщины полок подкрановой стенки



Рисунок 8 – Болтовые соединения крепления рельса к подкрановой балке

Измеренные значения толщин элементов соответствуют проектным значениям.

Также были проведены выборочные измерения твёрдости конструкционных сталей, с помощью прибора Твердомер портативный ультразвуковой ТКМ-459С. В результате измерений

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

|      |       |      |      |       |      |  |              |      |
|------|-------|------|------|-------|------|--|--------------|------|
|      |       |      |      |       |      |  | 631.03.01-ОБ | Лист |
|      |       |      |      |       |      |  |              | 30   |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |  |              |      |

определяли твердость материала по шкале Бринелля (НВ), с автоматическим переводом значений в единицы МПа (по таблице в соответствии с ГОСТ 22761-77).

На основании статистической обработки результатов испытаний было рассчитано временное сопротивление материала балок. Данные измерений и соотношение между твердостью по Бринеллю и временным сопротивлением представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Соотношение между твердостью по Бринеллю (НВ) и временным сопротивлением (МПа).

| № пролета | Верховая балка              |                                          | Низовая балка               |                                          |
|-----------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
|           | Твердость по Бринеллю (МПа) | Временное сопротивление $\sigma_b$ (МПа) | Твердость по Бринеллю (МПа) | Временное сопротивление $\sigma_b$ (МПа) |
| 2         | 130                         | 479                                      | -                           | -                                        |
| 3         | 129                         | 479                                      | 129                         | 469                                      |
| 4         | 129                         | 479                                      | 129                         | 469                                      |
| 5         | 122                         | 448                                      | 111                         | 404                                      |
| 6         | 121                         | 448                                      | 123                         | 448                                      |
| 7         | 119                         | 439                                      | 128                         | 449                                      |
| 8         | 122                         | 410                                      | 121                         | 439                                      |
| 9         | -                           | -                                        | 119                         | 434                                      |
| 10        | -                           | -                                        | 113                         | 410                                      |

Полученные значения соответствуют параметрам стали Ст3.

#### 5.2.4. Определение прочностных характеристик бетона с применением метода неразрушающего контроля

В рамках инструментального обследования с целью определения прочностных характеристик бетона разделительных быков были применен ультразвуковой метод неразрушающего контроля в соответствии с ГОСТ 17624-2021 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».

Оценка класса прочности конструкций методами неразрушающего контроля проводилась на основании ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».

В период 2009-2014 годов был проведен ремонт опорных подушек. В последствии чего, оценка класса бетона определялась для отремонтированного состава.

При экспертном определении прочности применялся ультразвуковой метод с использованием измерителя прочности строительных материалов Пульсар 2.2. Прибор предназначен для оценки свойств и дефектоскопии твердых материалов. Прочность материала определяли по предварительно установленным градуировочным зависимостям данных параметров от скорости распространения УЗ импульсов. Для повышения достоверности в каждом измерительном цикле автоматически выполняется 5 измерений и результат формируется путем их статистической обработки с отбраковкой выбросов.

На каждом обследуемом участке измерения прочности бетона проводились в трех контрольных зонах. С целью получения наиболее достоверной информации о прочностных характеристиках бетона обследуемых конструкций при измерениях выбирались участки, не содержащие явно выраженных дефектов и повреждений. Результаты измерений в каждой зоне усреднялись статистическими методами расчетов с целью уменьшения погрешности. Результаты определения прочности бетона отображены в таблице 6.

|              |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |      |    |  |  |
|--------------|---------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|----|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № | <p>предназначен для оценки свойств и дефектоскопии твердых материалов. Прочность материала определяли по предварительно установленным градуировочным зависимостям данных параметров от скорости распространения УЗ импульсов. Для повышения достоверности в каждом измерительном цикле автоматически выполняется 5 измерений и результат формируется путем их статистической обработки с отбраковкой выбросов.</p> <p>На каждом обследуемом участке измерения прочности бетона проводились в трех контрольных зонах. С целью получения наиболее достоверной информации о прочностных характеристиках бетона обследуемых конструкций при измерениях выбирались участки, не содержащие явно выраженных дефектов и повреждений. Результаты измерений в каждой зоне усреднялись статистическими методами расчетов с целью уменьшения погрешности. Результаты определения прочности бетона отображены в таблице 6.</p> |       |      |    |  |  |
|              |               |              | <div>631.03.01-ОБ</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |      |    |  |  |
|              |               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |      |    |  |  |
| Изм.         | Колуч         | Лист         | Подок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Подп. | Дата | 31 |  |  |

Вычисление фактического класса Вф бетона по прочности при контроле по схеме Г п. 4.3 ГОСТ 18105 производится по формуле:  $B_f = 0,8 \times R_m$ , где  $R_m$  - фактическая прочность бетона, МПа.

Таблица 6 – Результаты определения прочности бетона ультразвуковым методом

| № пролета | Бык    | Прочность бетона в точке измерения, Мпа |    |    | Среднее значение, МПа. | Класс бетона |
|-----------|--------|-----------------------------------------|----|----|------------------------|--------------|
|           |        | 1                                       | 2  | 3  |                        |              |
| 1         | левый  | 56                                      | 63 | 68 | 62,3                   | B45          |
|           | правый | 55                                      | 58 | 51 | 54,7                   | B40          |
| 2         | левый  | 62                                      | 63 | 65 | 63,3                   | B45          |
|           | правый | 48                                      | 59 | 50 | 52,3                   | B40          |
| 3         | левый  | 49                                      | 48 | 52 | 49,7                   | B35          |
|           | правый | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
| 4         | левый  | 32                                      | 43 | 45 | 40,0                   | B30          |
|           | правый | 65                                      | 65 | 60 | 63,3                   | B45          |
| 5         | левый  | 52                                      | 66 | 70 | 62,7                   | B45          |
|           | правый | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
| 6         | левый  | 46                                      | 54 | 56 | 52,0                   | B40          |
|           | правый | 55                                      | 60 | 55 | 56,7                   | B40          |
| 7         | левый  | 32                                      | 32 | 49 | 37,7                   | B27,5        |
|           | правый | 36                                      | 55 | 56 | 49,0                   | B35          |
| 8         | левый  | 33                                      | 42 | 44 | 39,7                   | B30          |
|           | правый | 32                                      | 36 | 26 | 31,3                   | B22,5        |
| 9         | левый  | 27                                      | 36 | 48 | 37,0                   | B27,5        |
|           | правый | 33                                      | 40 | 35 | 36,0                   | B27,5        |
| 10        | левый  | 29                                      | 37 | 39 | 35,0                   | B25          |
|           | правый | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
| 11        | левый  | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
|           | правый | 60                                      | 62 | 65 | 62,3                   | B45          |
| 12        | левый  | 51                                      | 55 | 57 | 54,3                   | B40          |
|           | правый | 60                                      | 65 | 60 | 61,7                   | B45          |
| 13        | левый  | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
|           | правый | 42                                      | 43 | 46 | 43,7                   | B30          |
| 14        | левый  | 42                                      | 49 | 46 | 45,7                   | B35          |
|           | правый | 29                                      | 48 | -  | 38,5                   | B30          |
| 15        | левый  | 43                                      | 32 | 57 | 44,0                   | B30          |
|           | правый | 41                                      | 59 | 58 | 52,7                   | B40          |
| 16        | левый  | 42                                      | 44 | 60 | 48,7                   | B35          |
|           | правый | 31                                      | 29 | 25 | 28,3                   | B20          |
| 17        | левый  | 44                                      | 46 | 45 | 45,0                   | B35          |
|           | правый | 43                                      | 30 | 56 | 43,0                   | B30          |
| 18        | левый  | 47                                      | 47 | 37 | 43,7                   | B30          |
|           | правый | 25                                      | 56 | 56 | 45,7                   | B35          |
| 19        | левый  | 39                                      | 42 | 54 | 45,0                   | B35          |
|           | правый | 39                                      | 27 | 43 | 36,3                   | B27,5        |
| 20        | левый  | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
|           | правый | 65                                      | 63 | 60 | 62,7                   | B45          |
| 21        | левый  | 60                                      | 65 | 62 | 62,3                   | B45          |
|           | правый | 26                                      | 37 | 60 | 41,0                   | B30          |
| 22        | левый  | 22                                      | 50 | 54 | 42,0                   | B30          |
|           | правый | 44                                      | 61 | 30 | 45,0                   | B35          |
| 23        | левый  | 60                                      | 67 | 65 | 64,0                   | B45          |
|           | правый | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |
| 24        | левый  | -                                       | -  | -  | -                      | отбракован   |

