

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Обґрунтування параметрів моста через річку Кам'янка
щодо можливості пропуску великовагових транспортних засобів
за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі»

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

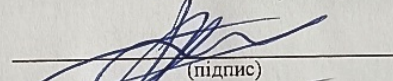
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: MT2226


(підпис студента)

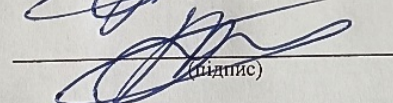
/ Олексій ХАЛИМЕНДИК /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

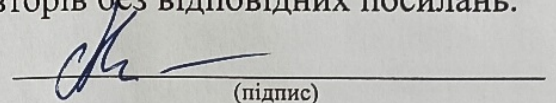
Нормоконтролер:


(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure

(faculty)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis
Master
(higher education degree)

on the topic: Justification of the parameters of the bridge over the Kamianka River
regarding the possibility of passing heavy vehicles

according to educational curriculum Bridges and vehicular traffic tunnels

in the Specialization: 192 Building and civil engineering

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: MT2226 / Oleksii KHALYMENDYK /

(name, surname)

Scientific Supervisor: / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Normative controller : / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Мости і транспортні тунелі»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТЬКІН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Халимендику Олексію Володимировичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Обґрунтування параметрів моста через річку Кам'янка щодо можливості пропуску великовагових транспортних засобів»

Керівник роботи: Тютюкін Олексій Леонідович, д.т.н., професор

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «13» лютого 2023 р. № 156ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати інструментальних обстежень, аналіз інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов об'єкту вишукувань.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. 1. Аналіз стану питання технічного обстеження мостів. 2. Коротка характеристика, об'ємно-планувальні рішення та призначення об'єкту. 3.

Аналіз результатів визначення фізичних властивостей будівельних конструкцій.

4. Аналіз результатів інструментального обстеження будівельних конструкцій.

5. Перевірочні розрахунки будівельних конструкцій. 6. Висновок та

рекомендації щодо поточного технічного стану будівельних конструкцій мосту та можливості пропуску великовагових транспортних засобів. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень/вишукувань, викладених в

магістерській роботі (PowerPoint, 10...15 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналіз стану питання технічного обстеження мостів. 2. Коротка характеристика, об'ємно-планувальні рішення та призначення об'єкту.	30.10.2023-19.11.2023	
2	3. Аналіз результатів визначення фізичних властивостей будівельних конструкцій. 4. Аналіз результатів інструментального обстеження будівельних конструкцій.	20.11.2023-10.12.2023	
3	5. Перевірочні розрахунки будівельних конструкцій. 6. Висновок та рекомендації щодо поточного технічного стану будівельних конструкцій мосту та можливості пропуску великовагових транспортних засобів. Висновки.	11.12.2023-31.12.2023	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	01.01.2024-14.01.2024	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент

_____ (підпис)

Олексій ХАЛИМЕНДИК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олексій ТЮТЬКІН

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

86 стор., 17 рис., 14 табл., 23 літературних джерела.

Об'єкт розробки – міст із залізобетону через річку Кам'янка на автомобільній дорозі загального користування місцевого значення Кіровоградської області.

Мета роботи – за результатами технічного обстеження отримати висновки про загальний технічний стан основних будівельних конструкцій мосту з розробкою та обґрунтуванням відповідних рекомендацій з ремонту конструкцій моста для можливості пропуску великовагових транспортних засобів.

Метод дослідження – методи і методики візуального та інструментального обстеження будівельних конструкцій; аналітичні методи оцінки та розрахунку будівельних конструкцій.

Виконано аналіз стану питання технічного обстеження мостів. Дана коротка характеристика об'єкту, його об'ємно-планувальним рішенням та призначенню.

Виконано аналіз результатів визначення фізичних властивостей будівельних конструкцій та аналіз результатів інструментального обстеження будівельних конструкцій.

Виконано перевірочні розрахунки будівельних конструкцій МСЕ та нормативною методикою.

Розроблено і обґрунтовано висновок та рекомендації щодо поточного технічного стану будівельних конструкцій мосту та можливості пропуску великовагових транспортних засобів.

Ключові слова: АВТОМОБІЛЬНИЙ МІСТ, ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ, ДЕФЕКТИ, РОЗРАХУНОК НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ, ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ МОСТІВ.....	8
1.1 Критичний аналіз підходів та нормативної бази при визначенні технічного стану та експлуатаційної придатності мостів	8
1.2 Загальні висновки щодо чинних підходів та нормативної бази з технічного обстеження будівельних конструкцій.....	14
2 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТУ	19
2.1 Загальні відомості	19
2.2 Конструктивні рішення елементів об'єкту обстеження	20
3 ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	28
4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	38
5 ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	51
5.1 Загальні положення	51
5.2 Прольотна з/б плита	52
5.3 Проміжна опора (бик)	57
5.4 Берегова опора (стоян)	59
5.5 Розрахунок відповідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23 (перевірка результатів чисельного моделювання)	60
6 ВИСНОВОК ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТУ ТА МОЖЛИВОСТІ ПРОПУСКУ ВЕЛИКОВАГОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	70
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	85

ВСТУП

Оцінювання і прогнозування технічного стану мостів, контроль параметрів надійності і прогнозування їх залишкового ресурсу при ексудації є актуальною і досить специфічною задачею для фахівців (як сертифікованих проєктувальників, так і експертів з технічного обстеження), базовою спеціальністю яких є спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія», зокрема важливими є і відповідні компетенції при здобутті другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Мости і транспортні тунелі». При цьому пріоритетним в своїй професійній діяльності є врахування сучасних наукових досягнень у теорії надійності споруд та вимог Державної концепції адаптації нормативної бази України до нормативів Європейської спільноти. Саме тому вдосконалення існуючих моделей експертного оцінювання і прогнозування технічного стану елементів мостів та їх гармонізація з провідним досвідом світової спільноти є вкрай важливим, особливо з урахуванням поточної гострої необхідності швидкого та ефективного повоєнного відновлення країни.

Об'єкт розробки – міст із залізобетону через річку Кам'янка на автомобільній дорозі загального користування місцевого значення Кіровоградської області.

Мета роботи – за результатами технічного обстеження отримати висновки про загальний технічний стан основних будівельних конструкцій мосту з розробкою та обґрунтуванням відповідних рекомендацій з ремонту конструкцій моста для можливості пропуску великовагових транспортних засобів.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження професійної діяльності здобувача вищої освіти та діяльності кафедри «Транспортна інфраструктура» в сфері будівництва та цивільної інженерії.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ МОСТІВ

1.1 Критичний аналіз підходів та нормативної бази при визначенні технічного стану та експлуатаційної придатності мостів

Обстеження та випробування будівельних конструкцій – напрям професійної діяльності пов'язаний з обстеженням та випробуванням будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерної інфраструктури для визначення та оцінки їх технічного стану з урахуванням положень «Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва та Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» в частині обстеження об'єктів на відповідність вимогам щодо забезпечення механічного опору та стійкості відповідно до ДБН В.1.2-6-2021 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість» та ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1».

У окремих випадках, визначених технічним завданням на обстеження, можуть братись до уваги також інші вимоги до експлуатаційної придатності об'єкта; щодо пожежної безпеки, забезпечення безпечного та економічного використання (безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього середовища, безпеки експлуатації, захисту від шуму та вібрації, економії енергії) тощо.

Основними нормативними документами в даній сфері є

1. Закон України Про регулювання містобудівної діяльності – цей Закон встановлює правові та організаційні основи містобудівної діяльності і спрямований на забезпечення сталого розвитку територій з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

2. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 р. №1764 – цей Технічний регламент встановлює вимоги до будівельних виробів (продукції) та їх обігу на території України.

3. Постанова КМУ №257 від 12.04.2017 Про затвердження Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва – цей Порядок визначає механізм проведення обстеження прийнятих в експлуатацію в установленому законодавством порядку об'єктів будівництва (далі – об'єкти) з метою оцінки їх відповідності основним вимогам до будівель і споруд, визначеним Законом України «Про будівельні норми», та вжиття обґрунтованих заходів до забезпечення надійності та безпеки під час експлуатації об'єктів протягом усього періоду їх існування. Цей Порядок застосовується під час проведення обстеження пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів об'єктів (далі – пошкоджені об'єкти) з метою прийняття рішення про можливість подальшої експлуатації та розроблення заходів із відновлення. Дія цього Порядку не поширюється на об'єкти, що обстежуються з іншою метою, у тому числі для судової будівельно-технічної експертизи, здійснення заходів державного нагляду (контролю), проведення науково-дослідними організаціями дослідницьких обстежень для отримання наукових даних, а також на обстеження об'єктів оборонного і спеціального призначення та об'єктів, на які поширюється дія Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку».

4. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану – цей стандарт встановлює вимоги до обстеження будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури (далі – об'єктів) для визначення та оцінки їх технічного стану з урахуванням положень «Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва», затвердженого Кабінетом Міністрів України на виконання статті 39-2 Закону України «Про регулювання

містобудівної діяльності». Стандарт регламентує обстеження об'єктів на відповідність вимогам щодо забезпечення механічного опору та стійкості відповідно до Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд, ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість та ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1. У випадках, визначених технічним завданням на обстеження, можуть братись до уваги також інші вимоги до експлуатаційної придатності об'єкта, встановлені в Технічному регламенті будівельних виробів, будівель і споруд щодо пожежної безпеки, забезпечення безпечного та економічного використання (безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього середовища, безпеки експлуатації, захисту від шуму та вібрації, економії енергії). Стандарт поширюється на проведення обстежень об'єктів для діагностування їх технічного стану та на моніторинг технічного стану під час використання за призначенням, а також (за потреби) в періоди нового будівництва, реконструкції, реставрації, капітального ремонту, технічного переоснащення, консервації та ліквідації (далі – будівництво). При обстеженні об'єктів, обстеження та оцінювання технічного стану яких регламентується окремими державними будівельними нормами, національними стандартами або галузевими нормативними документами, рекомендується брати до уваги також вимоги цього стандарту.

5. ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Поправка № 1 (ІПС № 5-2023) – цей стандарт поширюється на постійні мости всіх систем, мости суміщені під рейковий транспорт (трамвай або метрополітен) та пішохідні, які експлуатують на автомобільних дорогах загального користування, вулицях і дорогах населених пунктів. Цей стандарт установлює правила оцінювання технічного стану мостів і прогнозування залишкового ресурсу їхніх елементів. Цей стандарт застосовують під час оцінювання і прогнозування технічного стану мостів,

контролювання надійності і прогнозування залишкового ресурсу в системі експлуатування мостів.

Перегляд ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» виконано відповідно до Державної концепції адаптації нормативної бази України до нормативів Європейської спільноти. Мета розробки – встановити загальні правила та способи оцінювання технічного стану автодорожніх мостів, які перебувають в експлуатації. Оцінюванням технічного стану перевіряють рівень надійності та прогнозують остаточний ресурс безаварійного експлуатування споруди.

Таким чином, головним завданням нового стандарту є врахування сучасних наукових досягнень у теорії надійності споруд та вимог Державної концепції адаптації нормативної бази України до нормативів Європейської спільноти.

У стандарті враховано недоліки чинної моделі експертного оцінювання і прогнозування технічного стану елементів мостів. Запропоновано новітню модель експертної рейтингової оцінки технічного стану мостового переходу з урахуванням сучасного наукового підходу до експлуатування споруд.

Також при виконанні роботи (більш детально див. Список використаних джерел та посилань) використовуються наступні основні нормативні документи:

1. ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Навантаження та впливи. Мости та труби – ці Норми встановлюють правила врахування навантажень і впливів при проектуванні нових та реконструкції існуючих постійних мостів і дорожніх труб, зазначених у ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування та ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Ці Норми охоплюють правила визначення навантажень і впливів, які слід врахувати при проектуванні означених вище мостів і труб. Навантаження і впливи, передбачені цими Нормами, мають за мету забезпечити проектування споруди такою, щоб її складові елементи мали надійність не нижче нормованої і, тим самим гарантувати безпечну експлуатацію протягом проектного строку служби.

2. ДБН В.2.3-6-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження та випробування – ці норми встановлюють загальні правила обстеження і випробування побудованих мостів і труб та тих, що знаходяться в експлуатації, на:

- залізницях;
- автомобільних дорогах загального користування;
- вулицях і дорогах міст і населених пунктів;
- лініях метрополітену та трамвая;
- на внутрішньогосподарських дорогах та проїздах;
- на дорогах, суміщених для руху автомобільного транспорту із залізницею метрополітеном, трамваєм.

Норми також поширюються на:

- пішохідні мости;
- пішохідні тунелі під залізницями, вулицями і дорогами міст та інших населених пунктів;
- прогонові будови та опори розвідних мостів.

Ці норми призначені для виконання процедур обстеження і/або випробування мостів та труб організаціями, які мають ліцензії на цей вид робіт і служать:

- інструментом нормативного регулювання, типізації та стандартизації процедур способів обстежень і/або випробувань мостів та труб;
- обов'язковим, узгодженим з документами нормативного регулювання в системі експлуатації, зразком представлення даних обстежень і/або випробувань;
- базою для укладання угоди (контракту) на виконання робіт із обстежень і/або випробувань.

3. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування (Частково скасований, новий документ – гл. 2 та дод. Д, Ж, К, Л, П, Р – ДБН В.1.2-15:2009; гл. 1 та дод. В, М, Ф - ДБН В.2.3-22:2009; гл. 4 та дод.

X, Ц, Ю, Я, D, F - ДБН В.2.3-26:2009; з 01.09.2013 гл. 5 і дод. G, L, N, Q - ГБН В.2.3-37641918553:2013) – ці норми встановлюють правила проектування мостів та дорожніх труб, розташованих:

- на залізницях колії 1520 мм, розрахованих на рух потягів із швидкістю до 200 км/год. включно, лініях метрополітену та трамваю;
- на автомобільних дорогах загального користування, вулицях і дорогах міст та сільських населених пунктів;
- на внутрішньогосподарських дорогах та проїздах;
- на дорогах, суміщених для руху автомобільного транспорту з залізницею, метрополітеном, трамваєм.

Норми також поширюються на проектування пішохідних мостів і пішохідних тунелів під залізницями, автомобільними і міськими дорогами, а також прогонових будов та опор розвідних мостів.

Норми не поширюються на проектування:

- мостів на залізничних високошвидкісних (вище 200 км/год) пасажирських лініях;
- механізмів розвідних прогонів мостів;
- службових естакад і галерей будівель та промислових споруд;
- мостів і труб на внутрішніх автомобільних дорогах (які не виходять на мережу загального користування і до водяних шляхів) лісозаготівельних і лісогосподарських підприємств і організацій.

4. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування (Частково скасований, новий документ – ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво, заміняє таблицю В.2) – ці Норми встановлюють правила проектування нових і реконструкцію існуючих постійних мостів і труб:

- мостів і труб, розташованих на залізницях колії 1520 мм, розрахованих на рух потягів із швидкістю до 200 км/год включно, лініях метрополітену та трамвая;

- мостів та труб, розташованих на автомобільних дорогах загального користування, вулицях і дорогах міст та сільських населених пунктів;
- мостів суміщених під рейковий транспорт (залізничний або метрополітену) та автомобільний;
- мостів пішохідних та пішохідних тунелів під залізницями, автомобільними і міськими дорогами;
- розвідних мостів (крім механізмів розвідних прогонів).

Дані Норми не поширюються на проектування:

- мостів і труб, розташованих на залізницях, розрахованих на рух потягів
 - більше 200 км/год;
 - службових естакад і галерей будівель та промислових споруд;
 - мостів і труб на внутрішніх автомобільних дорогах (які не виходять на мережу загального користування і до водних шляхів) лісозаготівельних і лісогосподарських підприємств і організацій.

Норми встановлюють принципи і загальні вимоги, якими слід керуватися при проектуванні транспортної споруди, що відповідає своєму функціональному призначенню і має такий рівень надійності, який гарантує безпечну експлуатацію протягом проектного строку служби.

1.2 Загальні висновки щодо чинних підходів та нормативної бази з технічного обстеження будівельних конструкцій

В цілому, обстеження об'єкта (планові та позапланові) і моніторинг окремих показників його технічного стану є елементами нагляду, які визначають (за потреби, і прогнозують) технічний стан об'єкта. Ці дані є інформаційною базою для формування раціонального складу і термінів виконання заходів з догляду за об'єктом, якими підтримують його експлуатаційну придатність (технічне обслуговування, капітальні ремонти, реставрація), пристосовують до зміни умов використання (реконструкція, технічне переоснащення) або припиняють експлуатацію (консервація, ліквідація).

Плановими обстеженнями оцінюють поточний технічний стан об'єкта, встановлюють можливість його подальшої безаварійної експлуатації або необхідність відновлення експлуатаційних властивостей.

Термін чергового планового обстеження об'єкта рекомендується призначати таким, щоб до його настання могла бути збережена придатність об'єкта для експлуатації за визначеним призначенням при дотриманні встановлених правил експлуатації і технічного обслуговування та за відсутності форсмажорних обставин.

При цьому мають бути взяті до уваги галузеві правила експлуатації та технічного обслуговування об'єкта, вимоги проектної та експлуатаційної документації, встановлений термін експлуатації об'єкта за призначенням, його клас наслідків (відповідальності), поточний та прогнозований технічний стан, особливості конструктивних рішень, впливи робочого та навколишнього середовища, геофізичні та геотехнічні фактори, вид призначеного використання, умови експлуатації та їх очікувані зміни, наявність в конструкціях та основах контрольно-вимірювальної апаратури, функціонування служби експлуатації, досвід експлуатації аналогічних об'єктів тощо.