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

631.03.01-ОБ

Лист

32

| № пролета                                       | Бык    | Прочность бетона в точке измерения, МПа |    |    | Среднее значение, МПа. | Класс бетона |
|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|----|----|------------------------|--------------|
|                                                 |        | 1                                       | 2  | 3  |                        |              |
|                                                 | правый | 64                                      | 58 | 62 | 61,3                   | B45          |
| Средняя прочность бетона/расчетный класс бетона |        |                                         |    |    | 48,5                   | B30          |

Таким образом по результатам инструментальных обследований с применением приборов неразрушающего контроля по определению прочности бетона принимаем расчетное значение класса бетона равное B30.

5.2.5. Определение толщины карбонизационного слоя

Толщина карбонизирующего слоя позволяет рассчитать долговечность возводимой конструкции. Арматурные стержни, закрепленные в толще бетона, не склонны к разрушению при условии сохранения щелочного баланса в застывшей смеси.

Для определения толщины карбонизационного слоя выбурируем отверстие в бетоне, с дальнейшим заполнением его раствором фенолфталеина. Данное вещество при попадании на бетонную поверхность окрашивается в малиновый (розоватый) оттенок. Если цветовой индикатор отсутствует, это свидетельствует об утрате щелочного баланса в застывшем растворе.

Для определения толщины карбонизационного слоя были проведены выборочные замеры на разных участках опорных подушек. Результаты анализа представлены в таблице 7. После ремонта (в период 2009-2014) щелочной баланс армированного бетона был восстановлен. Глубина карбонизации составляет 5 мм и не влияет на коррозионное состояние арматуры.

Таблица 7 – Результаты измерения карбонизационного слоя



5.2.6. Расчет напряженно-деформированного состояния верховой и низовой балок рейферного крана

Расчет напряженно-деформированного состояния верховой и низовой балок рейферного крана выполнен в программном комплексе SCAD Office 21.1.1.

Балки реализованы в пространственной расчетной схеме путем задания конечных элементов, а именно:

- уголки 160×100×14 – пространственными стержневыми элементами из обыкновенной стали (тип 5);
- верхние и нижние пояса толщиной 22 мм – элементами оболочечного типа из обыкновенной стали (тип 44);

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

|      |       |      |      |       |      |              |      |
|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
|      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|      |       |      |      |       |      |              | 33   |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |

- Расчетные модели приведены на рисунках 9,10. Расчетная схема балок приведена на рисунке 11.

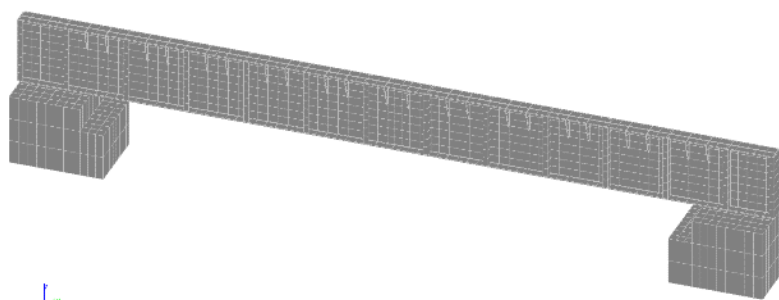


Рисунок 9 – Модель верховой балки

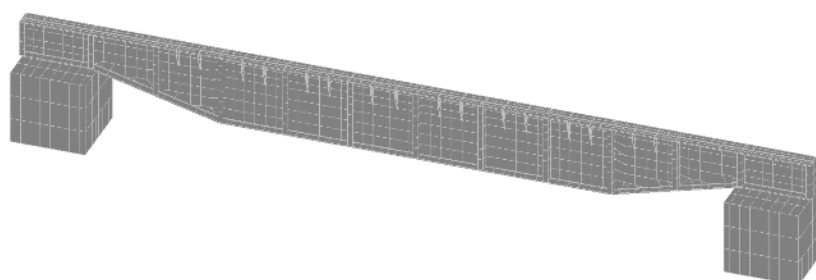


Рисунок 10 – Модель низовой балки

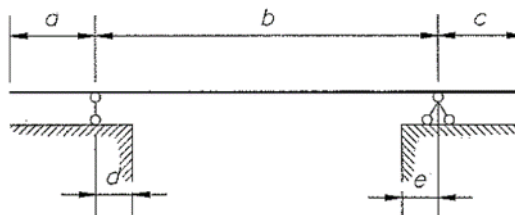


Рисунок 11 – Схема геометрических размеров подкрановых балок грейферного крана  
( $a = c = 0,985$  м;  $b = 14,00$  м;  $d = e = 0,50$  м)

Расчетные нагрузки, действующие на балки от грейферного крана приведены в таблице 8. Схема приложения нагрузок приведена на рисунке 12.

### Таблица 8 – Расчетные нагрузки

|                       |                                                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------|
| Тип нагрузки          | Значение, т                                      |
| Вес конструкций       | Определено автоматически в программном комплексе |
| Вес крана $G_{кр}$    | 59                                               |
| Вес грейфера $G_{гр}$ | 12                                               |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Вес мусора $G_M$                             | 3  |
| Номинальная грузоподъемность крана $Q_{ном}$ | 40 |

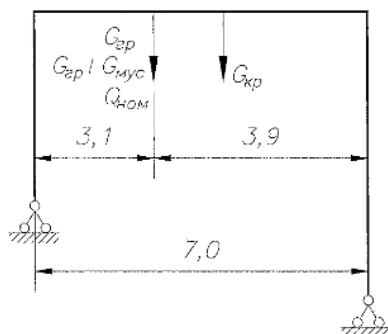


Рисунок 12 – Схема приложения нагрузок от грейферного крана

При расчете на крановые нагрузки для определения максимальных напряжений и прогибов в балках комбинации загрузок приняты как добавление одного из загрузок L2...L5 к загрузке L1 (таблица 9).

Поскольку при движении крана и выполнении им подъемных операций на балки может передаваться динамическая нагрузка, в загрузках L2...L5 учтен коэффициент динамичности равный 1,10.

Таблица 9 – Комбинации загрузок балок

| Тип загрузки                                                                 | Значение приложенной нагрузки от колеса, т (кН)                       | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f^*$ | Коэффициент динамичности |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Верховая балка</b>                                                        |                                                                       |                                                 |                          |
| L1 – Собственный вес                                                         | Определено автоматически                                              | 1,05                                            | –                        |
| L2 – Одно колесо на балке с грузом и мусором (сочетание C1)                  | $P_1 = \frac{G_{кр}}{4} + \frac{3,9}{2}(G_{гр} + G_M) = 18,9 (185,7)$ | 1,20                                            | 1,10                     |
| L3 – Одно колесо на балке с номинальной грузоподъемностью (сочетание C2)     | $P_1 = \frac{G_{кр}}{4} + \frac{3,9}{2}Q_{ном} = 25,9 (254)$          | 1,20                                            | 1,10                     |
| L4 – Два колеса, кран расположен с опиранием на консоли балки (сочетание C3) | $P_1 = P_2 = 25,9 (254)$                                              | 1,20                                            | 1,10                     |
| L5 – Два колеса, кран расположен по середине балки (сочетание C4)            | $P_1 = P_2 = 25,9 (254)$                                              | 1,20                                            | 1,10                     |
| <b>Низовая балка</b>                                                         |                                                                       |                                                 |                          |
| L1 – Собственный вес                                                         | Определено автоматически                                              | 1,05                                            | –                        |
| L2 – Одно колесо на балке с грузом и мусором (сочетание C1)                  | $P_1 = \frac{G_{кр}}{4} + \frac{3,1}{2}(G_{гр} + G_M) = 18,1 (177,3)$ | 1,20                                            | 1,10                     |
| L3 – Одно колесо на балке с номинальной грузоподъемностью (сочетание C2)     | $P_1 = \frac{G_{кр}}{4} + \frac{3,1}{2}Q_{ном} = 23,6 (231,6)$        | 1,20                                            | 1,10                     |

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

|      |        |      |       |       |      |              |      |
|------|--------|------|-------|-------|------|--------------|------|
| Изм. | Колуч. | Лист | Подж. | Подп. | Дата | 631.03.01-ОБ | Лист |
|      |        |      |       |       |      |              | 35   |

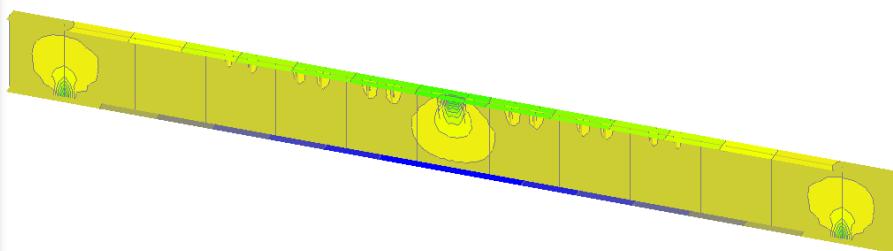
| Тип загрузки                                                                 | Значение приложенной нагрузки от колеса, т (кН) | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$ * | Коэффициент динамичности |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| L4 – Два колеса, кран расположен с опиранием на консоли балки (сочетание C3) | $P_1 = P_2 = 23,6$ (231,6)                      | 1,20                                            | 1,10                     |
| L5 – Два колеса, кран расположен по середине балки (сочетание C4)            | $P_1 = P_2 = 23,6$ (231,6)                      | 1,20                                            | 1,10                     |
| * Принят по СП 58.13330.2012, табл. Д1.                                      |                                                 |                                                 |                          |

Результаты расчетов приведены в виде отображения изополей напряжений и прогибов, возникающих в балках и подушках при действии расчетных нагрузок в таблицах 10 и 11 (расчет проводился по типовой балке).

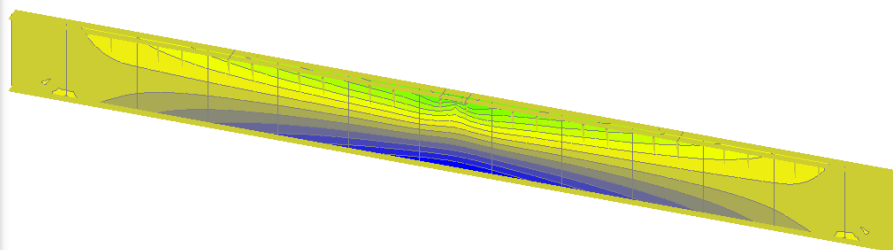
Таблица 10 – Результаты расчета напряженно-деформированного состояния верховой балки

Сочетание C2 – напряжения

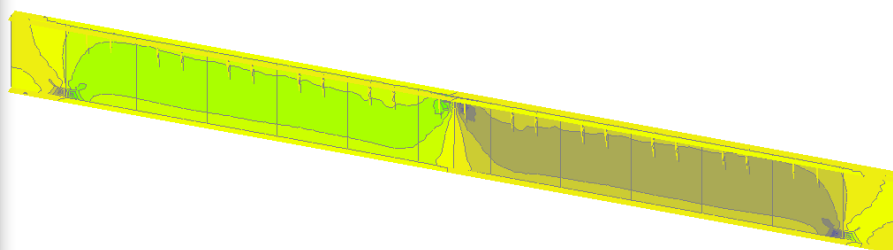
| $\sigma_x$ | кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |
|------------|--------------------|--------------------|
| -992,71    | -884,93            | 3                  |
| -884,93    | -777,15            | 13                 |
| -777,15    | -669,37            | 28                 |
| -669,37    | -561,6             | 37                 |
| -561,6     | -453,82            | 40                 |
| -453,82    | -346,04            | 39                 |
| -346,04    | -238,26            | 42                 |
| -238,26    | -130,48            | 68                 |
| -130,48    | -22,7              | 254                |
| -22,7      | 85,08              | 741                |
| 85,08      | 192,86             | 52                 |
| 192,86     | 300,64             | 24                 |
| 300,64     | 408,42             | 24                 |
| 408,42     | 516,19             | 24                 |
| 516,19     | 623,97             | 24                 |
| 623,97     | 731,75             | 30                 |



| $\sigma_y$ | кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |
|------------|--------------------|--------------------|
| -1005,25   | -897,16            | 3                  |
| -897,16    | -789,07            | 3                  |
| -789,07    | -680,98            | 5                  |
| -680,98    | -572,89            | 23                 |
| -572,89    | -464,8             | 44                 |
| -464,8     | -356,72            | 63                 |
| -356,72    | -248,63            | 82                 |
| -248,63    | -140,54            | 122                |
| -140,54    | -32,45             | 167                |
| -32,45     | 75,64              | 718                |
| 75,64      | 183,73             | 162                |
| 183,73     | 291,82             | 95                 |
| 291,82     | 399,91             | 72                 |
| 399,91     | 508                | 49                 |
| 508        | 616,09             | 30                 |
| 616,09     | 724,18             | 15                 |



| $\sigma_{xy}$ | кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |
|---------------|--------------------|--------------------|
| -403,21       | -352,94            | 1                  |
| -352,94       | -302,66            | 2                  |
| -302,66       | -252,39            | 3                  |
| -252,39       | -202,11            | 7                  |
| -202,11       | -151,84            | 12                 |
| -151,84       | -101,56            | 205                |
| -101,56       | -51,29             | 157                |
| -51,29        | -1,02              | 326                |
| -1,02         | 49,26              | 516                |
| 49,26         | 99,53              | 150                |
| 99,53         | 149,81             | 217                |
| 149,81        | 200,08             | 12                 |
| 200,08        | 250,36             | 7                  |
| 250,36        | 300,63             | 3                  |
| 300,63        | 350,91             | 2                  |
| 350,91        | 401,18             | 1                  |