Термін першого планового обстеження технічного стану після прийняття об'єкта в експлуатацію після завершення будівництва рекомендується встановлювати з проектною документацією. Термін кожного наступного планового обстеження технічного стану об'єкта встановлюють під час чергового обстеження з урахуванням «Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва».

Позапланове обстеження рекомендується проводити за виявленої потреби у відновленні експлуатаційних властивостей об'єкта або у їх пристосуванні до змінюваних умов використання:

- а) після екстремальних явищ стихійного або техногенного характеру;
- б) якщо виявлено, що технічний стан об'єкта погіршився до рівня, який не відповідає вимогам експлуатаційної придатності;

в) при виникненні або прогнозуванні змін в умовах експлуатації об'єкта, які змінюють проектні навантаження, впливи, інженерно-геологічну, гідрогеологічну або іншу ситуацію чи конструктивну систему об'єкта;

г) при плануванні заходів з відновлення експлуатаційної придатності об'єкта або з його пристосування до змінюваних умов експлуатації;

д) при плануванні робіт з консервації, розконсервації або ліквідації об'єкта.

В цілому, шляхом обстеження встановлюють і оцінюють технічний стан конструктивної системи об'єкта (будівельних конструкцій та основ), інженерних систем та прилеглої середовища.

При обстеженні та оцінюванні технічного стану конструктивної системи об'єкта беруться до уваги:

а) вимоги до експлуатаційних властивостей конструкцій об'єкта і фактичний рівень придатності їх технічного стану для забезпечення механічного опору та стійкості.

б) наявність негативного впливу інженерних систем та/або виробничих умов на будівельні конструкції та основи;

в) взаємний вплив об'єкта та навколишнього природного і техногенного середовища;

г) виявлені несанкціоновані зміни будівельних конструкцій або інженерних систем, не передбачені проектною документацією.

Рівень придатності технічного стану конструктивної системи об'єкта в цілому визначають на підставі стану основ та технічного стану окремих конструкцій з врахуванням їх категорій відповідальності.

Рівень придатності технічного стану конструкцій визначають через ступінь відповідності несучої здатності (або інших експлуатаційних характеристик) нормативним та проектним вимогам.

Суттєві характеристики конструкцій, які забезпечують надійність об'єкта, їх перелік і граничні рівні мають бути надані відповідно до вимог ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель

і споруд, у спеціальних нормах, проектній та експлуатаційній документації. Зокрема, в проекті мають бути наведені впливи та навантаження, на які розраховані конструкції категорії відповідальності А та основні несучі конструкції категорії відповідальності Б.

За результатами обстеження об'єкта складають науково-технічний звіт, технічний звіт або висновок (далі – звіт), що визначається в технічному завданні на обстеження в залежності від його складності.

Орієнтовний склад звіту наведено у додатку А ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Вимоги до складу звіту встановлюють у технічному завданні на обстеження та оцінку технічного стану об'єкта – для мосту з урахуванням галузевого стандарту ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів (Новий документ – ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів).

Звіт є основою для внесення змін до паспорта об'єкта (або для його оформлення, якщо паспорт відсутній) – форма паспорта об'єкта будівництва (для мосту – картка).

В загальному випадку, Технічний стан конструкцій згідно п.4.6 ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів характеризується однією з п'яти категорій (Таблиця 4.1):

«1» - «Справний» – Елемент відповідає всім вимогам проекту та чинних норм експлуатації;

«2» - «Обмежено справний» – Елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги ані першої, ані другої груп граничних станів;

«3» - «Працездатний» – Елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги першої групи граничних станів. Можливе часткове порушення вимог другої групи граничних станів, якщо це не обмежує нормального функціонування споруди;

«4» - «Обмежено працездатний» – Можливе часткове порушення вимог першої групи граничних станів. Порушуються вимоги другої групи граничних станів. Споруда експлуатується в обмеженому режимі і вимагає спеціального контролю за станом її елементів;

«5» - «Непрацездатний» – Елемент не відповідає вимогам першої групи граничних станів і з'ясовується неможливість їх задоволення, що свідчить про необхідність припинення експлуатації споруди.

2 КОРотКА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТУ

2.1 Загальні відомості

На підставі технічної документації та матеріалів інструментальних вимірювань при обстеженні встановлено, що:

Об'єктом обстеження є міст із залізобетону через річку Кам'янка на автомобільній дорозі загального користування місцевого значення Кіровоградської області (далі Міст). Загальний вигляд об'єкта обстеження наведено на рис. 2.1-2.2.



Рисунок 2.1 – Загальний вид мосту



Рисунок 2.2 – Загальний вид мосту

2.2 Конструктивні рішення елементів об'єкту обстеження

На підставі матеріалів інструментальних вимірювань при обстеженні встановлено, що міст складається з наступних основних конструктивних елементів, наведених в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Конструктивні елементи мосту

Найменування елемента	Ескіз елемента	Характеристики елементів	Категорія відповідальності конструкцій за ДБН В.1.2-14-2018
Берегова опора (стоян)		Бутовий камінь на розчині М0-М25 (див. Додаток). Облямівка опор арматурними стрижнями діам. 10 мм А-III, крок стрижнів 400-500 мм.	A
Проміжна опора (бик)			A
Прольотна ЗБ плита		Обміри плит і вимір міцності властивостей показали відповідність типовій серії 3.503-41 (див. Додаток)	A
Бортова ЗБ плита			B

Міст є двопрогінним спорудженням через річку Кам'янка. Прольоти мосту (в чистоті) мають довжину 4,87 м і 5,0 м. Ширина проїжджої частини моста 7,94 м, ширина моста з бортовими плитами 9,83 м.

Проїжджа частина вистелена асфальтом різної товщини (в середньому 50 мм). Під асфальтовим покриттям дрібний щебінь з піском. Накладна монолітна плита відсутня. Зафіксовано просідання дорожнього одягу на підходах.

Прогонові елементи – збірні перехідні плити за серією 3.503-41 (встановлено при обстеженні, проектна документація відсутня) – рис. 2.3-2.6. Збірні перехідні плити – шириною 98 см, довжиною 600 см, тип П-1-6.

**ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

СЕРИЯ 3.503-41

**СОПРЯЖЕНИЯ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ И ПУТЕПРОВОДОВ
С НАСЫПЬЮ**

ВЫПУСК II

СОСТАВ ПРОЕКТА :

ВЫПУСК I – Конструкции сопряжений
ВЫПУСК II – Блоки заводского изготовления
ВЫПУСК III – Схемы производства работ/разработаны Воронежским филиалом
 Гипродорнии Минавтодора РСФСР/

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ
с 1 июля 1977 г.

Министерством Транспортного
Строительства СССР

Приказ № А-685 от 10 мая 1977 г.
Согласованы Министерством
Строительства и Эксплуатации
Автомобильных Дорог РСФСР

РАЗРАБОТАНЫ
ГПИ „Союздорпроект“
Главный инженер института *Силков*
Главный инженер проекта *Жуков*

Рисунок 2.3 – Викопіювання зі збірника серії 3.503-41

ПОЯСНЕНИЯ

Настоящий выпуск содержит чертежи конструкции блоков и элементов пави и асфальта, разработанные в составе выпускного проекта „Союздорнии Минавтодора РСФСР“

ЭЛЕМЕНТЫ НЕОСВОБОЖДЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАЗРАБОТАНЫ В СОПРЯЖЕНИИ С СЛ 300-62 И СЛ 365-67 ВО ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЯХ НАТЯЖА ПЛИТЫ П-1-6 И НК-68

51 МАТЕРИАЛЫ

Для изготовления конструкции сопряжения применяется гравийно-песчаный бетон по ГОСТ 4785-60 марки 300, Мрз 300

Для районов строительства со средним месячным температурой воздуха холодного месяца ниже 15°С и выше, разрешается применять бетон марки 300

Прочность бетона на сжатие при испытании кубиков 15-15-15 см по ГОСТ 10180-74 должна быть не менее 325 кгс/см²

В качестве рабочей арматуры применяется стержни периодического профиля по стали класса А II

На случай возможности получения арматуры класса А III приведен вариант армирования арматурой класса А III

Конструктивное армирование выполняется стержнями класса А I для выбора марки стали при изготовлении сеток и каркасов надлежит пользоваться приведенной ниже таблицей

При изготовлении конструкции для северной климатической зоны (при расчетной температуре ниже -40°С) надлежит соблюдать доминирующие требования по ВСН 155-65

СМЫЛЬ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ НЕОСВОБОЖДЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица 1

НАИМЕНОВАНИЕ СМЫЛИ	РАСЧЕТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРА	Кл. КНИС	
		30°С	30°С до КНИС 40°С
АРМАТУРНАЯ СМЫЛЬ	Сварные и вязаные сетки и каркасы	В Ст 3 с в 2	В Ст 3 с в 2
		В Ст 3 с в 2	В Ст 3 с в 2
КЛАСС А I по ГОСТ 5761-75	Только вязаные сетки и каркасы	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
		В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
СВРОБОЖДЕНЫЕ ВОЛНЫ	Сварные и вязаные сетки и каркасы	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
		В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
КЛАСС А II по ГОСТ 5761-75	Сварные и вязаные сетки и каркасы	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
		В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
КЛАСС А III по ГОСТ 5761-75	Сварные и вязаные сетки и каркасы	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
		В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71	В Ст 3 с в 2 по ГОСТ 300-71
КЛАСС А III по ГОСТ 5761-75	Сварные и вязаные сетки и каркасы	25 Г2С по ГОСТ 5761-75	25 Г2С по ГОСТ 5761-75
		25 Г2С по ГОСТ 5761-75	25 Г2С по ГОСТ 5761-75

3.503-41-В.2

ПОЯСНЕНИЯ

СОЮЗДОПРОЕКТ
Г МОСКВА

Рисунок 2.4 – Викопіювання зі збірника серії 3.503-41

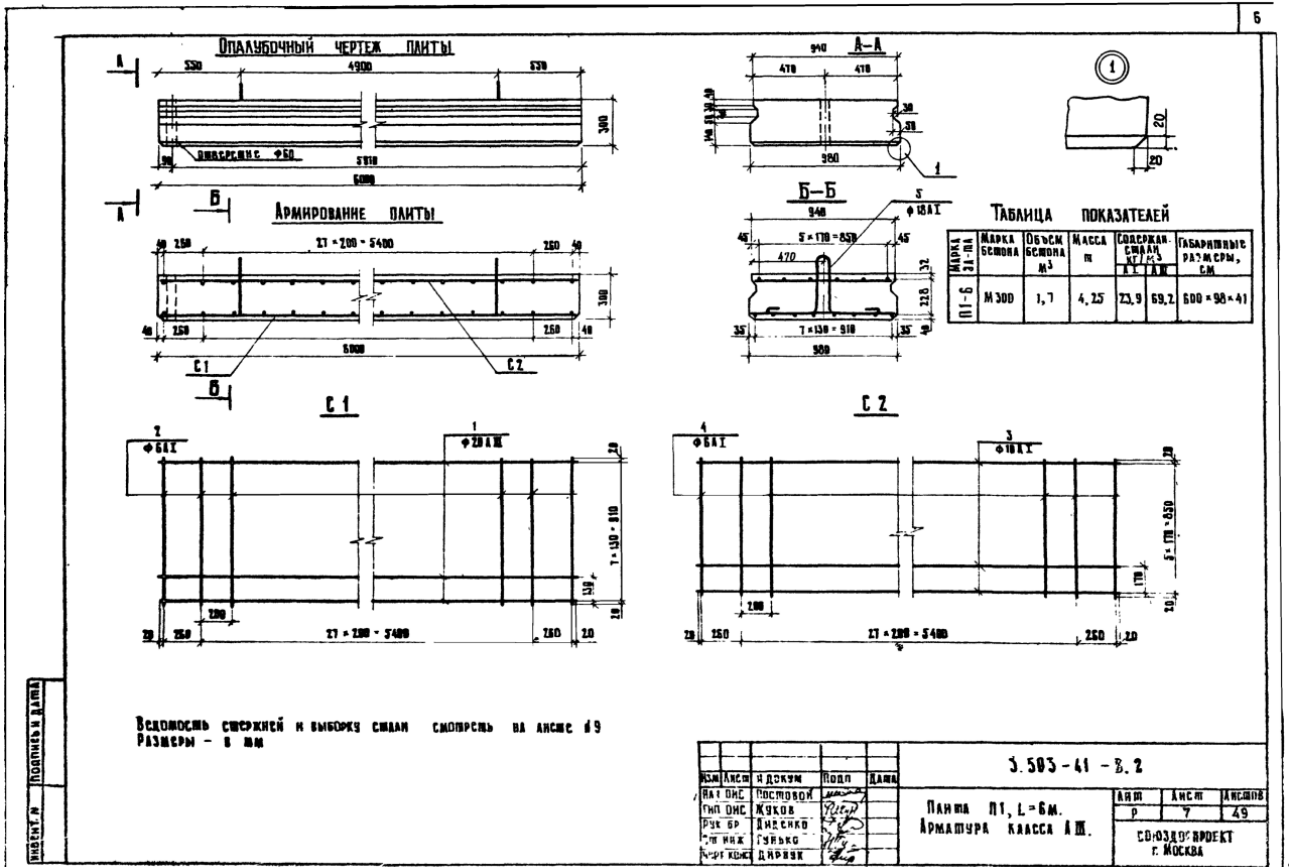


Рисунок 2.5 – Викопіювання зі збірника серії 3.503-41

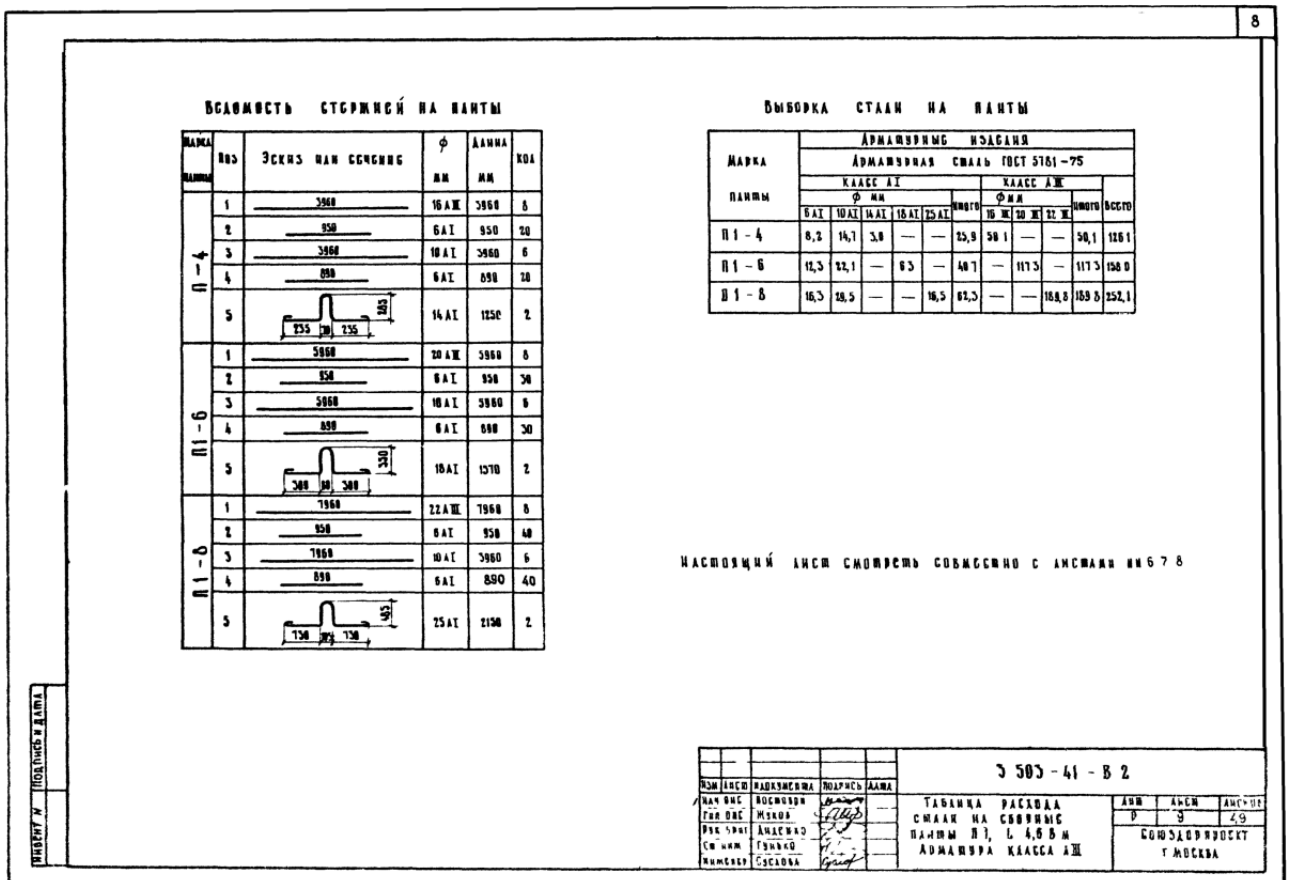


Рисунок 2.6 – Викопіювання зі збірника серії 3.503-41

Збірні перехідні плити спираються на опори з бутового каменю. Опори двох типів: берегові 2 шт; проміжна 1 шт.

Висота опор (биків) становила 2,14 м від дна річки до низу перехідних плит.