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

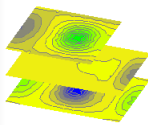
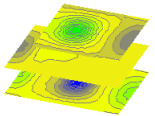
|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|------|-------|------|------|-------|------|

631.03.01-ОБ

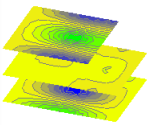
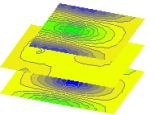
Лист

36

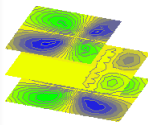
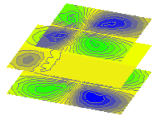
| $\sigma_x$         |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -0,47              | -0,41              | 8   |
| -0,41              | -0,35              | 8   |
| -0,35              | -0,3               | 20  |
| -0,3               | -0,24              | 28  |
| -0,24              | -0,19              | 40  |
| -0,19              | -0,13              | 76  |
| -0,13              | -0,08              | 96  |
| -0,08              | -0,02              | 204 |
| -0,02              | 0,03               | 320 |
| 0,03               | 0,09               | 132 |
| 0,09               | 0,14               | 84  |
| 0,14               | 0,2                | 48  |
| 0,2                | 0,26               | 32  |
| 0,26               | 0,31               | 20  |
| 0,31               | 0,37               | 8   |
| 0,37               | 0,42               | 8   |



| $\sigma_y$         |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -0,51              | -0,44              | 8   |
| -0,44              | -0,38              | 20  |
| -0,38              | -0,32              | 32  |
| -0,32              | -0,25              | 56  |
| -0,25              | -0,19              | 80  |
| -0,19              | -0,13              | 80  |
| -0,13              | -0,06              | 104 |
| -0,06              | -3,85e-005         | 304 |
| -3,85e-005         | 0,06               | 224 |
| 0,06               | 0,13               | 104 |
| 0,13               | 0,19               | 76  |
| 0,19               | 0,25               | 84  |
| 0,25               | 0,32               | 52  |
| 0,32               | 0,38               | 36  |
| 0,38               | 0,44               | 12  |
| 0,44               | 0,51               | 8   |



| $\tau_{xy}$        |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -0,1               | -0,09              | 18  |
| -0,09              | -0,07              | 76  |
| -0,07              | -0,06              | 104 |
| -0,06              | -0,05              | 122 |
| -0,05              | -0,04              | 124 |
| -0,04              | -0,02              | 124 |
| -0,02              | -0,01              | 106 |
| -0,01              | 0                  | 232 |
| 0                  | 0,01               | 180 |
| 0,01               | 0,02               | 106 |
| 0,02               | 0,04               | 124 |
| 0,04               | 0,05               | 124 |
| 0,05               | 0,06               | 122 |
| 0,06               | 0,07               | 104 |
| 0,07               | 0,09               | 76  |
| 0,09               | 0,1                | 18  |



Сочетание C2 – прогиб балки

| Z     |       |     |
|-------|-------|-----|
| мм    | мм    |     |
| -9,6  | -8,9  | 204 |
| -8,9  | -8,19 | 120 |
| -8,19 | -7,49 | 108 |
| -7,49 | -6,78 | 108 |
| -6,78 | -6,08 | 84  |
| -6,08 | -5,37 | 84  |
| -5,37 | -4,67 | 72  |
| -4,67 | -3,96 | 84  |
| -3,96 | -3,26 | 84  |
| -3,26 | -2,55 | 72  |
| -2,55 | -1,85 | 48  |
| -1,85 | -1,14 | 84  |
| -1,14 | -0,44 | 84  |
| -0,44 | 0,27  | 546 |
| 0,27  | 0,97  | 80  |
| 0,97  | 1,68  | 48  |

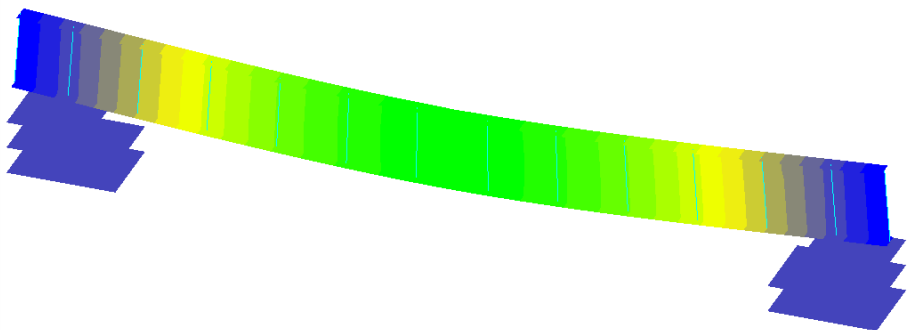


Таблица 11 – Результаты расчета напряженно-деформированного состояния низовой балки

Сочетание C2 – напряжения

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

|      |       |      |      |       |      |  |              |      |
|------|-------|------|------|-------|------|--|--------------|------|
|      |       |      |      |       |      |  | 631.03.01-ОБ | Лист |
|      |       |      |      |       |      |  |              | 37   |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |  |              |      |

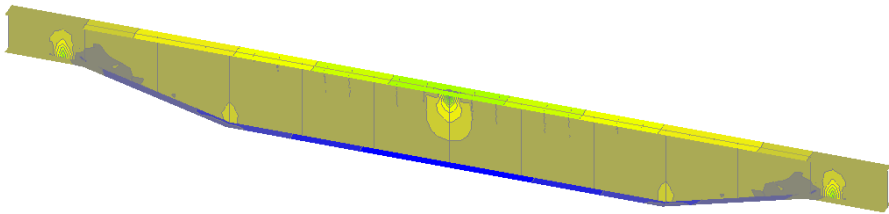
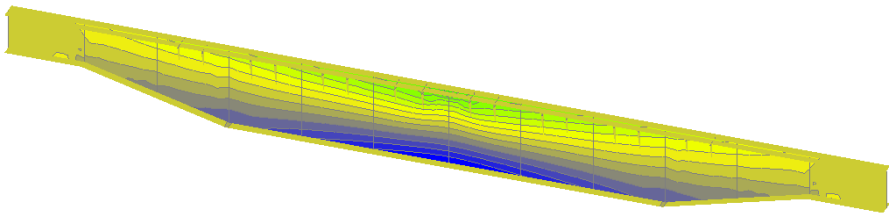
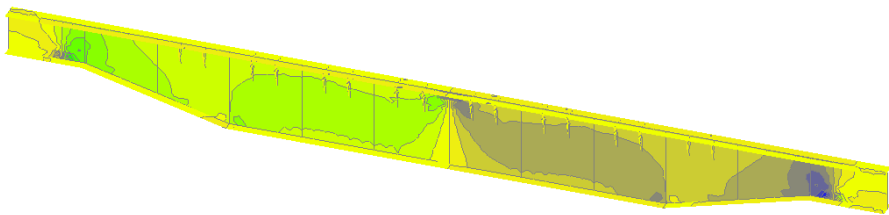
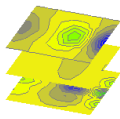
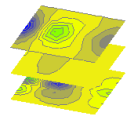
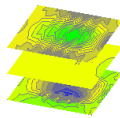
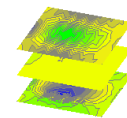
| $\sigma_x$         |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -1313,84           | -1190,42           | 2   |
| -1190,42           | -1066,99           | 2   |
| -1066,99           | -943,56            | 4   |
| -943,56            | -820,13            | 4   |
| -820,13            | -696,7             | 12  |
| -696,7             | -573,27            | 52  |
| -573,27            | -449,85            | 74  |
| -449,85            | -326,42            | 74  |
| -326,42            | -202,99            | 100 |
| -202,99            | -79,56             | 94  |
| -79,56             | 43,87              | 799 |
| 43,87              | 167,3              | 204 |
| 167,3              | 290,73             | 62  |
| 290,73             | 414,15             | 40  |
| 414,15             | 537,58             | 26  |
| 537,58             | 661,01             | 32  |

| $\sigma_y$         |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -946,39            | -846,53            | 2   |
| -846,53            | -746,66            | 2   |
| -746,66            | -646,8             | 4   |
| -646,8             | -546,93            | 18  |
| -546,93            | -447,07            | 38  |
| -447,07            | -347,2             | 56  |
| -347,2             | -247,34            | 84  |
| -247,34            | -147,47            | 116 |
| -147,47            | -47,61             | 118 |
| -47,61             | 52,26              | 912 |
| 52,26              | 152,12             | 211 |
| 152,12             | 251,99             | 118 |
| 251,99             | 351,85             | 74  |
| 351,85             | 451,72             | 54  |
| 451,72             | 551,58             | 23  |
| 551,58             | 651,45             | 15  |

| $\tau_{xy}$        |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -360,71            | -315,56            | 2   |
| -315,56            | -270,41            | 3   |
| -270,41            | -225,26            | 5   |
| -225,26            | -180,11            | 11  |
| -180,11            | -134,96            | 24  |
| -134,96            | -89,81             | 147 |
| -89,81             | -44,66             | 128 |
| -44,66             | 0,49               | 700 |
| 0,49               | 45,64              | 523 |
| 45,64              | 90,79              | 127 |
| 90,79              | 135,94             | 140 |
| 135,94             | 181,09             | 23  |
| 181,09             | 226,24             | 11  |
| 226,24             | 271,39             | 5   |
| 271,39             | 316,54             | 3   |
| 316,54             | 361,69             | 2   |

| $\sigma_x$         |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -0,78              | -0,69              | 4   |
| -0,69              | -0,61              | 4   |
| -0,61              | -0,52              | 4   |
| -0,52              | -0,43              | 16  |
| -0,43              | -0,34              | 16  |
| -0,34              | -0,25              | 32  |
| -0,25              | -0,16              | 52  |
| -0,16              | -0,08              | 88  |
| -0,08              | 0,01               | 204 |
| 0,01               | 0,1                | 140 |
| 0,1                | 0,19               | 68  |
| 0,19               | 0,28               | 32  |
| 0,28               | 0,36               | 20  |
| 0,36               | 0,45               | 16  |
| 0,45               | 0,54               | 12  |
| 0,54               | 0,63               | 4   |

| $\sigma_y$         |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| кг/см <sup>2</sup> | кг/см <sup>2</sup> |     |
| -0,16              | -0,14              | 12  |
| -0,14              | -0,12              | 12  |
| -0,12              | -0,09              | 28  |
| -0,09              | -0,07              | 64  |
| -0,07              | -0,05              | 80  |
| -0,05              | -0,03              | 92  |
| -0,03              | -0,01              | 116 |
| -0,01              | 0,01               | 188 |
| 0,01               | 0,03               | 100 |
| 0,03               | 0,05               | 88  |
| 0,05               | 0,08               | 64  |
| 0,08               | 0,1                | 56  |
| 0,1                | 0,12               | 36  |
| 0,12               | 0,14               | 24  |
| 0,14               | 0,16               | 24  |
| 0,16               | 0,18               | 4   |



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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

631.03.01-ОБ





Рисунок 13 – Щитовое помещение.

В 2010 году была выполнена замена питающего кабеля от РУ-500В №1 до питающей сборки 1й секции троллей на бычке 1. Кабель проложен по новой трассе в закладной трубе по гребню разделительного бычка №1 отм.110,00 и далее, сквозь стену в кабельный коридор здания ГЭС отм.109,35 (Рисунок 14).

|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Ввод кабеля в Сборку бычка 1                                                       | Штраба закладной трубы для прокладки кабеля питания                                | Проход кабеля под опорным двутавром подкрановых путей бычка 1                        |

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

|      |       |      |        |       |      |              |
|------|-------|------|--------|-------|------|--------------|
|      |       |      |        |       |      | 631.03.01-ОБ |
|      |       |      |        |       |      |              |
| Изм. | Колуч | Лист | Недрок | Подп. | Дата |              |

|                                                                                     |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |  |  |  |
| Выход закладной трубы из штрабы со стороны ВБ                                       | Проход кабеля в кабельный коридор                                                 | Спуск кабеля с кабельных конструкций в прямом                                      | Ввод кабеля в помещении Щита 500В №1                                                |
|  |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
| Вход кабеля в кабельный коридор                                                     |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |

Рисунок 14 – Трасса прокладки питающего кабеля от РУ-500В №1 до питающей сборки 1й секции троллей на разделительном бычке 1.

Кабель от РУ-500В №2 до питающей сборки 2й секции троллей 3го разделительного бычка – старый и проложен в закладной трубе в теле бычка. Обнаружить более точную конфигурацию существующей трассы не удалось (Рисунок 15).

|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              |      |
|--------------|---------------|--------------|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              | 41   |
|              |               |              | Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |



Рисунок 15 – Трасса прокладки кабеля от РУ-500В №2 до питающей сборки 2й секции троллей 3го разделительного бычка

Сборки питания троллей кранов и секционная сборка 2го разделительного бычка представляют из себя металлические шкафы навесного исполнения из нержавеющей стали. Шкафы оборудованы разъединителями IEK ВР32И 400А с плавкими вставками IEK ППНИ-37 400А в каждой фазе. Ввод кабелей в шкафы осуществляется в металлорукаве через уплотняющие сальники.

Состояние сборок и внутренней аппаратуры удовлетворительное и пригодно к дальнейшей эксплуатации, однако корпус сборки 2й секции 3го бычка имеет несущественные механические повреждения (рисунок 16-17).





Рисунок 19 – Подключение секционного рубильника к секциям троллей



Рисунок 20 – конструкция и крепление троллей

Ввиду длительного срока эксплуатации, влияния климатических факторов и деформационных напряжений троллеи существенно деформированы по длине, конструкции покрыты ржавчиной. Изоляторы находятся в неудовлетворительном состоянии – на многих нарушено внешнее покрытие (Рисунок 21).