Опори з бутового каменю складені на розчині, фактична марка якого не може бути охарактеризована конкретним значеннями, і знаходиться в діапазоні величин, які відповідають маркам М0-М25.

Опори облямовані арматурними стрижнями діаметром 10 мм А-III, крок облямівки 400-500 мм.

Опори на 5 м виходять за межі моста і облямовують берегову лінію річки.

Ширина берегових опор – 1 м, проміжної – 1,4 м.

По бортах моста встановлені плити такої ж серії що і перехідні, стягнуті між собою сталевими рижками по контуру плит.

До куточків стяжних контурів плит колись були приварені поручні (зрізані на момент обстеження).

Через відсутність проектної/виконавчої та іншої технічної документації основні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення були відтворені в цифровій формі за допомогою ПК Autodesk Revit на основі обмірювальних креслень під час виконання робіт (рис. 2.7-2.10).

Згідно загальнодоступних даних Autodesk Revit – це програма САД і ВІМ для операційних систем Windows, що дозволяє проектувати параметричні елементи моделювання та малювання. За допомогою параметризації та нативної 3D-технології можна встановити концептуалізацію архітектури та тривимірні форми. Revit, як програма ВІМ, задумана як підхід, наближений до реальності, сприйнятої людьми. Одна з сильних сторін Revit полягає в тому, що можна створювати перспективні або аксонометричні погляди з надзвичайною легкістю, що вимагало б значних зусиль у ручному малюванні. Іншою надзвичайно важливою особливістю є побудова моделі за допомогою конструктивних елементів.

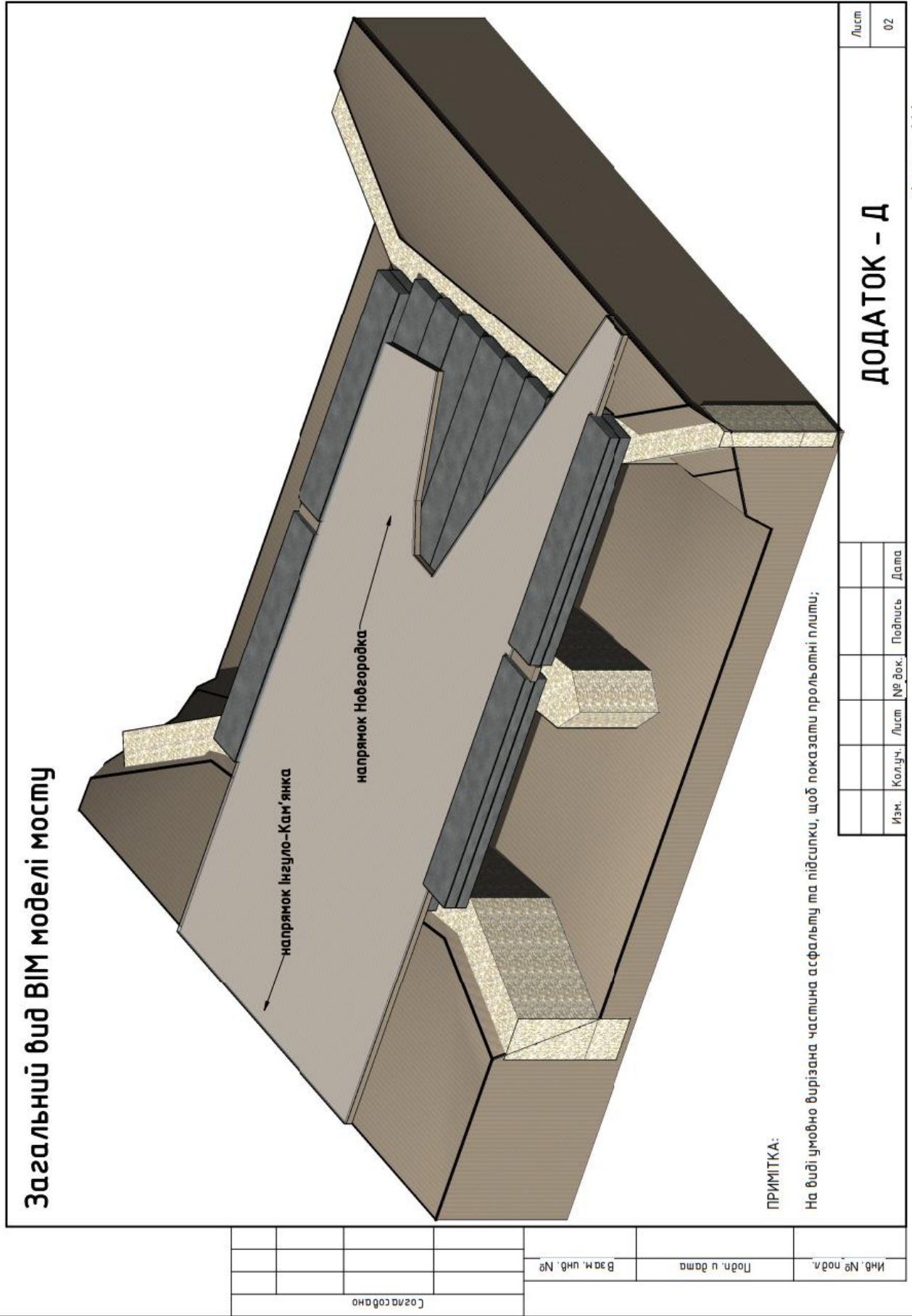
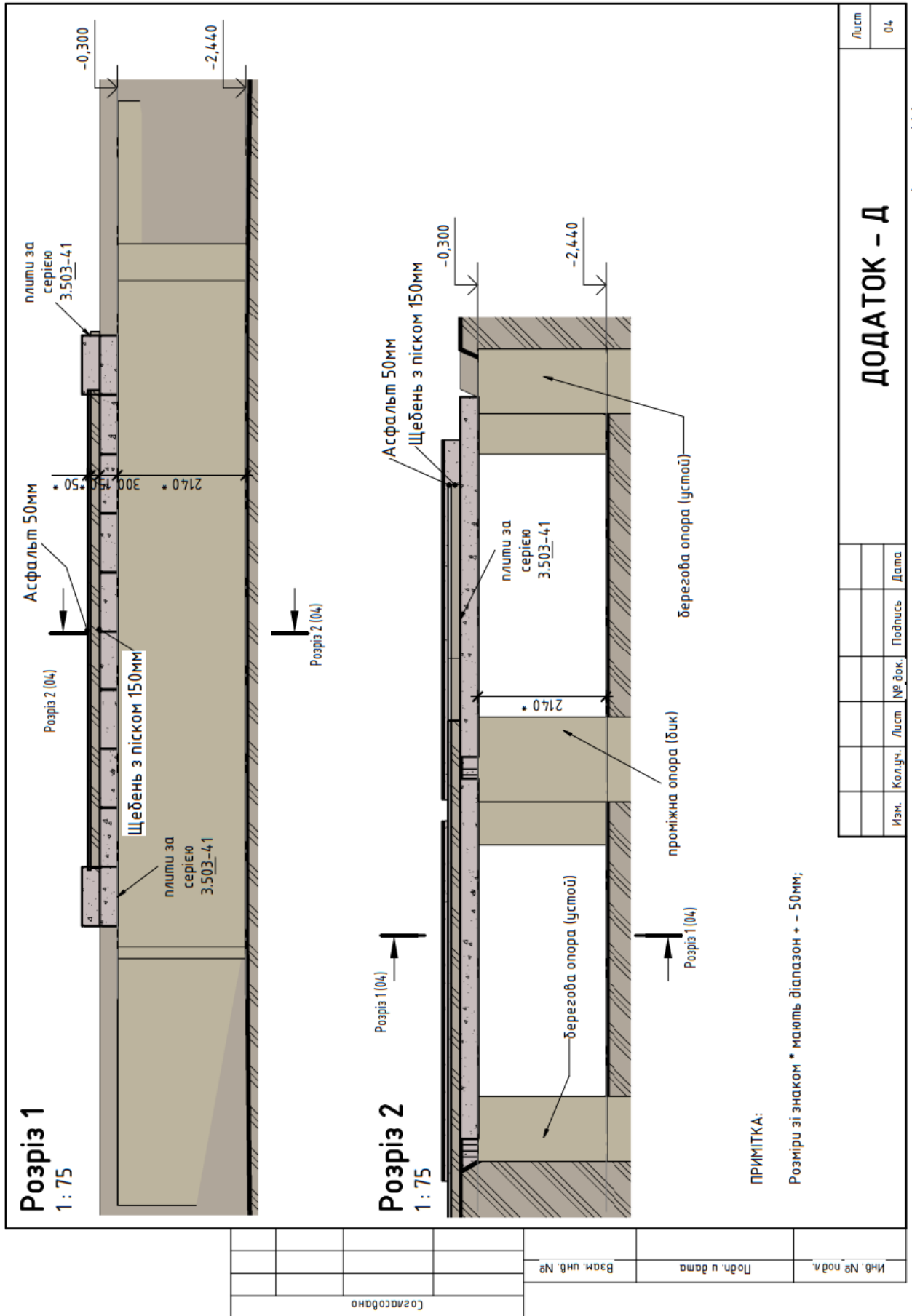


Рисунок 2.7 – Викопіювання з альбому обмірних креслень (Загальний вид)



ДОДАТОК - Д

Формат: А4А

Лист	04				
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

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

Рисунок 2.9 – Викопіювання з альбому обмірних креслень (Розрізи)

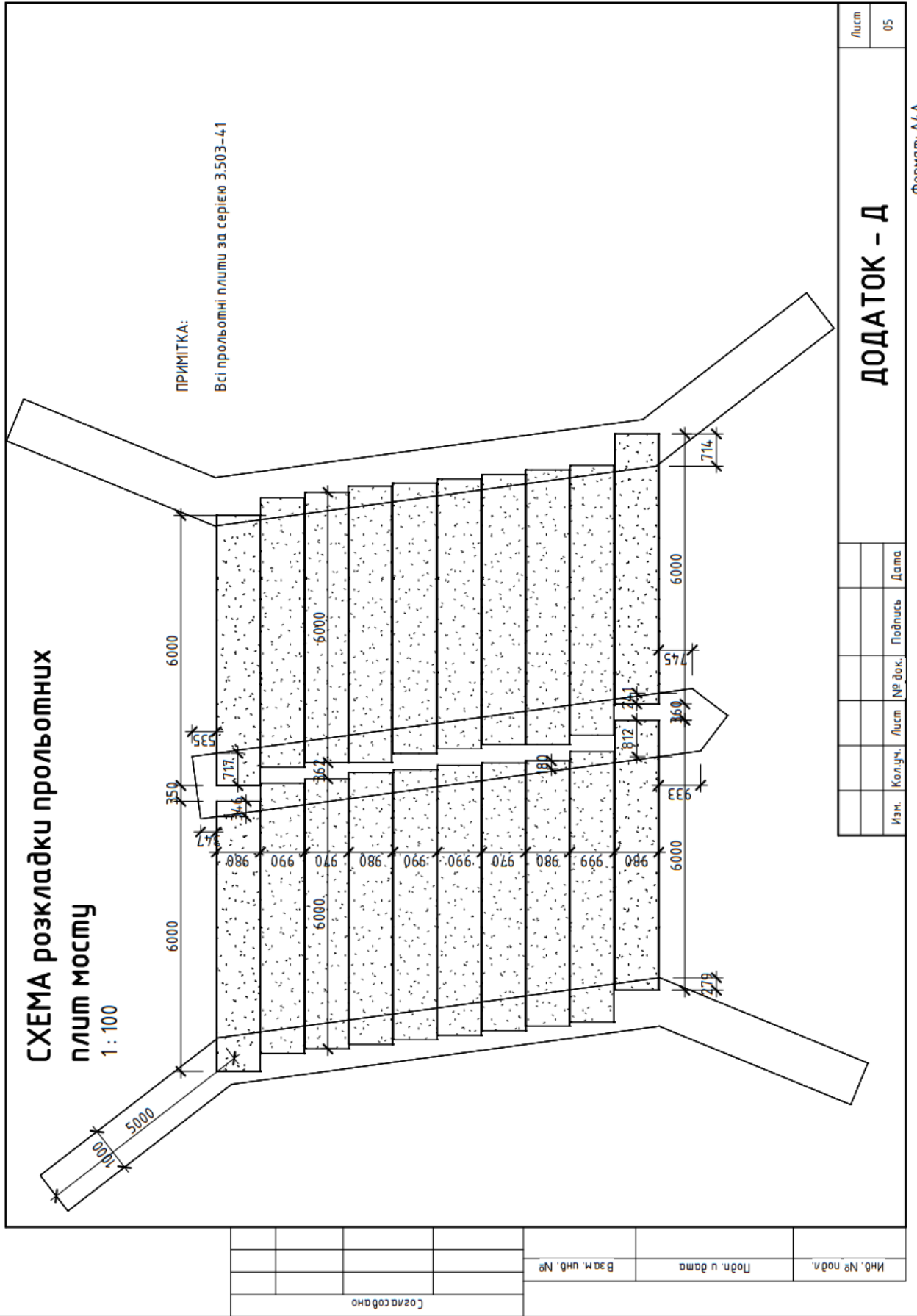


Рисунок 2.10 – Викопіювання з альбому обмірних креслень (Схема розкладки плит)

3 ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

При проведенні обстеження використовувалися наступні основні прилади та обладнання:

1. Вимірювач міцності будівельних матеріалів NOVOTEST ИПССМ;
2. Вимірювач захисного шару бетону NOVOTEST Арматуроскоп з перетворювачем ДА1;
3. Ультразвуковий товщиномір NOVOTEST УТ-1М;
4. Портативний лазерний далекомір Сяомі DUKA LS-P;
5. Рулетка вимірювальна (3/5/10/50 м);
6. Електронний рівень без СН;
7. Монокляр / Бінокль 10/25 кратного збільшення PANDA;
8. Портативна відеокамера / інтегрована фотовідеотехніка;
9. Налобний/ручний ліхтар;
10. Штангельциркуль ШЦ-I-150-0,05 ТОРЕХ;
11. Рівень будівельний без СН;
12. Приставна драбина;
13. Мобільні будівельні леса/помост;
14. Мобільне джерело світла;
15. Засоби індивідуального захисту (згідно внутрішнього регламенту підприємства для відповідних видів робіт – комплект спецодягу, каска, беруші, окуляри захисні, перчатки, маска-«пелюсток», спецвзуття, монтажні ремені тощо).

Випробування залізобетонних і кам'яних конструкцій неруйнівними методами контролю виконувалися на всіх плитах та вибірково по всій доступній площині бутової кладки (елементи категорії відповідальності конструкцій «А» – «В» за ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та

конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1, див. табл. 2.1).

Випробування виконувалися згідно наступних нормативних документів:

- ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Бетони. Правила контролю міцності;
- ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності;
- ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю;
- ДСТУ Б В.2.7-43-96 Бетони важкі. Технічні умови;
- ДСТУ Б В.2.6-4-95 Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури.

В ході випробувань використовувався вимірювач міцності будівельних матеріалів ИПСМ-У «NOVOTEST», відповідно до ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності.

Для побудови градуовальної залежності до ИПСМ-У «швидкість ультразвуку-міцність матеріалу» використовувався вимірювач міцності матеріалів ОНІКС-1.ОС.050, відповідно до ДСТУ Б В.2.7-220:2009.

Схема розташування контрольних ділянок показана на рис. 3.1.

Для кожного елемента, що розглядається (плити/елементи бутової кладки) виконувалися наступні дослідження з використанням приладів неруйнівного методу, а саме Детектор Bosch D-Tect 150 Professional; ИПСМ-У, Тестовий молоток для бетону (склерометр) АТ 241/Е «Тесноtest» тощо:

- визначався фактичний захисний шар арматури;
- визначався фактичний діаметр і крок арматури (неруйнівним методом);
- за встановленою градуовальною залежністю перевірявся клас бетону (УЗ-методом за ДСТУ Б В.2.7-226:2009);
- фіксувалися тріщини в елементах конструкцій, їх положення, ширина розкриття, глибина, виконувалася фотофіксація.

Отримані результати досліджень наведені в табл. 3.1-3.4.

На підставі виконаних досліджень і таблиць визначені градуювальні залежності:

1. «швидкість ультразвуку-міцність плит»:

$$R = 0,0192 \times V - 16.865 \text{ МПа}$$

2. «швидкість ультразвуку-міцність елементів бутової кладки»:

$$R = 0,0025 \times V + 24.449 \text{ МПа}$$

де R — міцність бетону, МПа; V — швидкість ультразвуку, м/с.