Рисунок 21 – Состояние троллей и изоляторов

Ввиду того, что при замене кранового оборудования будет применено электрооборудование кранов с напряжением питания 400В, в объёме работ по модернизации электроснабжения троллей кранов, необходимо применить понижающие трансформаторы типа ТСЗ-80 500В/400В мощностью 80кВА. Трансформаторы сухие, собранные по схеме Y/D-11,

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
|      |       |      |      |       |      |
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |

|              |
|--------------|
| 631.03.01-ОБ |
|              |

|      |
|------|
| Лист |
| 44   |

в защитных кожухах IP20, с приблизительными габаритами 860х460х700мм (ШхГхВ), массой 320кг будут установлены в помещениях 1ТКР и 2ТКР. Приблизительный вид трансформатора представлен на Рисунке 22



Рисунок 22 – Общий вид трансформатора TC3-80 500В/400В  
Однолинейная электрическая схема питания троллей грейферных кранов после модернизации представлена на Рисунке 23

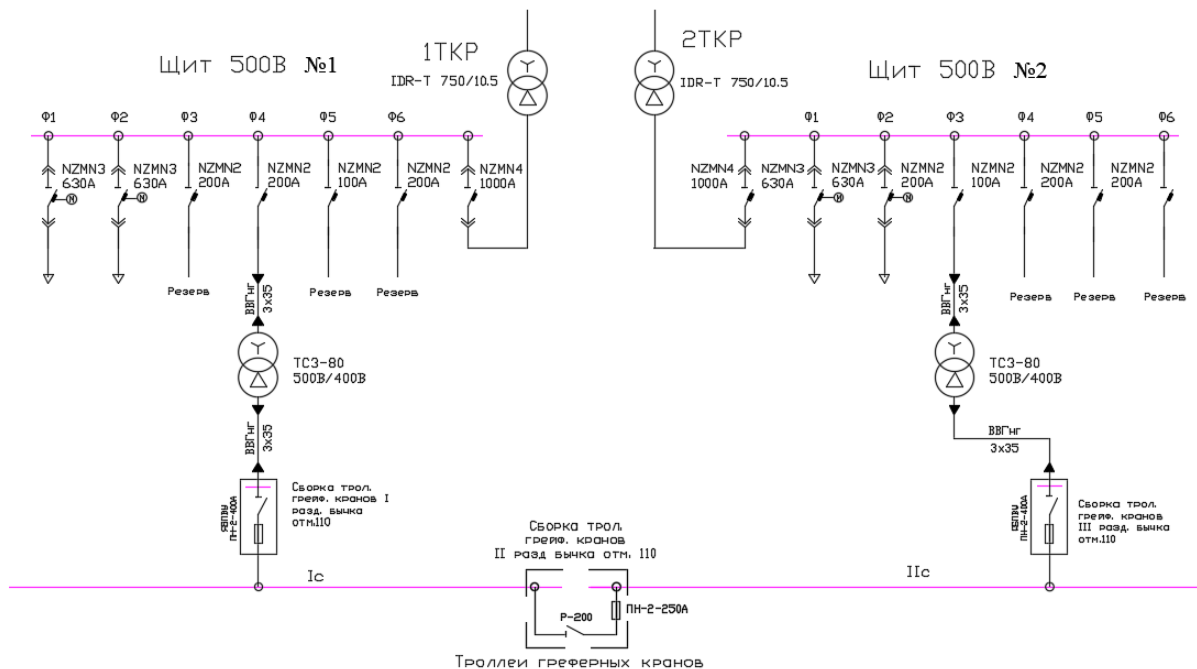


Рисунок 23 – Однолинейная схема питания грейферных кранов после модернизации.

В ходе выполнения визуального обследования электрооборудования грейферных кранов выявился эксплуатационный износ троллей и их изоляторов. Ввиду этого предлагается выполнить полную замену металлических троллей, крепёжных элементов и всех изоляторов на аналогичные. При этом, крепёжные конструкции к подкрановым двутаврам оставить без изменений, выполнив их очистку и покраску.

Необходимо выполнить замену кабелей, защитных металлорукавов и вводных сальников от сборок питания до троллей и от сборок питания до питающего РУ.

Щкафы сборок питания секций и секционной сборки, а также внутреннее коммутационное и защитное оборудование находятся в удовлетворительном состоянии, и их замена не требуется.

Трассировку кабелей от сборок 1 и 3 выполнить в металлических закладных трубах, проложенных в штрабах глубиной 100мм по поверхности бетона разделительных бычков 1 и 3 с переходами в металлорукаве в местах мересечения подкрановых балок. Выполнить сверление стены блока надводосливных помещений, обеспечив проход кабеля в кабельный корридор. Далее, кабель прокладывается по существующим кабельным конструкциям до существующего прохода в помещение 1ТКР и 2ТКР. Схема прокладки кабеля представлена на Рисунке 23.

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

|      |        |      |       |       |      |
|------|--------|------|-------|-------|------|
| Изм. | Колуч. | Лист | Подж. | Подп. | Дата |
|      |        |      |       |       |      |
|      |        |      |       |       |      |





- Прокладку кабелей от сборок до троллей выполнить по существующей трассе в металлорукаве с креплением к существующим металлоконструкциям.
- Прокладку кабеля по бычку 1 выполнить по существующей (новой) трассе по гребню бычка в закладной трубе. Проектом предусмотреть замену закладной трубы на новую. Проход кабеля сквозь стену в кабельный коридор здания ГЭС выполнить через существующее отверстие.
- Прокладку кабеля по бычку 3 выполнить по новой кабельной трассе, аналогичной трассе, выполненной по бычку 1. Проектом предусмотреть штрабление бетона гребня бычка с обратной заделкой цементным раствором (после прокладки закладной трубы) и организацию отверстия в стене здания ГЭС для прохода кабеля в кабельный коридор. Далее кабель прокладывается по существующим кабельным конструкциям.
- Прокладку кабеля от секционной сборки бычка 2 выполнить по существующей трассе.
- Шкафы сборок питания секций и секционной сборки, а также внутреннее коммутационное и защитное оборудование находятся в удовлетворительном состоянии, и их замена не требуется.
- Выполнить очередное комплексное обследование путей в 2027 г. До проведения комплексного обследования необходимо устранить значительные дефекты.

|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              |      |
|--------------|---------------|--------------|------|-------|------|------|-------|------|--------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |      |       |      |      |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |
|              |               |              |      |       |      |      |       |      |              | 48   |
|              |               |              | Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |              |      |

## 7. Список литературы

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
2. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».
3. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».
4. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».
5. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга».
6. ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения».
7. ГОСТ 22690-2015 «Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля».
8. ГОСТ 17624-2012 «Ультразвуковой метод определения прочности».
9. ГОСТ Р 21.1101-2013 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»
10. РД 153.-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95) «Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий»
11. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»
12. «Правила по охране труда при работе на высоте», утв. Приказом Минтруда России от 16.11.2020 №782н
13. Требованиям Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» от 26 ноября 2020 года N 461.