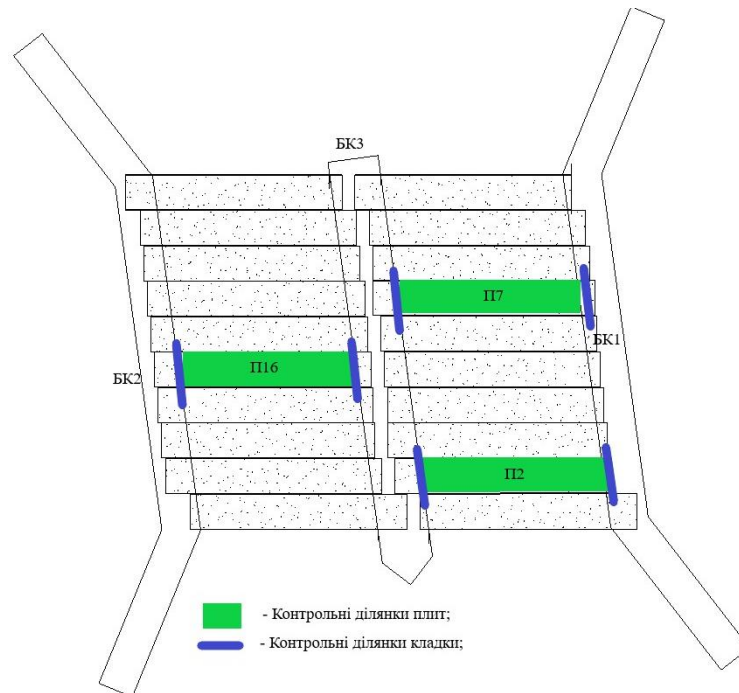


Рисунок 3.1 – Схема розташування контрольних ділянок для побудови градуювальних залежностей

Таблиця 3.1 – Зведена таблиця випробувань (з/б плити)

З/б плити						
№ плити	Швидкість ультразвуку, м/с	За результатами випробувань	Міцність, МПа		$ R_{in}-R_{if} /S$	
			за градуювальною залежністю		до відбракування	після відбракування
			до відбракування	після відбракування		
1	2	3	4	5	6	7
№2	2891	28.9	38.6	38.6	0.00	0.00
	2112		23.7	23.7	0.00	0.00
	2420		29.6	29.6	0.00	0.00
	2108		23.6	23.6	0.00	0.00

З/б плити						
№ ПЛИТИ	Швидкість ультразвуку, м/с	Міцність, МПа			R _{in} -R _{if} /S	
		За результатами випробувань	за градуовальною залежністю		до відбракування	після відбракування
			до відбракування	після відбракування		
1	2	3	4	5	6	7
№7	2869	33.1	38.2	38.2	0.00	0.00
	2247		26.3	26.3	0.00	0.00
	2916		39.1	39.1	0.00	0.00
	2472		30.6	30.6	0.00	0.00
№16	2597	34.3	33.0	33.0	0.00	0.00
	2315		27.6	27.6	0.00	0.00
	2832		37.5	37.5	0.00	0.00
	2834		37.5	37.5	0.00	0.00

Таблиця 3.2 – Зведена таблиця випробувань (бутова кладка)

Бутова кладка						
№ ділянки	Швидкість ультразвуку, м/с	Міцність, МПа			R _{in} -R _{if} /S	
		За результатами випробувань	за градуовальною залежністю		до відбракування	після відбракування
			до відбракування	після відбракування		
1	2	3	4	5	6	7
БК1	2666	28.9	31.1	31.1	0.00	0.00
	3054		32.0	32.0	0.00	0.00
	3266		32.6	32.6	0.00	0.00
	2895		31.7	31.7	0.00	0.00
БК2	3063	33.1	32.1	32.1	0.00	0.00
	3628		33.5	33.5	0.00	0.00
	3582		33.4	33.4	0.00	0.00
	3062		32.1	32.1	0.00	0.00
БК3	3250	34.3	32.5	32.5	0.00	0.00
	2101		29.7	29.7	0.00	0.00
	3855		34.0	34.0	0.00	0.00
	2475		30.6	30.6	0.00	0.00

Таблиця 3.3 – Аналіз результатів випробувань (з/б плити)

№ плити	№ ділянки	Показники швидкості ультразвуку, м/с	Показники міцності бетону R, МПа			Усреднений факт-ий захис. шар арматури, мм	Усреднений факт-ий діаметр арм-х стрижнів (гориз-них) мм	Усреднений факт-ий шаг арм-х стрижнів (гориз-них), мм	Примітки
			на елемент	Середнє на елементі	Клас бетону				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№1	1	2425	29.7	30.4	B20 (C16/20)	17	11	247	
	2	2143	24.3			39	17	227	
	3	2828	37.4			7	17	227	
	4	2396	29.1			27	10	232	
	5	2508	31.3			39	12	221	
№2	6	2891	38.6	31.2	B20 (C16/20)	11	12	171	
	7	2112	23.7			7	22	235	
	8	2420	29.6			31	13	248	
	9	2108	23.6			39	6	178	
	10	2986	40.4			17	11	241	
№3	11	2112	23.7	31.6	B20 (C16/20)	4	11	209	
	12	2451	30.2			28	9	203	
	13	2486	30.9			29	8	227	
	14	2826	37.4			31	7	187	
	15	2744	35.8			22	8	195	
№4	16	2238	26.1	31.1	B20 (C16/20)	22	14	185	
	17	2461	30.4			30	10	208	
	18	2237	26.1			27	23	175	
	19	2550	32.1			13	16	192	
	20	3011	40.9			13	11	202	
№5	21	2846	37.8	31.9	B20 (C16/20)	39	13	238	
	22	2153	24.5			25	13	242	
	23	2972	40.2			10	13	170	
	24	2108	23.6			32	18	223	
	25	2631	33.6			36	14	204	
№6	26	2537	31.8	29.6	B20 (C16/20)	26	5	184	
	27	2283	27.0			13	20	172	
	28	2215	25.6			4	22	220	
	29	3001	40.7			21	17	214	
	30	2057	22.6			12	8	229	
№7	31	2869	38.2	32.3	B25 (C20/25)	11	19	196	
	32	2247	26.3			26	7	209	
	33	2916	39.1			30	15	234	
	34	2472	30.6			34	9	249	

№ плити	№ ділянки	Показники швидкості ультразвуку, м/с	Показники міцності бетону R, МПа			Усреднений факт-ий захис. шар арматури, мм	Усреднений факт-ий діаметр рм-х стрижнів (гориз-них) мм	Усреднений факт-ий шаг арм-х стрижнів (гориз-них), мм	Примітки
			На елементі	Середнє на елементі	Клас бетону				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	35	2314	27.5			6	16	242	
№8	36	2852	37.9	36.1	B25 (C20/25)	38	9	205	
	37	3056	41.8			27	17	192	
	38	2785	36.6			19	4	218	
	39	2087	23.2			35	9	174	
	40	3019	41.1			9	18	231	
№9	41	1838	18.4	29.5	B20 (C16/20)	5	17	180	
	42	2773	36.4			35	5	181	
	43	2741	35.7			13	10	198	
	44	2191	25.2			19	23	248	
	45	2523	31.6			40	16	170	
№10	46	2645	33.9	30.9	B20 (C16/20)	12	15	247	
	47	2468	30.5			34	17	188	
	48	1895	19.5			37	9	217	
	49	3094	42.5			34	19	219	
	50	2349	28.2			7	20	177	
№11	51	2939	39.5	33.7	B25 (C20/25)	13	23	192	
	52	2748	35.9			36	17	192	
	53	2671	34.4			37	13	244	
	54	2534	31.8			17	10	176	
	55	2274	26.8			18	19	207	
№12	56	2860	38.0	29.8	B20 (C16/20)	19	19	216	
	57	2542	31.9			40	9	183	
	58	2103	23.5			28	22	188	
	59	2287	27.0			13	21	243	
	60	2362	28.5			21	11	238	
№13	61	2390	29.0	32.7	B25 (C20/25)	31	13	204	
	62	2253	26.4			7	22	248	
	63	2289	27.1			26	23	206	
	64	2988	40.5			37	10	182	
	65	2993	40.6			23	23	195	
№14	66	2144	24.3	30.5	B20 (C16/20)	6	15	225	
	67	2480	30.7			16	19	247	
	68	2225	25.8			34	16	189	
	69	2787	36.6			23	19	214	
	70	2714	35.2			36	19	189	

№ плити	№ ділянки	Показники швидкості ультразвуку, м/с	Показники міцності бетону R, МПа			Усреднений факт-ий захис. шар арматури, мм	Усреднений факт-ий діаметр арм-х стрижнів (гориз-них) мм	Усреднений факт-ий шаг арм-х стрижнів (гориз-них), мм	Примітки
			на елемент	Середнє на елементі	Клас бетону				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№15	71	2572	32.5	34.2	B25 (C20/25)	38	8	183	
	72	2484	30.8			31	13	241	
	73	2737	35.7			34	5	193	
	74	3082	42.3			11	23	234	
	75	2415	29.5			4	23	217	
№16	76	2412	29.4	27.3	B20 (C16/20)	23	10	243	
	77	2275	26.8			18	9	170	
	78	2262	26.6			15	16	182	
	79	2143	24.3			12	13	197	
	80	2423	29.6			14	5	232	
№17	81	2597	33.0	33.9	B25 (C20/25)	32	11	186	
	82	2315	27.6			38	10	179	
	83	2832	37.5			30	17	250	
	84	2834	37.5			14	17	220	
	85	2638	33.8			25	15	204	
№18	86	2933	39.4	31.9	B20 (C16/20)	5	13	247	
	87	2791	36.7			27	16	227	
	88	2394	29.1			29	22	210	
	89	2474	30.6			33	18	180	
	90	2103	23.5			17	12	247	
№19	91	1820	18.1	22.4	B15 (C12/15)	39	7	211	
	92	2269	26.7			26	22	219	
	93	2584	32.7			23	15	206	
	94	1446	10.9			39	23	248	
	95	2106	23.6			20	16	209	
№20	96	1230	6.7	29.8	B20 (C16/20)	30	17	224	
	97	3021	41.1			35	23	188	
	98	2360	28.4			23	8	172	
	99	3017	41.0			30	21	210	
	100	2534	31.8			40	19	197	

Таблиця 3.4 – Аналіз результатів випробувань (бутова кладка)

№ ділянки	№ з/п	Показники швидкості ультразвуку (бутове каміння), м/с	Показники швидкості ультразвуку (р/р кладки), м/с	Приведені показники міцності бут. каменю кладки, МПа	Приведені показники міцності р-ру кладки, МПа	Показники міцності кладки R, МПа	
						Середнє по бутовому камінню	Середнє по р-ру
1	2	3	4	5	6	7	8
БК1	1	3150	1144	32.29	3	32.81	1.80
	2	2702	1407	31.17	1		
	3	4523	1165	35.70	2		
	4	2944	1211	31.77	2		
	5	3770	1139	33.83	0		
	6	3682	1459	33.61	3		
	7	4742	1278	36.25	0		
	8	4482	1417	35.60	2		
	9	3036	1314	32.00	0		
	10	3717	1115	33.70	1		
	11	4629	1311	35.97	3		
	12	3138	1255	32.26	4		
	13	2967	1323	31.83	0		
	14	2752	1208	31.30	5		
	15	2666	1357	31.08	0		
	16	3054	1847	32.05	4		
	17	3266	1001	32.58	1		
	18	2895	1222	31.65	0		
	19	2933	1272	31.75	2		
	20	2136	1337	29.76	3		
БК2	21	4385	1728	35.36	0	32.96	2.73
	22	3422	1284	32.96	4		
	23	2968	1324	31.83	2		
	24	3316	1437	32.70	4		
	25	3502	1205	33.16	0		
	26	3755	1469	33.79	1		
	27	4417	1209	35.44	0		
	28	2795	1373	31.40	7		
	29	2932	1142	31.74	5		
	30	3063	1199	32.07	1		
	31	3628	1100	33.48	2		
	32	3582	1344	33.36	0		
	33	3062	1610	32.07	5		
	34	3122	1332	32.22	3		
	35	3332	1312	32.74	7		

№ ділянки	№ з/п	Показники швидкості ультразвуку (бутове каміння), м/с	Показники швидкості ультразвуку (р/р кладки), м/с	Приведені показники міцності бут. каменю кладки, МПа	Приведені показники міцності р-ру кладки, МПа	Показники міцності кладки R, МПа	
						Середнє по бутовому камінню	Середнє по р-ру
1	2	3	4	5	6	7	8
БКЗ	36	2709	1194	31.19	0	32.60	3.13
	37	2702	1408	31.17	4		
	38	2717	1410	31.21	3		
	39	3407	1339	32.93	5		
	40	3767	1481	33.82	3		
	41	4814	1893	36.43	4		
	42	2633	1355	31.00	4		
	43	2639	1300	31.02	0		
	44	4953	1497	36.77	3		
	45	2697	1774	31.16	9		
	46	4441	1168	35.50	0		
	47	3250	1222	32.54	5		
	48	2101	1713	29.68	2		
	49	3855	1411	34.04	1		
50	2475	1132	30.61	4			

Аналіз результатів досліджень конструктивних елементів дозволив встановити наступне:

1. Фактичний клас бетону з/б плит:

- №1-6, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 – не нижче В20 (С16/20): М250;
- №7, 8, 11, 13, 15, 17 – не нижче В25 (С20/25): М350;
- №19 – не нижче В15 (С12/15): М200.

Проектна марка бетону з/б плит згідно з наявними даними – відсутня; Розташування і діаметри арматурних стержнів, геометричні характеристики і показники марки бетону показують відповідність збірній перехідній плиті за серією 3.503-41 (викопіювання з альбому серії приведено на рис. 2.3-2.6).

2. Фактична марка бутових каменів кладки опорних конструкцій – в діапазоні М350-450;

3. Показник міцності для розчину бутової кладки знаходяться в діапазоні 0,0 ... 9,0 МПа і в середньому становить 2,47 МПа – (М25). Однак, з урахуванням

того, що математичний розбіг показників міцності розчину кладки такий, що унеможлиблює адекватне зонування по елементам конструкції, в перевірочних розрахунках (див. п.5) він приймався за найменшим адекватним значенням, а саме М10;

4. Для більшості з/б плит захисний шар арматури – в межах допустимих відхилень;

Діаметр арматурних стержнів з/б плит і їх крок, в місцях, де його можна виміряти, відповідає плиті за серією 3.503-41.

4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В процесі обстеження залізобетонних і кам'яних конструкцій фіксувалися [3, 5, 6, 7, 9, 13, 22, 23]:

- відступ конструктивних рішень від вимог норм проектування будівельних конструкцій (у разі наявності проектної документації);
- пошкодження вузлів і з'єднань у вигляді тріщин, стан захисного шару бетону;
- характер і величини корозійного зносу бетону і оголеної арматури;
- контроль поперечних перерізів несучих елементів конструкцій і споруди в цілому;
- наявність магістральних тріщин в кладці і їх довжину;
- вивітрювання і випадання кладки;
- виморожування кладки;
- вивітрювання розчину кладки;
- тощо.

В процесі обстеження сталевих конструкцій фіксувалися [3, 5, 6, 7, 9, 13, 20, 21]:

- пошкодження елементів механічні, корозійні тощо;
- пошкодження або відсутність протикорозійного захисту;
- стан з'єднань елементів один з одним (зварних, болтових);
- наявність тріщин в основному металі і в зварних з'єднаннях;
- наявність надмірних прогинів, ослаблення перетинів;
- тощо.

Розрахункові характеристики матеріалів будівельних конструкцій споруди встановлювалися на підставі даних обстеження конструкцій, згідно з чинними нормативними документами методами неруйнівного контролю [3, 5, 9, 11, 15-19].

Відомість дефектів і пошкоджень, а також їх розташування на об'єкті наведено в зведених відомостях дефектів і пошкоджень конструкцій об'єкта (див. табл. 4.1-4.2) на картах дефектів і пошкоджень конструкцій об'єкта (див. рис. 4.1) і на фотоілюстраціях (див. далі по тексту).

Таблиця 4.1 – Зведена відомість дефектів і пошкоджень (Загальна частина)

№ п/п	Опис пошкодження (дефекту)	Характерні місця розташування пошкоджень (дефектів)	Карта пошкоджень (дефекту) див. дод. Е лист №	Фото пошкоджень (дефекту) див. табл.4.3 фото №
Д-1.	Руйнування асфальтового покриття моста (ями, вибоїни, тощо)	По всій площі;	На листах не показано	И.1; И.4;
Д-2.	Відсутність поручнів на мосту.	По всім бортам;	Рисунок 4.1	И.1-5; И.8; И14;
Д-3.	Розриви сполучних елементів відбійних плит в місцях їх з'єднання, їх корозія сполучних елементів.	Місця з'єднань та примикань;	Рисунок 4.1	И.4; И.7; И.14; И.20;
Д-4.	Магістральні тріщини у відбійних плитах (розлом по перетину).	Див. графічну частину	Рисунок 4.1	И.4;
Д-5.	Виколування бетону відбійних плит на глибину до 80 мм з оголенням арматури.	По граням плит;	Рисунок 4.1	И.2-5; И.7-12; И.14;
Д-6.	Виколування окремих бутових каменів опорних конструкцій моста.	Локально по всій поверхні кладки;	Рисунок 4.1	И.6; И.7; И.9; И.11; И.13-18; И.21-23; И.26-28;
Д-7.	Заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста.	По всій кладці;	Рисунок 4.1	И.4; И.5; И.8-12;
Д-8.	Вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста.	По всій площі;	Рисунок 4.1	И.6; И.9; И.11; И.14-29;
Д-9.	Вимивання розчину вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста.	По всій площі обпирання;	Рисунок 4.1	И.6; И.7; И.15-29;
Д-10	Відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають бутову кладку опорних конструкцій моста.	Криволінійні поверхні конструкцій;	Рисунок 4.1	И.4-6; И.11; И.14-18; И.21-28;
Д-11	Прогини окремих залізобетонних плит до 40 мм	Повсюдно;	Рисунок 4.1	И.14-16; И.28;
К1	Систематичне замокання плит, корозія арматурних стержнів всередині бетону.	Плити: 1, 3, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 17, 20	Рисунок 4.1	И.14-32;
К2	Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 5%. + К1	Плити: 5, 15;	Рисунок 4.1	И.14-32;
К3	Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 15% з виколування бетону до 50мм. + К1-К2	Плити: 10, 11, 18;	Рисунок 4.1	И.15-17; И.19; И.24; И.30;
К4	Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 30% з виколування бетону і виключенням з роботи окремих стержнів нижнього армування. + К1-К3	Плити: 2, 4, 9, 13, 19	Рисунок 4.1	И.19; И.15; И.22-26; И.28; И.31-32;

Таблиця 4.2 – Зведена відомість дефектів і пошкоджень (Спецчастина)

№ п/п	Опис пошкодження (дефекту)	Характеристика пошкодження (дефекту) і можливі причини виникнення	Технічний стан за ДСТУ-Н Б В.2.3-23	Спосіб усунення пошкодження (дефекту)
Д-1.	Руйнування асфальтового покриття моста (ями, вибоїни, тощо)	Руйнування покриття у зв'язку із тріщинами асфальту які розвилися, прогинами перехідних плит, нерівностями установки або деформацій плит між собою, тощо. Площа пошкодження \approx 45% від поверхні прольотної частини мосту. Глибина пошкодження – до 80-100мм.	3	Відновити асфальтне покриття мосту разом із гідроізоляційним шаром та підстилаючими шарами.
Д-2.	Відсутність поручнів на мосту.	Вандальні дії (зрізання поручнів). Довжина пошкодження \approx 30м.п.	3	Виконати проєкт на встановлення нових поручнів.
Д-3.	Розриви сполучних елементів відбійних плит в місцях їх з'єднання, корозія сполучних елементів.	У зв'язку із деформаціями відбійних плит, переміщення у сторону річки з обох боків, відсутність антикорозійного захисту конструкцій, відсутність приєднання до нижележачих плит. Об'єм пошкодження - 2 вузла на проміжній опорі з обох боків.	3	Виконати рихтовку відбійних плит, приварку відірваних частин. Роботи по відновленню виконувати разом із Д-1. Виконати антикорозійний захист металевих конструкцій, виконувати разом із Д-2.
Д-4.	Магістральні тріщини у відбійних плитах (розлом по перетину).	Розтріскана навпіл плита. Дефектна плита під час монтажу (1шт).	2	Оставити без змін, рихтувати та ремонтувати згідно Д-3.
Д-5.	Виколування бетону відбійних плит на глибину до 80мм з оголенням арматури.	Дефекти БМР. Площа дефекту \approx 0,47м ²	2	Виконати зачистку оголених арматурних місць та бетону та обробити стержні перетворювачем іржі, виконати нанесення лакофарбного покриття по слою ґрунту.
Д-6.	Виколування окремих бутових каменів опорних конструкцій моста на глибину до 150мм.	Відсутність зв'язності окремих каменів між собою та динамічний характер навантаження (вибоїни у покритті) разом із потоком води у річці (вимивання).	2	Відновити вивалені камені, виконати скріплення каменів бутової стіни сітками для берегоукріплення.

№ п/п	Опис пошкодження (дефекту)	Характеристика пошкодження (дефекту) і можливі причини виникнення	Технічний стан за ДСТУ-Н Б В.2.3-23	Спосіб усунення пошкодження (дефекту)
		Об'єм пошкодження - поодинокі бутові камені на висоту до 0,4м по довжині опор. Площа виколування $\approx 2,84\text{м}^2$		
Д-7.	Заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста.	Нанесення ґрунту із проїзної частини. Площа відчистки - $1,51\text{м}^2$	2	Розчистка поверхні від заростання.
Д-8.	Вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста.	Відсутність гідроізоляційного шару та відводу води від несучих конструкцій. Площа пошкодження $\approx 1,77\text{м}^2$; глибина до 300мм, середня до 120мм.	3	Виконати зачеканку вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкцій моста. Розчин на розширюючому цементі та виконати рекомендації до Д-1.
Д-9.	Вимивання розчину вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкцій моста на глибину 300-500мм.	Див. Д-8. Об'єм пошкодження - $2,24\text{м}^3$	3	Див. рекомендації до Д-8.
Д-10.	Відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають бутову кладку опорних конструкцій моста.	Див. Д-6. Всі стержні. Крок стержнів – 400мм по висоті опор п довжині.	3	Див. рекомендації до Д-6.
Д-11.	Прогини окремих залізобетонних плит до 40мм.	Пошкодження арматури плит, переважно плити с пошкодженнями категорії К4 (5 шт.)	3	Виконати затирку волосяних тріщин по нижній грані плити.
К1	Систематичне замокання плит, корозія арматурних стержнів всередині бетону.	Характеристики та причини аналогічні до Д-1, відсутність відводу вологи та гідроізоляції. Потенційно перехід у категорію К2 (9шт.; загальна площа пошкодження - 48м^2).	2	Усунення у комплексі з відновленням покриття, відводу вологи від плит та відновлення гідроізоляції. Виконати затирку волосяних тріщин по нижній грані плити.
К2	Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 5%. + К1.	Характеристики та причини аналогічні до Д-1, відсутність відводу вологи та гідроізоляції. Корозія арматури всередині ЗБ елемента.	2	Усунення у комплексі з відновленням покриття, відводу вологи від плит та відновлення гідроізоляції. Після пошкоджені місця зачистити від продуктів руйнування бетону і корозії арматури з подальшим нанесенням захисного покриття, що складається з

№ п/п	Опис пошкодження (дефекту)	Характеристика пошкодження (дефекту) і можливі причини виникнення	Технічний стан за ДСТУ-Н Б В.2.3-23	Спосіб усунення пошкодження (дефекту)
		Потенційно перехід у категорію К3 (2шт.; загальна площа пошкодження – 3,6 м ²).		двох шарів емалі ПФ-115 по шару ґрунту ГФ-021. Ділянки з відшарувалися захисним шаром необхідно обштукатурити цементним розчином з гідрофобизуючими добавками.
К3	Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 15% з виколваннями бетону до 50мм. + К1-К2.	Аналогічно до К2 з потенціальним переходом до К4 (3шт.; загальна площа пошкодження – 10,4 м ²).	3	Аналогічно рекомендаціям К2 з ділянки з відшаруванням захисного шару необхідно обштукатурити цементним розчином з гідрофобизуючими добавками по штукатурної сітці Ø2мм з коміркою 50×50мм. Перед оштукатурюванням необхідно розчистити пошкожені місця від продуктів руйнування бетону і корозії арматури.
К4	Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 30% з виколвання бетону і виключенням з роботи окремих стержнів нижнього армування. + К1-К3.	Аналогічно до К2 з потенціальним переходом до аварійного стану (5шт.; загальна площа пошкодження – 13,5 м ²).	4	Заходи аналогічні щодо К1-3 разом із проектом посилення плит у який необхідно включити такі заходи: 1) Зачистити елементи від продуктів руйнування бетону і корозії арматури; 2) Відновити втрачені корозією перетину арматурних стержнів; 3) Забезпечити спільну роботу нових стержнів з тілом бетону; 4) Пристреляти арматурну сітку Вр-І Ø5 з коміркою 50 × 50мм до поверхонь плит; 5) Забезпечити спільну роботу сітки, арматурних стержнів і старого бетону; 6) Відновити цілісність бетону плит цементним розчином методом пошарового торкретування; 7) Цементний розчин необхідно модифікувати гідрофобизуючими добавками, а також добавками, що поліпшують адгезію до старого бетону.

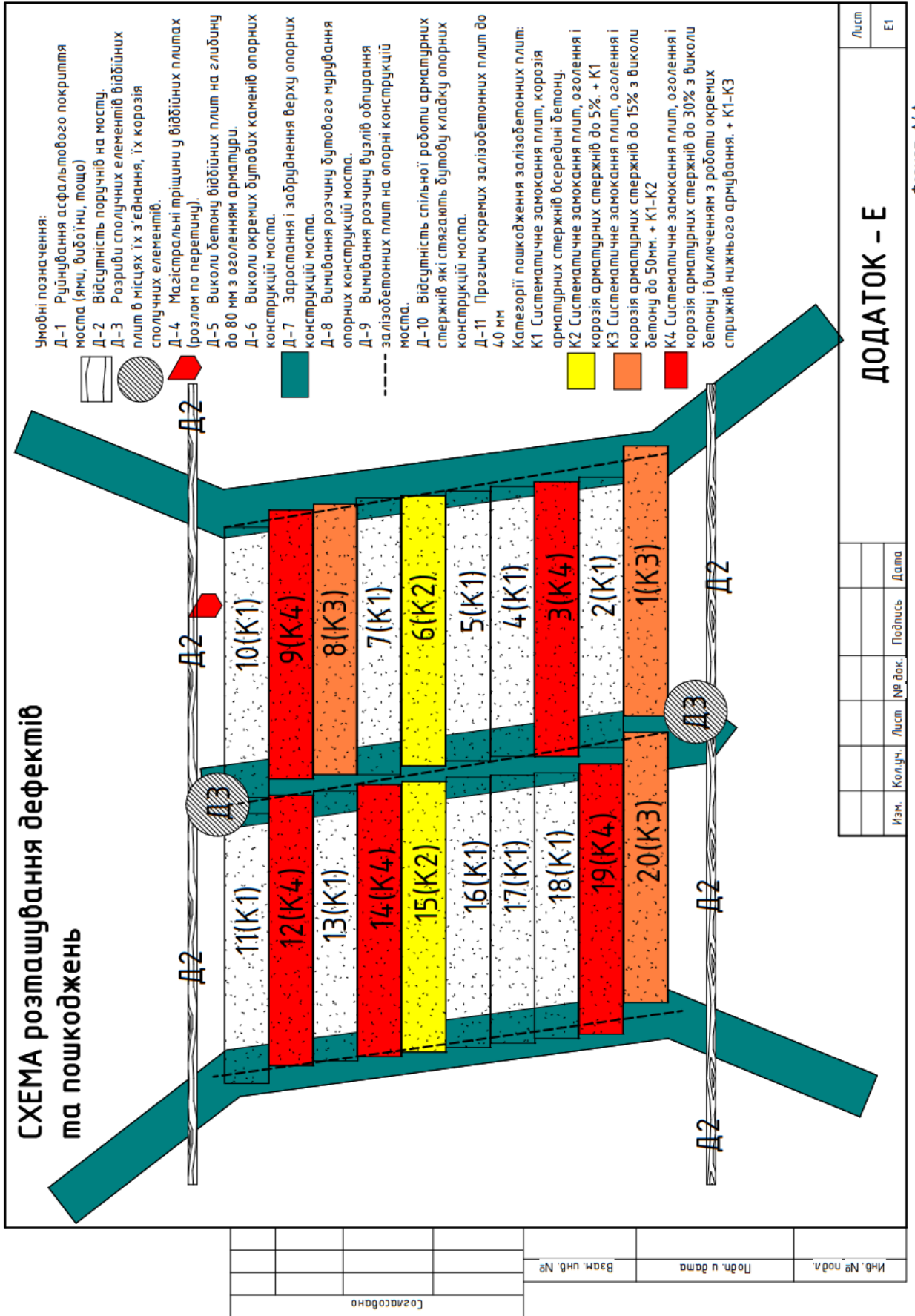


Рисунок 4.1 – Викопіювання з карти дефектів та пошкоджень

Таблиця 4.3 – Викопіювання з журналу фотофіксації дефектів та пошкоджень

 <p>Фото І.4 – Руїнування асфальтового покриття, відсутність поручнів на мосту, Розриви сполучних елементів відбійних плит в місцях їх з'єднання, їх корозія сполучних елементів, магістральні тріщини у відбійних плитах, виколи бетону відбійних плит, заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста</p>	 <p>Фото І.1 – Загальний вигляд ділянки з мостом</p>
 <p>Фото І.5 – Виколи бетону відбійних плит, заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста, відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають бутуову кладку</p>	 <p>Фото І.2/3 – Відсутність поручнів, виколи бетону відбійних плит</p>



Фото И.8 – Відсутність поручнів, виколи бетону відбійних плит, заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста



Фото И.9/10 – Виколи бетону відбійних плит та окремих бугових каменів опорних конструкцій, заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста



Фото И.6 – Виколи окремих бугових каменів опорних конструкцій, вимивання розчину бугового мурування опорних конструкцій моста, відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають бугову кладку



Фото И.7 – Виколи бетону відбійних плит та окремих бугових каменів опорних конструкцій, вимивання розчину вузлів обпірання залізобетонних плит на опорні конструкцій моста



Фото И.14 – Відсутність поручнів, виколи, вимивання розчину буттового мурування опорних конструкцій моста, відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають буттову кладку, прогини окремих залізобетонних плит



Фото И.15 – виколи бетону відбійних плит та окремих буттових каменів опорних конструкцій, вимивання розчину вузлів обпірання залізобетонних плит на опорні конструкції моста, прогини окремих залізобетонних плит



Фото И.11/12 – Розриви сполучних елементів відбійних плит в місцях їх з'єднання, виколи бетону відбійних плит та окремих буттових каменів опорних конструкцій, заростання і забруднення опорних конструкцій моста



Фото И.13 – Викколи окремих буттових каменів опорних конструкцій моста

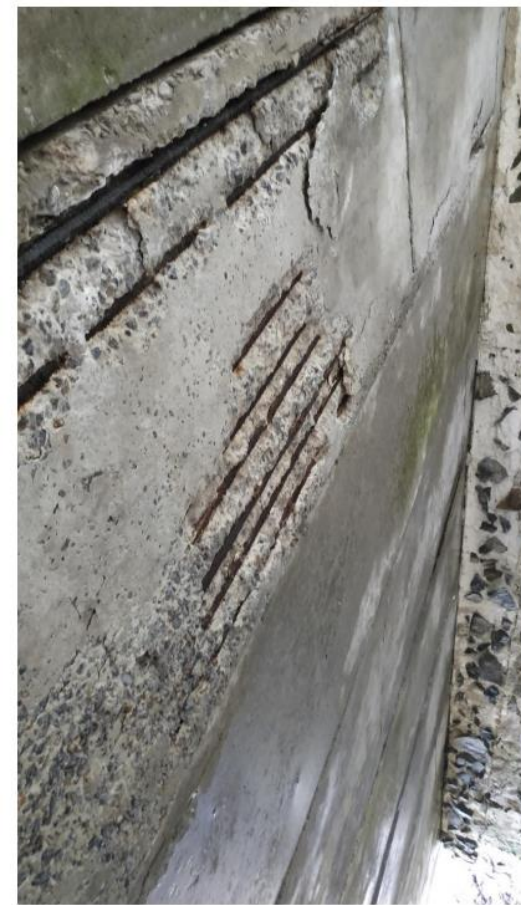


Фото И.19 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону

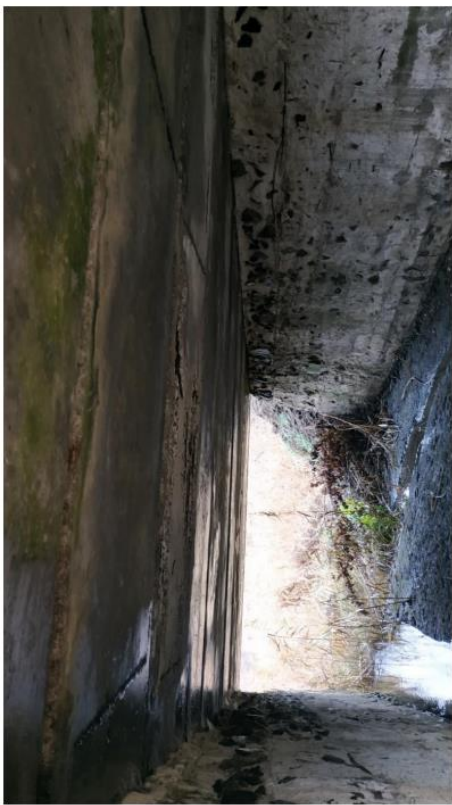


Фото И.16 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста



Фото И.17/18 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону



Фото И.20 – Вимивання розчину вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста



Фото И.21 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, вимивання розчину буттового мурування опорних конструкцій моста, систематичне замокання плит



Фото И.22 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, вимивання розчину буттового мурування опорних конструкцій моста, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону



Фото И.23 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, систематичне замокання плит



Фото И.24/25 – Вимивання розчину вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста, систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону



Фото И.28 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону



Фото И.26 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону



Фото И.29 – Вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста



Фото И.27 – Виколи окремих бутових каменів опорних конструкцій моста, вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста, систематичне замокання плит



Фото И.30 – Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону



Фото И.31 – Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону і виключенням з роботи окремих стрижнів нижнього армування



Фото И.32/33 – Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів з виколами бетону і виключенням з роботи окремих стрижнів нижнього армування



Фото И.34 – Загальний вигляд стану ділянки моста

5 ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

5.1 Загальні положення

Для оцінки несучої здатності об'єкта був виконаний аналіз напружено-деформованого стану (НДС) наступних конструктивних елементів (див. Рис. 5.1):

- 5.1. ПРОЛЬОТНА ЗБ ПЛИТА;
- 5.2. ПРОМІЖНА ОПОРА (бик);
- 5.3. БЕРЕГОВА ОПОРА (стоян).