|              |               |              |       |       |      |              |      |  |
|--------------|---------------|--------------|-------|-------|------|--------------|------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата. | Взам. инв. № |       |       |      |              |      |  |
|              |               |              |       |       |      |              |      |  |
|              |               |              |       |       |      |              |      |  |
|              |               |              |       |       |      | 631.03.01-ОБ | Лист |  |
|              |               |              |       |       |      |              | 49   |  |
| Изм.         | Колуч         | Лист         | Недрк | Подп. | Дата |              |      |  |

Приложение А  
(обязательное)

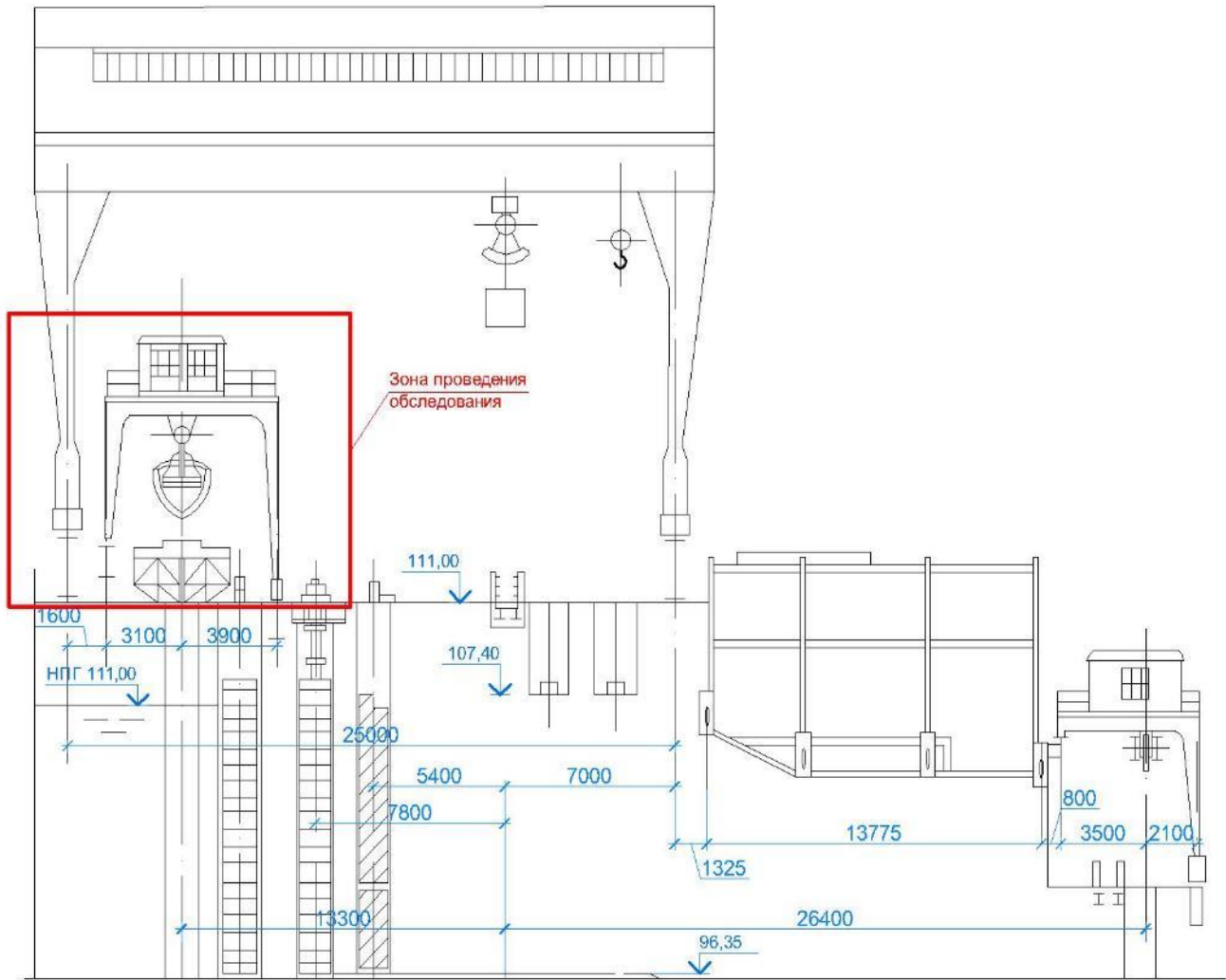


Рисунок 24 - Поперечный разрез Камской ГЭС, зона выполнения работ

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

|      |       |      |      |       |      |
|------|-------|------|------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж | Подп. | Дата |
|      |       |      |      |       |      |

|              |
|--------------|
| 631.03.01-ОБ |
|              |

|      |
|------|
| Лист |
| 50   |

## Приложение Б

Таблица Б1- Ведомость относительного прогиба верховых подкрановых балок

| № пролета               | Дата измерения |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         | 01.07.11       | 23.06.17 | 10.07.18 | 10.07.19 | 28.10.20 | 23.07.21 | 11.08.22 | 14.06.23 | 14.05.24 |
| Температура воздуха, °С | 25             | 7,3      | 7        | 4,3      | 1,3      | 10       | 18       | 18       | 7        |
| 1                       | 13,5           | 6        | 10       | 11       | 11       | 11       | 1,5      | 6        | 8        |
| 2                       | 33             | 31       | 31       | 32       | 34       | 33,5     | 31,5     | 34,5     | 33       |
| 3                       | 13             | 13       | 14       | 12       | 14       | 14       | 14,5     | 15       | 14       |
| 4                       | 17             | 13       | 17       | 16       | 19       | 19       | 18       | 19       | 18       |
| 5                       | 9              | 10       | 5        | 10       | 8        | 7,5      | 9        | 9        | 8        |
| 6                       | 21             | 20       | 20       | 22       | 31       | 31       | 21,5     | 23,5     | 22       |
| 7                       | 2,5            | 7        | 7        | 8        | 8        | 7,5      | 9,5      | 7,5      | 8        |
| 8                       | 5,5            | 8,5      | 9        | 9        | 7        | 7,5      | 10       | 10       | 9        |
| 9                       | 16,5           | 15       | 19       | 19       | 19       | 19,5     | 12,5     | 18,5     | 18       |
| 10                      | 14,5           | 15       | 14       | 16       | 13       | 12,5     | 14       | 15       | 14       |
| 11                      | 13,5           | 14       | 13       | 11       | 14       | 14,5     | 11,5     | 4,5      | 10       |
| 12                      | 5              | 7        | 7        | -3       | 6        | 6,5      | 6,5      | 5,5      | 7        |
| 13                      | 13,5           | 11       | 15       | 12       | 16       | 16       | 11,5     | 13,5     | 14       |
| 14                      | 10,5           | 12       | 23       | 10       | 11       | 11,5     | 13,5     | 11       | 9        |
| 15                      | 12,5           | 14       | 13       | 5        | 14       | 14,5     | 14       | 14       | 14       |
| 16                      | 6              | 5        | 6        | 5        | 5        | 4,5      | 5,5      | 2        | 5        |
| 17                      | 6              | 7        | 8        | 5        | 5        | 5        | 5,5      | 6,5      | 7,5      |
| 18                      | -3             | 1        | 1        | 0        | 1        | 0,5      | -1       | 6        | 2        |
| 19                      | 14             | 12       | 13       | 11       | 11       | 11       | 12       | 6        | 12       |
| 20                      | 3              | 17       | 3        | 14       | 5        | 5        | 2        | 7        | 5        |
| 21                      | 6,5            | 17       | 21       | 20       | 19       | 19,5     | 17,5     | 15       | 17       |
| 22                      | -5             | 0,5      | -1       | 0        | -2       | -2       | -2       | -5,5     | -1       |
| 23                      | 18             | 18       | 16       | 16       | 18       | 18       | 19       | 19,5     | 18       |
| 24                      | 17             | 18       | 19       | 15       | 14       | 13,5     | 18       | -1,5     | 18       |