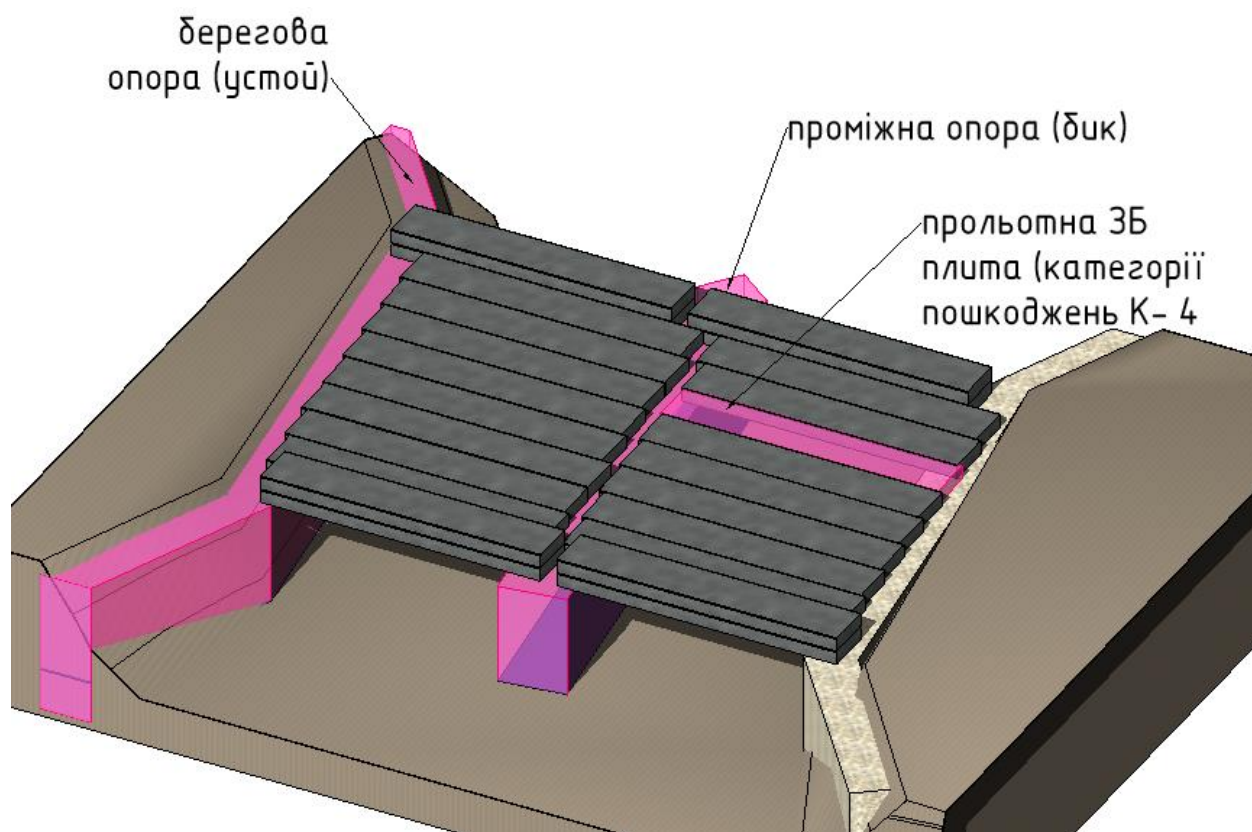


Рисунок 5.1 – Загальний вигляд конструктивних елементів перевірного розрахунку

Аналіз напружено-деформованого стану виконувався за допомогою програмних засобів на основі МСЕ.

Жорсткості скінченних елементів задавалися відповідно до існуючих вимірювань матеріалів і геометричних розмірів згідно замірів конструктивних елементів.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n при розрахунках конструкцій прийнятий в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єкта і категорії відповідальності конструкцій згідно табл. 5 ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1. Клас наслідків (відповідальності) споруди прийнятий СС2 згідно ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності).

Навантаження на конструктивні елементи збиралася згідно ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Навантаження та впливи. Мости та труби.

Згідно завдання розрахунки виконано відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів (ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів).

5.2 Прольотна з/б плита

Збірні перехідні плити – шириною 98 см, тип П-1-6 серії 3.503-41 проектувалися і розраховувалися відповідно до СН 200-62 і СН 365-67. Проектна навантаження – Н-30, НК-80.

Навантаження на плиту для перевірочних розрахунків приймалися відповідно до ДБН В.1.2-15:2009. Конструкції плити перевірялися на навантаження і впливи (згідно таблиці 5.1 ДБН В.1.2-15:2009) щодо перехідної плиті наведено в табл. 6.1:

Технічна класифікація дороги прийнята – IV (від 300 до 2 500) згідно табл. 4.1 ДБН В.2.3-4.

Навантаження на плиту приймалося за двома моделями навантаження відповідно п.8 ДБН В.1.2-15:2009:

– МОДЕЛЬ 1 – що моделює навантаження від рухомого складу за схемою АК - $v = 0,98K$ кН/м ($0,1K$ тс/м) = $0,1 \times 11 = 1,1$ тс/м, $P = 9,81K$ кН ($P = 1K$ тс) = $1 \times 11 = 11$ тс;

– МОДЕЛЬ 2 – за схемою одиничного колісного навантаження НК-80 з навантаженням на вісь $P = 196$ кН (20 тс).

Моделі прикладання навантажень стосовно окремих перехідних плит П-1-6 наведено на рис. 5.2.

Таблиця 5.1 – Навантаження і впливи

№ з/п	Навантаження і впливи	Коеф. надійності за навантаженням, γ_f	Примітка
Постійні			
1	Власна вага конструкцій	1,2	660 кг/м ²
2	Вага дорожньої одежі	1,3	375 кг/м ²
Тимчасові від рухомого складу і пішоходів			
3	Вертикальні навантаження	1,3	згідно п.8 ДБН В.1.2-15:2009, див. нижче.
4	Горизонтальне поперечне навантаження від відцентрової сили	-	згідно п.13.1 ДБН В.1.2-15:2009, навантаження від відцентрової сили в розрахунках не враховується для даного випадку.
5	Горизонтальне поздовжнє навантаження від гальмування або сили тяги	1,2	50 % от п. 3 «Вертикальні навантаження» на вісь: Модель 1 – $P_{гориз.} = 5,5$ тс. Модель 2 – $P_{гориз.} = 10$ тс.
Інші			
6	Вітрові навантаження	1,4	Вітрове навантаження – 440 Па; Вітрове навантаження при ожеледиці – 260 Па;
7	Льодові навантаження	1,3	товщина стінки ожеледиці – 19 мм; вага снігового покриття – 1110 Па.

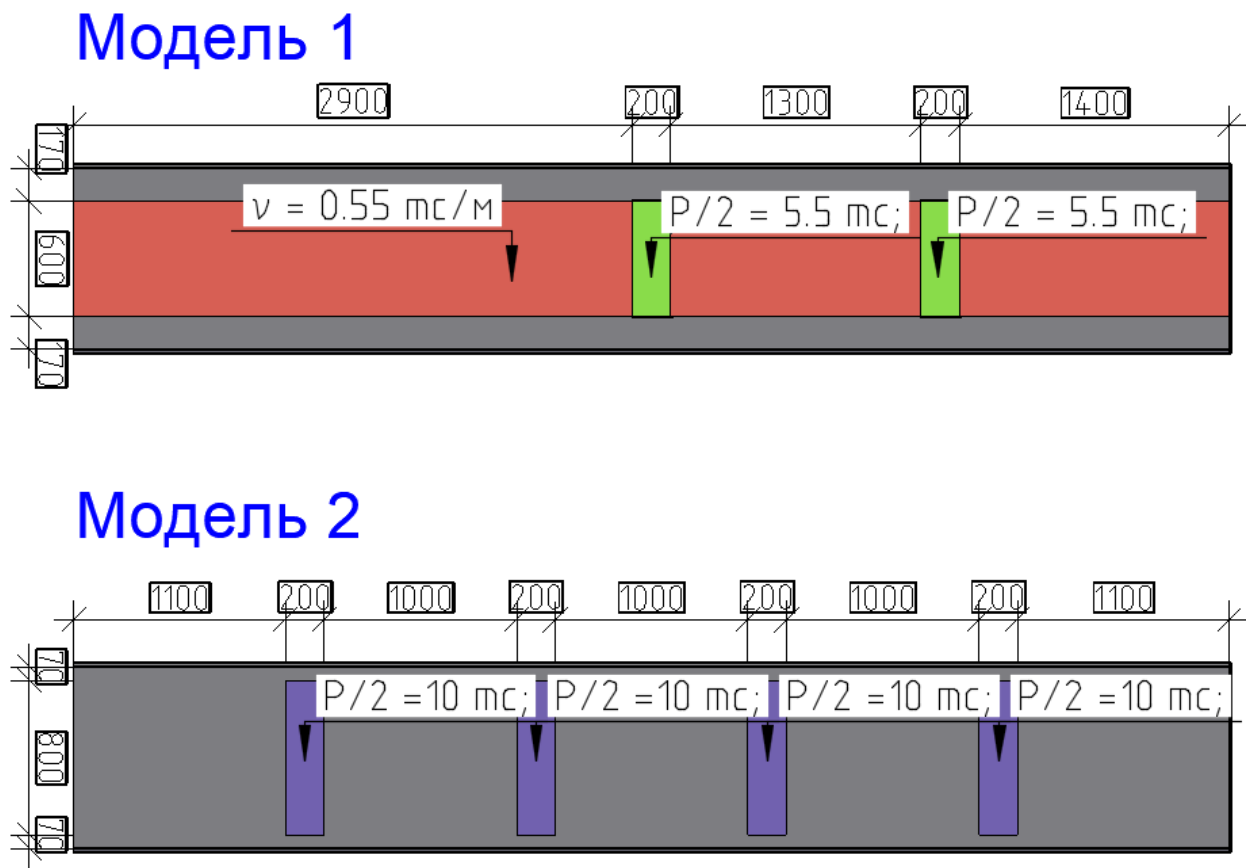


Рисунок 5.2 – Моделі прикладання навантажень до перехідної плити

Перевірочний розрахунок перехідної плити виконувався з урахуванням пошкоджень категорії К-4 (систематичність замокання плит, оголення и корозія арматурних стержнів до 30% з виколюваннями бетону и виключенням з роботи окремих стрижнів нижнього армування. + К1-К3), див. Додатки И.19; И.15; И.22-26; И.28; И.31-32.

В розрахунковій схемі корозія стрижнів враховувалася рівномірним зменшенням перетину арматурного стержня на 30%, крайні стрижні не мають з'єднання з бетоном плити – вимикалися з розрахункової схеми.

Розрахункова модель перехідної плити в середовищі програмних засобів на основі МСЕ приведена на рис. 5.3.

Навантажені моделі 1 і 2 в середовищі МСЕ наведені на рис. 5.4.

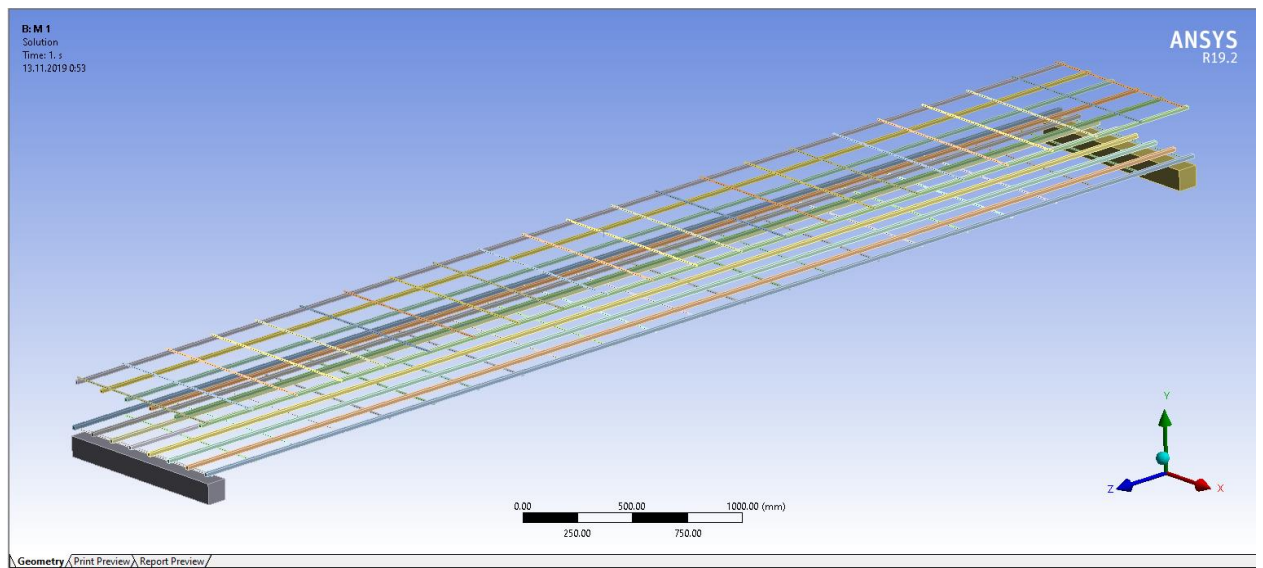
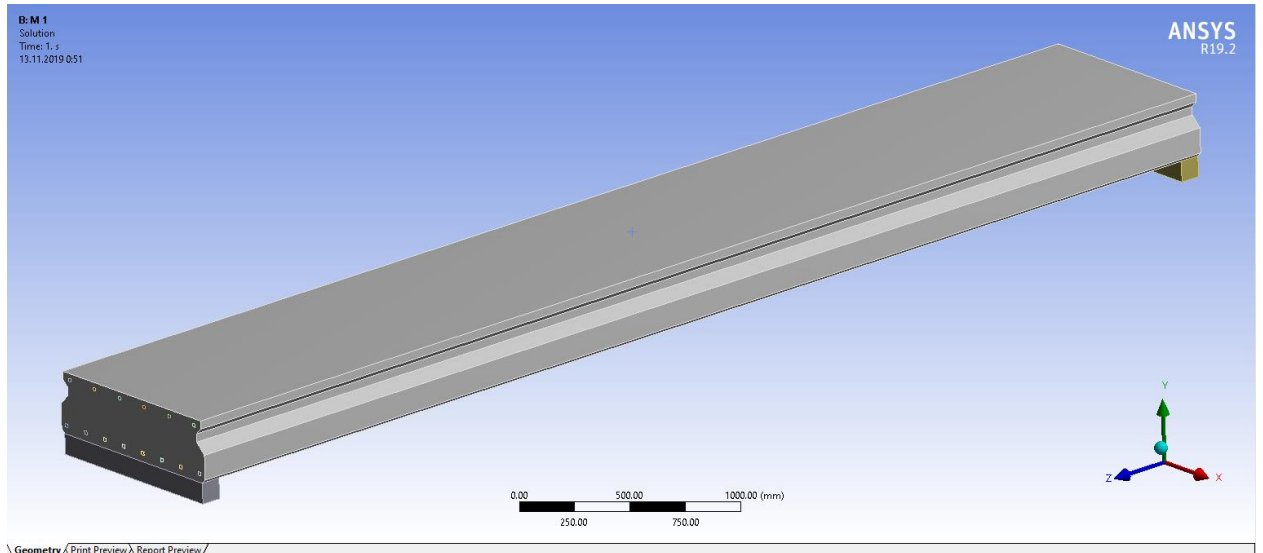


Рисунок 5.3 – Розрахункова модель перехідної плити в середовищі MCE

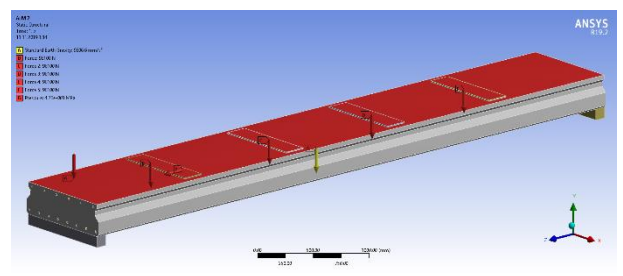
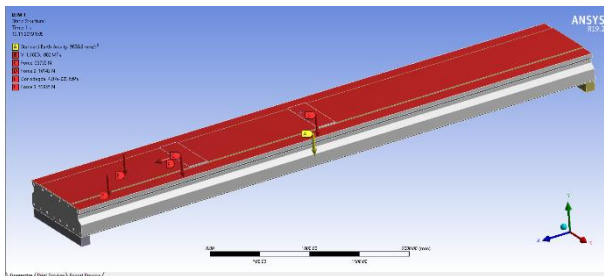


Рисунок 5.4 – Навантажені моделі 1 і 2 в середовищі MCE

Результати чисельного моделювання напружено-деформованого стану перехідної плити з урахуванням пошкоджень К-4 для моделей завантажень 1 і 2 наведені на рис. 5.5.