Таблица Б2 - Ведомость относительного прогиба низовых подкрановых балок

| № пролета               | Дата измерения |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         | 01.06.11       | 23.06.17 | 10.07.18 | 10.07.19 | 02.07.20 | 01.07.21 | 07.06.22 | 09.06.23 | 14.05.24 |
| Температура воздуха, °С | 25             | 7,3      | 7        | 4,3      | 24,3     | 13       | 13,7     | 18       | 7        |
| 1                       | 27,5           | 23       | 23       | 23       | 23       | 23       | 27,5     | 2        | 24       |
| 2                       | 24             | 24       | 24       | 25       | 23       | 22,5     | 24,5     | 22,5     | 24       |
| 3                       | 19             | 20       | 19       | 18       | 20       | 19,5     | 21       | 18,5     | 19       |
| 4                       | 24             | 12       | 19       | 16       | 20       | 20       | 20,5     | 21,5     | 18       |
| 5                       | 21             | 19       | 19       | 18       | 22       | 21,5     | 19       | 21,5     | 19       |
| 6                       | 17             | 16       | 10       | 16       | 19       | 18,5     | 17       | 16,5     | 16       |
| 7                       | 20             | 21       | 18       | 22       | 15       | 14,5     | 18,5     | -27,5    | 20       |
| 8                       | 7,5            | 10       | 10       | 9        | 17       | 17       | 9,5      | 8,5      | 10       |
| 9                       | 19,5           | 19       | 19       | 18       | 18       | 17,5     | 20,5     | 20,5     | 19       |
| 10                      | 17             | 16       | 17       | 15       | 6        | 6        | 8        | 17       | 15       |
| 11                      | -0,5           | 1        | 2        | 1        | -4       | -3,5     | -1       | 1,5      | 3,5      |
| 12                      | -11            | -10      | -1       | -10      | 14       | 13,5     | -4       | -6,5     | 3        |
| 13                      | 14             | 12       | 14       | 13       | 5        | 4,5      | 9        | 11       | 17,5     |
| 14                      | 8,5            | 5        | 6        | -1       | 10       | 10       | 7        | 3        | 12       |
| 15                      | 10             | 11       | 13       | 13       | 11       | 11       | 14       | 10,5     | 12       |
| 16                      | 10             | 6        | 10       | 8        | 23       | 22,5     | 10       | 12       | 10       |
| 17                      | 23             | 13       | 23       | 22       | 16       | 15,5     | 15,5     | 22,5     | 20       |
| 18                      | 10             | 14       | 16       | 8        | 19       | 18,5     | 18       | 14,5     | 15       |
| 19                      | 18             | 21       | 16       | 19       | 12       | 12       | 8        | -0,5     | 10       |
| 20                      | 15,5           | 15       | 9        | 12       | 17       | 17       | 0,5      | 14       | 15       |
| 21                      | 19             | 21       | 6        | 19       | 26       | 27       | -2       | 29,5     | 20       |
| 22                      | 9              | 8        | 8        | 6        | 9        | 8,5      | 10,5     | 7,5      | 8        |
| 23                      | 23,5           | 25       | 23       | 23       | 26       | 25,5     | 18       | 22       | 23       |
| 24                      | 30             | 32       | 31       | 5        | 3        | 2,5      | -1,5     | 1        | 2        |

Взам.инв. №

Подп. и дата.

Инв. № подл.

**631.03.01-ОБ**

Лист

51

|      |       |      |       |       |      |
|------|-------|------|-------|-------|------|
| Изм. | Колуч | Лист | Подж. | Подп. | Дата |
|------|-------|------|-------|-------|------|

Таблица БЗ – Результаты планово-высотной съемки

| Расстояние<br>от первой<br>отметки, м | Ряд 1 | Ряд 2 | Расстояние<br>от первой<br>отметки, м | Ряд 1 | Ряд 2 | Расстояние<br>от первой<br>отметки, м | Ряд 1 | Ряд 2 |
|---------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| 0                                     | 7     | 8     | 144                                   | 7     | 7     | 288                                   | 10    | 3     |
| 6                                     | 6     | 9     | 150                                   | 6     | 9     | 294                                   | 3     | 2     |
| 12                                    | 7     | 4     | 156                                   | 3     | 9     | 300                                   | 9     | 11    |
| 18                                    | 1     | 2     | 162                                   | 1     | 7     | 306                                   | 6     | 10    |
| 24                                    | 0     | 5     | 168                                   | 4     | 1     | 312                                   | 11    | 9     |
| 30                                    | 3     | 5     | 174                                   | 2     | 8     | 318                                   | 8     | 8     |
| 36                                    | 2     | 8     | 180                                   | 5     | 7     | 324                                   | 6     | 10    |
| 42                                    | 5     | 6     | 186                                   | 6     | 5     | 330                                   | 3     | 10    |
| 48                                    | 11    | 6     | 192                                   | 9     | 8     | 336                                   | 5     | 10    |
| 54                                    | 6     | 10    | 198                                   | 4     | 4     | 342                                   | 4     | 5     |
| 60                                    | 4     | 6     | 204                                   | 8     | 8     | 348                                   | 4     | 8     |
| 66                                    | 10    | 3     | 210                                   | 6     | 10    | 354                                   | 8     | 2     |
| 72                                    | 2     | 9     | 216                                   | 9     | 4     | 360                                   | 3     | 6     |
| 78                                    | 10    | 2     | 222                                   | 2     | 7     | 366                                   | 4     | 12    |
| 84                                    | 4     | 8     | 228                                   | 3     | 9     | 372                                   | 7     | 7     |
| 90                                    | 4     | 4     | 234                                   | 8     | 10    | 378                                   | 12    | 6     |
| 96                                    | 3     | 8     | 240                                   | 5     | 5     | 384                                   | 6     | 12    |
| 102                                   | 8     | 5     | 246                                   | 7     | 4     | 390                                   | 2     | 2     |
| 108                                   | 7     | 10    | 252                                   | 6     | 5     | 396                                   | 10    | 8     |
| 114                                   | 10    | 12    | 258                                   | 10    | 7     | 402                                   | 6     | 10    |
| 120                                   | 4     | 9     | 264                                   | 5     | 9     | 408                                   | 11    | 2     |
| 126                                   | 4     | 5     | 270                                   | 5     | 4     | 410                                   | 8     | 5     |
| 132                                   | 11    | 7     | 276                                   | 10    | 5     |                                       |       |       |
| 138                                   | 11    | 11    | 282                                   | 10    | 5     |                                       |       |       |

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

## Таблица регистрации изменений

[illegible][illegible]