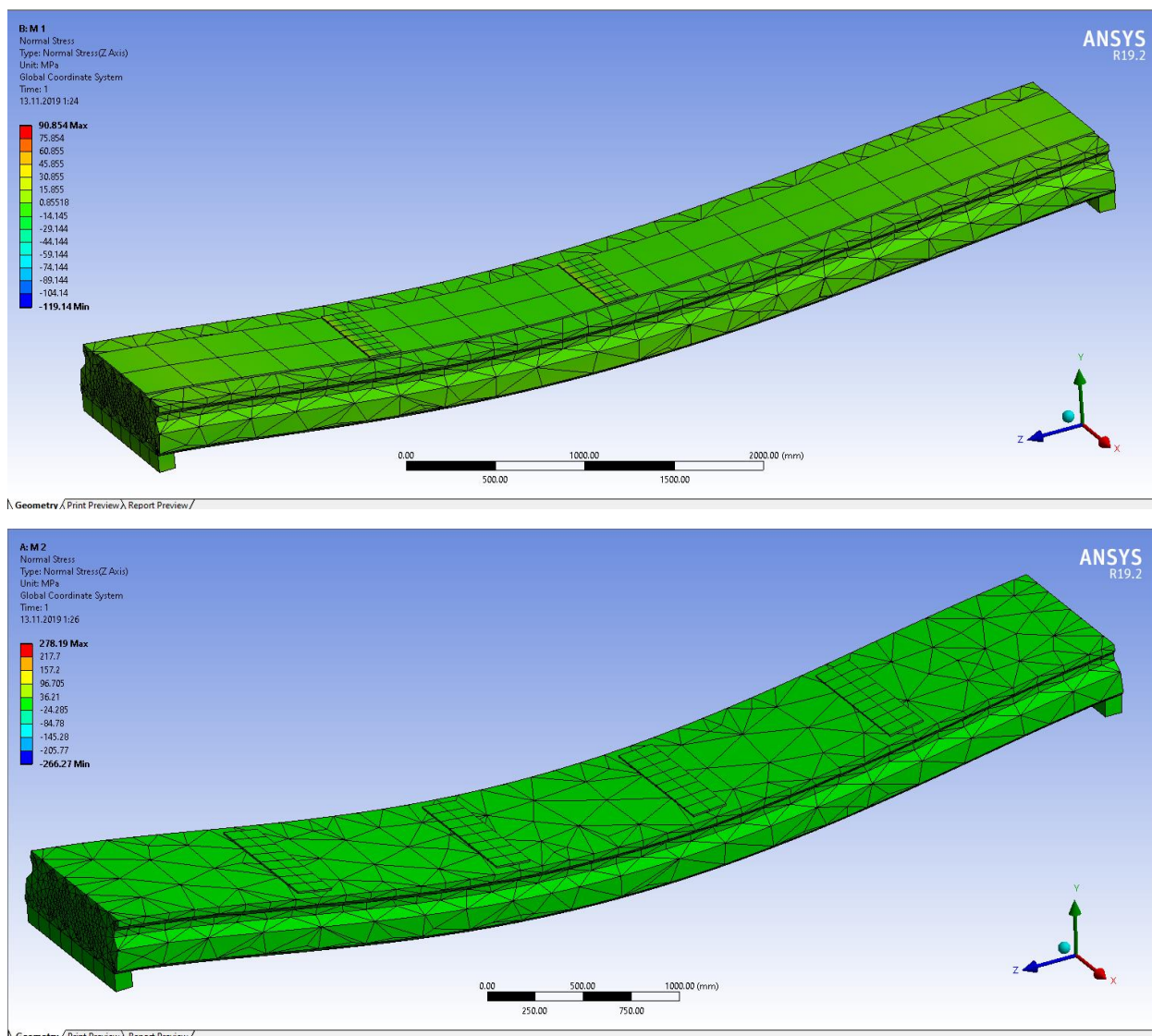


Рисунок 5.5 – Нормальні напруження моделей 1 і 2 в середовищі МСЕ

Аналіз результатів чисельного моделювання за моделлю 1 показав наступне:

- Перевірка за згинаючим моментом від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 1,154 (тобто перевищення нормативних зусиль на 15,4%);

- Перевірка за поперечною силою від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 0,523 (тобто плита використовується на 52,3%);

- Розрахунок по другому граничному стану не виконаний, оскільки не виконуються умови міцності.

Аналіз результатів чисельного моделювання за моделлю 2 показав наступне:

- Перевірка за згинаючим моментом від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 2,04 (тобто перевищення нормативних зусиль на 104%);
- Перевірка за поперечною силою від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 1,156 (тобто перевищення нормативних зусиль на 15,6%);
- Розрахунок по другому граничному стану не виконаний, оскільки не виконуються умови міцності.

5.3 Проміжна опора (бик)

Проміжна опора перевірялася на зусилля від опорних реакцій перехідних плит за двома моделями навантажень 1 і 2. Схеми навантажень наведені на рис. 5.6.

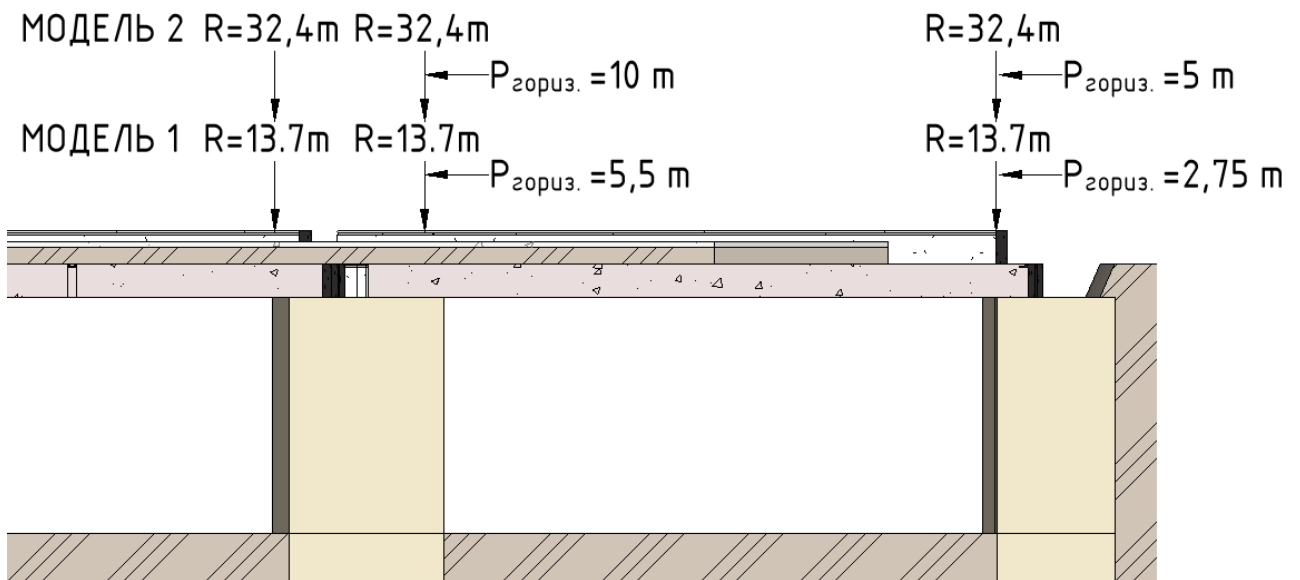


Рисунок 5.6 – Схема навантажень на опори моста від однієї плити (моделі 1 і 2)

Зусилля від моделі завантаження 2 значно вище 1, тому перевірку проведено на зусилля від моделі 2.

Опора перевірялася, як позацентрово-стиснений стовп. Розрахунок виконаний за ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 з урахуванням СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции» оскільки:

1. Об'єкт обстеження та його частини проектувалися за нормами СНиП II-22-81*.

2. ДБН В.2.6-162:2010 «Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення» спираючись на використання механічних властивостей обробленого природного або тесаного каменю (відповідно до ГОСТ 4001) та згідно додатка Р табл. 7, розрахунковий опір бутової кладки на стиск 0,76 МПа.


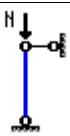
Вихідні дані для розрахунку:

- Коефіцієнт надійності по відповідальності $\gamma_n = 1.25$;
- Коефіцієнт надійності за відповідальністю (2-е граничний стан) = 0.975;
- Вік кладки – понад року;
- Термін служби 25 років;
- Камінь – Рваний бут;
- Марка каменю – 400;
- Розчин – цементний з органічними пластифікаторами;
- Марка розчину – 10;
- Об'ємна вага кладки 2.1 т/м³;
- Висота стовпа 2,14 м;
- Поздовжня сила 64 Т;
- Коефіцієнт тривалої частини навантаження 1;
- Враховується власна вага стовпа.

Розрахункові довжини наведені в табл. 5.2.

Результати наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.2 – Розрахункові параметри

Розрахункова висота в площині XoY	Розрахункова висота в площині XoZ
 <p>схема розкріплення перекрыття збірні Відстань між поперечними жорсткими конструкціями 6 м Коефіцієнт розрахункової висоти 0.9</p>	 <p>схема розкріплення Коефіцієнт розрахункової висоти 1</p>

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку

Перевірка за ДБН / СНиП	Перевірка	Коефіцієнт використання
п. 4.7 СНиП II-22-81	Стійкість в площині ексцентриситету при відцентровому стисканні	0.977
п. 4.11 СНиП II-22-81	Стійкість із площини ексцентриситету при центральному стиску	0.927
п. 4.20 СНиП II-22-81	Зріз в швах	0.143
п. 4.20 СНиП II-22-81	Зріз в камені (цеглі)	0.32
п. 11.1.2.1.1 ДБН В.2.6-162:2010	Втрата несучої здатності при вертикальному навантаженні	0,71
п. 11.2.1 ДБН В.2.6-162:2010	Втрата несучої здатності при горизонтальному навантаженні	0,84
п. 11.3.1.1 ДБН В.2.6-162:2010	Втрата несучої здатності при дії згинального моменту прикладеному до цегляної кладки	0,32

5.4 Берегова опора (стоян)

Берегова опора перевірялася на зусилля від опорних реакцій перехідних плит за двома моделями навантажень 1 і 2. Схема навантажень наведені на рис. 6.6.

Вихідні дані для розрахунку аналогічні п. 6.2. Розрахункові довжини наведені в табл. 6.2. Результати розрахунку наведені в табл. 6.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунку

Перевірка за ДБН / СНИП	Перевірка	Коефіцієнт використання
п. 4.7 СНИП II-22-81	Стійкість в площині ексцентриситету при відцентровому стисканні	0.853
п. 4.11 СНИП II-22-81	Стійкість із площини ексцентриситету при центральному стиску	0.778
п. 4.20 СНИП II-22-81	Зріз в швах	0.127
п. 4.20 СНИП II-22-81	Зріз в камені (цеглі)	0.251
п. 11.1.2.1.1 ДБН В.2.6-162:2010	Втрата несучої здатності при вертикальному навантаженні	0,65
п. 11.2.1 ДБН В.2.6-162:2010	Втрата несучої здатності при горизонтальному навантаженні	0,71
п. 11.3.1.1 ДБН В.2.6-162:2010	Втрата несучої здатності при дії згинального моменту прикладеному до цегляної кладки	0,22

5.5 Розрахунок відповідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23 (перевірка результатів чисельного моделювання)

Результати розрахунку зведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок відповідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23

Розрахунки виконано відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012.

Експертна експлуатаційна оцінка служить показником потреби виконання експлуатаційних заходів:

- встановлення режиму утримання споруди;
- встановлення термінів та видів ремонту;
- призначення параметрів підсилення, розширення;
- прийняття рішення щодо необхідності та доцільності заміни, реконструкції або капітального ремонту.

1 Визначення експлуатаційного стану елементів мосту за результатами обстежень

Експлуатаційні стани конструктивних елементів мосту за класифікаційними таблицями ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012

Група конструктивних елементів	Експлуатаційний стан	Надійність, Pt	Характеристик а безпеки, β_i
Мостове полотно	4-обмежено працездатний	0.979771	2.05
Прогонова будова	4-обмежено працездатний	0.979771	2.05
Опори та опорні частини	3-працездатний	0.992461	2.43
Фундаменти	3-працездатний	0.992461	2.43
Підмостове русло	2-обмежено справний	0.998363	2.95
Регуляційні споруди	-	-	-
Підходи	2-обмежено справний	0.998363	2.95

2 Визначення стану прогонової будови та опор мосту за результатами обчислення їх вантажопідйомності

Вантажопідйомність прогонових будов встановлюється порівнянням зусиль у перерізах елементів від відповідних еквівалентних навантажень.

Має задовольнятися нерівність: $q_e \geq p_e$,

де q_e - граничне (проектне) еквівалентного навантаження;
 p_e - еквівалентні навантаження від тимчасових рухомих навантажень, що розглядаються.

Коефіцієнт, що враховує вплив дефектів, $D = 0.49$

КПР: для колон автомобілів = 2; для спецнавантаження = 1.

Еквівалентні навантаження для прогону 6 м, т/м

Показник	Схема навантаження	Еквівалентне навантаження		
		для M	для Q	для 2R
$q_e \times \text{КПР}$	H-30	11.73	13.87	6.93
	HK-80	16.00	18.67	10.67
$q_e \times \text{КПР} \times D$	H-30	5.75	6.79	3.40
	HK-80	7.84	9.15	5.23
	найбільше проектне	7.84	9.15	5.23
$p_e \times \text{КПР}$	H-30	11.73	13.87	6.93
	H-40	10.67	12.00	6.67
	A11	13.20	15.03	8.62
	HK-80	16.00	18.67	10.67
q_e / p_e з урахуванням КПР та дефектів	відносно H-30	0.67	0.66	0.75
	відносно H-40	0.73	0.76	0.78
	відносно A11	0.59	0.61	0.61
	відносно HK-80	0.49	0.49	0.49

Від розглянутих рухомих навантажень найнебезпечнішим фактором є дія:

- для прогонів: згинального моменту від НК-80, при цьому: $q_e = 0,08$
 $p_e = 0,16$

Зниження вантажопідйомності:

(- зниження; + запас міцності)

- для прогонів: $\delta = (1 - 0,16/0,08) \times 100 = -104\%$

Експлуатаційний стан за вантажопідйомністю:

- для прогонів: непрацездатний (5).

Для встановлення режиму руху транспорту визначено вантажопідйомність споруди відносно ваги автомобіля максимальної маси в колоні:

$$P = \frac{S_{gp} - S_{nocm} - S_{mp}}{S_{тим}} H ,$$

де P - вантажопідйомність споруди, тонн;
 $S_{gp}-S_{nocm}-S_{mp}$ - гранично допустимі зусилля без урахування власної ваги та тротуарів;
 $S_{тим}$ - зусилля від навантаження Н-30 або Н-40;
 H - вага, т. одного автомобіля в колоні Н-30 або Н-40.

Виходячи з того, що складова гранично допустимих зусиль від тимчасового навантаження при проектуванні пропорційно еквівалентним навантаженням, формулу визначення вантажопідйомності приведено до виду:

$$P = \frac{q_{gp}}{p_{тим}} H ,$$

де	q_{gp}	- гранично допустиме екв. навантаження ($q_e \times \text{КПР} \times \text{Д}$)	q_{gp}	0,09
	$p_{тим}$	- екв. навантаження, що розглядаються ($p_e \times \text{КПР}$):	від Н-30	$p_{тим}$ 0,14
			від Н-40	$p_{тим}$ 0,12

Вантажопідйомність: відносно Н-30, $P=0,09/0,14 \times 30=20$ т.
 відносно Н-40, $P=0,09/0,12 \times 40=31$ т.

Відповідно до Додатку Б ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012, якщо P (Н-30) ≤ 25 т., то вантажопідйомність приймається відносно навантаження Н-30.

Споруда здатна пропускати колони автомобілів з масою до 19 т.

Обмеження викликано перевантаженням прогонових будов.

3 Визначення стану прогонової будови мосту за результатами обчислення її характеристики безпеки

Характеристика безпеки визначається, виходячи з математичного

очікування реального коефіцієнта запасу: $\bar{\gamma} = \frac{\bar{R}}{\bar{Q}}$,

де R	- математичне очікування узагальненого опору елемента, приймається пропорційно найбільшому проектному навантаженню на прогонову будову.
$R=R_n/(1-1,64 \cdot V_r)$ (R_n - норм.)	$R_n \equiv q_e + \text{власна вага прогонової будови (99\% } q_e)$;
Q	- математичне очікування узагальненого навантаження елемента, приймається пропорційно реальному еквівалентному навантаженню від автомобілів масою тонн.
$Q=Q_n/(1+1,64 \cdot V_q)$ (Q_n - норм.)	$Q_n \equiv p_e \text{ тонн} + \text{власна вага прогонової будови (99\% } q_e)$.

Вплив фактору	вл.вага	pe	Rn	Qn	R	Q	γ
для M	7.76	0	15.60	7.76	21.1	7.48	2.82
для Q	9.06	0	18.21	9.06	24.63	8.73	2.82
для 2R	5.18	0	10.41	5.18	14.08	4.99	2.82

Мінімальний реальний коефіцієнт запасу

$$\gamma = 0,03$$

Характеристика безпеки:

$$\beta = \frac{\bar{\gamma} - 1}{\sqrt{V_Q^2 + \bar{\gamma}^2 V_R^2}},$$

де V_Q - коефіцієнт варіації узагальненого навантаження, згідно з додатком В

ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 приймається = 0,0229

V_R - коефіцієнт варіації узагальненої опорності споруди = 0,159

$$\beta = (0,03 - 1) / \text{sqrt}(0.0229^2 + 0,03^2 \times 0.159^2) = 0,04$$

Експлуатаційний стан прогонової будови за показником характеристики безпеки класифіковано, як справний (1).

Критична маса ТЗ за характеристикою безпеки - 20 т (перехід до стану 5).

4 Уточнення експлуатаційного стану елементів мосту

за обчисленням вантажопідйомності та характеристики безпеки

Уточнення експлуатаційних станів здійснено з урахуванням рекомендацій

ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012, а також експертних оцінок впливу інших

факторів. Характеристика безпеки β і параметр інтенсивності відмов

$\lambda_{i,1}$ визначені за додатками до ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012.

Група конструктивних елементів	Номер експлуатаційного стану			Уточнені характеристики			
	за результатами обстежень та випробувань	за вантажо-підйомністю	за характеристикою безпеки	номер експлуатаційного стану	характеристика безпеки, β	інтенсивність відмов, $\lambda_{i,1}$	знос елемента, %
Мостове полотно	4	-	-	3	2.43	1.2597	4-14
Прогонова будова	4	5	1	4В	1.81	1.9835	14-36
Опори та опорні частини	3	3	-	3	2.43	1.2597	4-14
Фундаменти	3	-	-	3	2.43	1.2597	4-14
Підмостове русло	2	-	-	2	2.95	0.8525	-
Регуляційні споруди	-	-	-	-	-	-	-
Підходи	2	-	-	3	2.43	1.2597	4-14

5 Визначення залишкового ресурсу елементів мосту

Залишковий ресурс елементів мосту визначається розв'язанням

рівняння деградації елементів:

$$P_i = 1 - 0,008333(\lambda \cdot t)^5 e^{-\lambda \cdot t}$$

де P_i - надійність елемента в i -му експлуатаційному стані;

λ - параметр інтенсивності відмов;

e - основа натурального логарифма;

t - час.

Параметр інтенсивності відмов на час обстеження:

$$\lambda_e = \frac{\lambda_{i,1}}{t_i}$$

де λ_e - значення параметра інтенсивності відмов елемента в стані 5;

$\lambda_{i,1}$ - значення параметра інтенсивності відмов елемента для часу $t=1$

за таблицею Г.1 ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012;

t_i - час (у роках), що пройшов від початку експлуатації.

За рівнянням деградації елементів споруди визначено час (T_5), що

проходить від початку експлуатації елемента до переходу його в стан 5.

Рівняння відносно параметра (t) при відомих P_t та λ_e розв'язане

методом ітерацій. Результати розрахунків приведені в таблиці:

Група конструктивних елементів	номер експлуатаційного стану	P_i	λ_e	t_i	Ресурс T_5	Залишковий ресурс, років $T=T_5-t_i$
Мостове полотно	3	0.9925	0.0238	53	89	36
Прогонова будова	4В	0.9648	0.0374	53	57	4
Опори та опорні частини	3	0.9925	0.0238	53	89	36
Фундаменти	3	0.9925	0.0238	53	89	36
Підмостове русло	2	0.9984	0.0161	53	131	78
Регуляційні споруди	-	-	-	-	-	-
Підходи	3	0.9925	0.0238	53	89	36

Залишковий ресурс споруди в цілому (прогноз терміну безаварійної

експлуатації) оцінюється за найнижчим із показників залишкових ресурсів

прогонових будов, опор, фундаментів і складає

4 роки.

6 Оцінювання технічного стану мосту в цілому

Технічний стан споруди в цілому оцінено за двома показниками:

1) за найнижчим із показників експлуатаційного стану:

- прогонових будов 4 ;
- опор 3 ;
- фундаментів 3 .

Споруда знаходиться у стані 4 - обмежено працездатний.

2) За формалізованою експертною оцінкою E (рейтингом):

$$E = \frac{80 (5 - \sum_{i=1}^{i=7} \alpha_i D_i)}{4} + 20 ,$$

де D_i - номер експлуатаційного стану групи конструктивних елементів;

α_i - коефіцієнти впливу стану i-го елемента на загальний стан споруди

(нормалізовані вагові коефіцієнти) за таблицею 7.1 ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012.

Елемент споруди	α_i	D_i	$\alpha_i D_i$
Проїзна частина	0.07	3	0.21
Прогонова будова	0.41	4	1.64
Опори та опорні частини	0.21	3	0.63
Фундаменти	0.14	3	0.42
Підмостове русло	0.12	2	0.24
Регуляційні споруди	-	-	-
Підходи	0.05	3	0.15

$$\sum \alpha_i D_i = 3.29$$

$$E = 80 \times (5 - 3.29) / 4 + 20 = 54 \quad (\text{заокруглено до цілого})$$

Згідно з ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 споруда за рейтингом

знаходиться у стані 4 - обмежено працездатний.

Остаточо прийнято найнижчий з двох показників:

Споруда в цілому знаходиться у стані 4 - обмежено працездатний.

Відповідно визначеному експлуатаційному стану споруди стандартом

ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 передбачені такі узагальнені заходи:

Ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується

капітальний ремонт. Відповідно до дефектів конструкції обмежується

рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними

параметрами. За необхідності, розробляються спеціальні заходи

щодо забезпечення безаварійної експлуатації споруди.

7 Визначення залишкового ресурсу мосту після відновлення

Експлуатаційні стани конструктивних елементів після ліквідації дефектів

Група конструктивних елементів	Експлуатаційний стан	Надійність, Pt	Характерист. безпеки, β_i
Мостове полотно	1 - справний	0.999844	3.80
Прогонова будова	1 - справний	0.999844	3.80
Опори та опорні частини	2 - обмежено справний	0.998363	2.95
Фундаменти	2 - обмежено справний	0.998363	2.95
Підмостове русло	2 - обмежено справний	0.998363	2.95
Регуляційні споруди	-	-	-
Підходи	2 - обмежено справний	0.998363	2.95

Еквівалентні навантаження після відновлення, т/м

Показник	Схема навантаження	Еквівалентне навантаження		
		для M	для Q	для 2R
Проектні $q_e \times \text{КПР} \times D^*$	A11	13.20	15.03	8.62
	НК-80	16.00	18.67	10.67
	найбільше проектне	16.00	18.67	10.67
Експлуатаційні $p_e \times \text{КПР}$	A11	13.20	15.03	8.62
	НК-80	16.00	18.67	10.67

* $D = 1$

Від розглянутих рухомих навантажень найнебезпечнішим фактором є дія:

- для прогонів: згинального моменту від НК-80, при цьому: $q_e = 0,16$
 $p_e = 0,16$
- для опор: опорної реакції від НК-80, при цьому: $q_e = 0,11$
 $p_e = 0,11$

Зниження вантажопідйомності: $\delta = \left(1 - \frac{p_e}{q_e}\right) \cdot 100$
(- зниження; + запас міцності)

- для прогонів: $\delta = (1 - 0,16/0,16) \times 100 = 0,0\%$ (не знижена)
- для опор: $\delta = (1 - 0,11/0,11) \times 100 = 0,0\%$ (не знижена)

Експлуатаційний стан за вантажопідйомністю:

- для прогонів: справний (1).
- для опор: справний (1).

Остаточо для прогонів та опор прийнято найнижчий експлуатаційний стан за класифікацією дефектів та за вантажопідйомністю.

- для прогонів: справний (1).

- для опор: обмежено справний (2).

Залишковий ресурс елементів споруди після відновлення визначено із рівняння деградації елемента за відомою надійністю елементів після відновлення P_k та параметром інтенсивності відмов елементів до відновлення λ_e . Спочатку визначені віртуальні строки служби елементів T_v від початку експлуатації до стану $k=5$.

$$T_v = \frac{\lambda_{i1}}{\lambda_e},$$

де λ_{i1} - параметр інтенсивності відмов для $t=1$ (ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012, таблиця Г.1)

Далі визначено приріст строку служби (ресурсу), отриманий внаслідок відновлення:

$$T_d = t_i - T_v,$$

де t_i - дійсний час, що пройшов від початку експлуатації до стану i

З урахуванням отриманого приросту строку служби ресурс елемента після відновлення становитиме:

$$T_{res} = T_i + T_d,$$

де T_i - ресурс, обчислений для елемента в стані i (до відновлення)

Вихідні дані та результати розрахунків ресурсу приведені в таблиці:

Група конструктивних елементів	номер експлуатаційного стану після відновлення	P_k	λ_{i1}	λ_e	T_v	T_d	T_{res}	Залишковий ресурс $T_{res}-t_i$, років
Мост. полотно	1	0.9998	0.5000	0.0238	21	32	121	68
Прог. будова	1	0.9998	0.5000	0.0374	13	40	97	44
Опори, оп. част	2	0.9984	0.8525	0.0238	36	17	106	53
Фундаменти	2	0.9984	0.8525	0.0238	36	17	106	53
Підм. русло	2	0.9984	0.8525	0.0161	53	0	131	78
Рег. споруди	-	-	-	-	-	-	-	-
Підходи	2	0.9984	0.8525	0.0238	36	17	106	53

Після відновлення залишковий ресурс споруди в цілому оцінюється за найнижчим із показників залишкових ресурсів прогонових будов, опор,

фундаментів і складає

44 роки.

Після відновлення елементи споруди мають отримати нове значення параметра інтенсивності відмов λ_e :

$$\lambda_e = \frac{\lambda_{5,1}}{T_{res}}$$

де $\lambda_{5,1}$ - параметр інтенсивності відмов в стані 5 для часу $t=1$,

за таблицею Г.1 ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 $\lambda_{5,1} = \frac{2,098}{7}$

T_{res} - ресурс елемента після відновлення.

Розрахунки нового значення параметра інтенсивності відмов:

Група конструктивних елементів	$\lambda_{5,1}$	T_{res}	λ_e
Мостове полотно	2.0987	121	0.017
Прогонова будова	2.0987	97	0.022
Опори та опорні частини	2.0987	106	0.020
Фундаменти	2.0987	106	0.020
Підмостове русло	2.0987	131	0.016
Регуляційні споруди	-	-	-
Підходи	2.0987	106	0.020

Отримане значення λ_e в подальшому є паспортною характеристикою деградації елементів.

ВИСНОВКИ ТА НЕОБХІДНІ ЗАХОДИ

1) За результатами обстеження і випробування споруди встановлено:

- наявність і характер тріщин
- основні дефекти, причини їх виникнення та розвитку
- небезпечні руйнування, імовірна причина
- результати випробувань, характеристика пружної роботи конструкцій
- достатність габаритних параметрів
- достатність підмостового отвору

Отримані дані дозволяють виконати оцінку та прогнозування технічного стану мосту відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012, а також призначити необхідні експлуатаційні заходи.

2) На підставі отриманих даних та результатів їх обробки основні елементи мосту віднесено до таких експлуатаційних станів:

- проїзна частина: стан 3 - працездатний;
- прогонова будова: стан 4В - обмежено працездатний;
- опори та опорні частини: стан 3 - працездатний;
- фундаменти: стан 3 - працездатний;
- підмостове русло: стан 2 - обмежено справний;
- підходи: стан 3 - працездатний;

За рейтингом основних конструктивних елементів міст знаходиться у стані 4 - обмежено працездатний.

Експлуатаційний стан мосту в цілому за рейтингом та найнижчим з показників експлуатаційного стану прогонових будов, опор та фундаментів: 4 - обмежено працездатний.

3) Вантажопідйомність споруди визначається вантажопідйомністю прогонової будови. За вантажопідйомністю та характеристикою безпеки споруда здатна пропускати колони автомобілів з масою до 19 тонн.

На підходах до мосту слід встановити дорожні знаки 3.15 (18т).

Для умов експлуатації мосту під навантаження А11 та НК-80:

- прогонову будову на дію М необхідно підсилити на 105%;

Можливість пропуску великовагових транспортних засобів, незалежно від приведеної вантажопідйомності, слід перевіряти розрахунками в кожному конкретному випадку відповідно до колісної схеми, розподілу маси по осях та рекомендованого режиму руху.

4) Залишковий ресурс мосту (прогноз терміну безаварійної експлуатації) з урахуванням фактичного технічного стану основних елементів на час обстеження, який визначено з рівняння деградації елементів, складає 4 роки.

5) Споруда потребує проведення обстежень за спеціальним графіком та виконання капітального ремонту.

6) Після виконання капітального ремонту, за рекомендаціями цього звіту, розрахунковий приріст ресурсу складе 40 років і залишковий ресурс становитиме 44 роки. Ці дані слід враховувати при техніко-економічній оцінці варіантів ремонтно-відновлювальних робіт.

7) Результати прогнозу побудовані на припущенні, що після виконання капітального ремонту, міст буде експлуатуватись під навантаження А11 та НК-80, всі дефекти, які вказані у відомості дефектів, будуть усунені, а утримання мосту буде здійснюватись відповідно до вимог діючих норм експлуатації споруд.

6 ВИСНОВОК ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТУ ТА МОЖЛИВОСТІ ПРОПУСКУ ВЕЛИКОВАГОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В загальному випадку, Технічний стан конструкцій згідно п.4.6 ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022) Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів характеризується однією з п'яти категорій (Таблиця 4.1):

«1» - «Справний» – Елемент відповідає всім вимогам проекту та чинних норм експлуатації;

«2» - «Обмежено справний» – Елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги ані першої, ані другої груп граничних станів;

«3» - «Працездатний» – Елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги першої групи граничних станів. Можливе часткове порушення вимог другої групи граничних станів, якщо це не обмежує нормального функціонування споруди;

«4» - «Обмежено працездатний» – Можливе часткове порушення вимог першої групи граничних станів. Порушуються вимоги другої групи граничних станів. Споруда експлуатується в обмеженому режимі і вимагає спеціального контролю за станом її елементів;

«5» - «Непрацездатний» – Елемент не відповідає вимогам першої групи граничних станів і з'ясовується неможливість їх задоволення, що свідчить про необхідність припинення експлуатації споруди.

У період будівництва, експлуатації, поточних ремонтів основні будівельні конструкції об'єкта отримали дефекти і пошкодження, які детально наведені в зведених відомостях дефектів і пошкоджень конструкцій об'єкта та відображені на картах дефектів і пошкоджень конструкцій об'єкта та на відповідних фотоілюстраціях.

Дефектами будівництва та пошкодженнями, які накопичені за період експлуатації і які мають найбільший вплив на технічний стан об'єкта є:

- Руїнування асфальтового покриття моста (ями, вибоїни, тощо);
- Відсутність поручнів на мосту;
- Розриви сполучних елементів відбійних плит в місцях їх з'єднання, корозія сполучних елементів;
- Магістральні тріщини у відбійних плитах (розлом по перетину дефект БМР);
- Виколювання бетону відбійних плит на глибину до 80 мм з оголенням арматури;
- Виколювання окремих бутових каменів опорних конструкцій моста;
- Заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста;
- Вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста;
- Вимивання розчину вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста;
- Відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають бутову кладку опорних конструкцій моста;
- Прогини окремих залізобетонних плит до 40 мм;
- Тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-1. Систематичне замокання плит, корозія арматурних стержнів всередині бетону.
- Тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-2. Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 5%. + К1.
- Тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-3. Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 15% з виколюваннями бетону до 50 мм. + К1-К2.
- Тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-4. Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 30% з виколювання бетону і виключенням з роботи окремих стрижнів нижнього армування. + К1-К3.

Вищенаведені дефекти і пошкодження мають різний вплив на напружено-деформований стан основних будівельних конструкцій моста і є неприпустимими для нормальної експлуатації об'єкта в цілому, не кажучи про кінцеву мету – можливість безпечного пропуску великовагових транспортних засобів. Вищенаведені дефекти відносяться до категорії технічного стану «2 і 3», переважно є ушкодженнями, пов'язаними з некоректною технічною експлуатацією об'єкта.

Ресурс несучої здатності основних будівельних конструкцій при проектному навантаженні – Н-30, НК-80:

- **ПРОЛЬОТНА ЗБ ПЛИТА з ушкодженнями К-1...3** – 115% (задовольняють вимогам несучої здатності);
- **ПРОЛЬОТНА ЗБ ПЛИТА з ушкодженнями К-4** – 49% (НЕ ЗАДОВОЛЬНЯЮТЬ вимогам несучої здатності);
- **ПРОМІЖНА ОПОРА (бик)** – 103% (задовольняють вимогам несучої здатності);
- **БЕРЕГОВА ОПОРА (стоян)** – 115% (задовольняють вимогам несучої здатності).

Виходячи з переліченого вище списку, ресурс несучої здатності **основних будівельних конструкцій** моста при проектному навантаженні – Н-30, НК-80 близький до граничного за винятком окремих плит з ушкодженнями К-4, ресурс яких на вищенаведені навантаження перевищено.

Експлуатаційні стани та залишковий ресурс конструктивних елементів представлено у таблиці 6.1. Експлуатаційний стан мосту в цілому визначається по залізобетонних плитах категорії пошкодження **К-4**, стан яких є гіршим у порівнянні із іншими конструктивними елементами та їх пошкодженнями.

Технічний стан споруди в цілому оцінено за такими показниками:

- для залізобетонних плит з ушкодженнями К-1...3: працездатний (3).
- для залізобетонних плит з ушкодженнями К-4 (5 з 20 шт.): обмежено працездатний (4).
- для опор: працездатний (3).

Таблиця 6.1 – Зведена таблиця виконання умов експлуатаційної придатності та механічної стійкості

Група елементів	Плити К1...3	Плити К4	Опори	Русло	Рег. спор.	Підходи
Уточнений експлуатаційний стан	3	4	3	2	-	3
Вантажопідйомність 24 т., зокрема: за технічним станом 24 т. за характеристикою безпеки 24/77.						
Ресурс = 53 років, зокрема:	35	35	89	131	-	89
Залишковий ресурс = 0 р, зокрема:	8	0	36	78	-	36
Експлуатаційний стан споруди в цілому 3. зокрема: за станом основних елементів - 4 за рейтингом – 3.						
Залишковий ресурс після відновлення:		40	53	за найнижчим показником - 40		

В цілому технічний стан об'єкта згідно ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022), оцінюється як «4» – «обмежено працездатний» в силу наявності дефектів і пошкоджень категорії «К-4» в відповідальних будівельних конструкціях тип «А» за ДБН В.1.2-14-2018.

Споруда здатна пропускати колони автомобілів з масою до 24т. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022), якщо $P (H-30) \leq 25$ т., то вантажопідйомність приймається відносно навантаження Н-30.

Відповідно визначеному експлуатаційному стану споруди стандартом ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022) передбачені такі узагальнені заходи (згідно табл. 5.4):

- ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт. Відповідно до дефектів конструкцій обмежується рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами. За необхідності, розробляються спеціальні заходи забезпечення безаварійної експлуатації мосту.

Для виконання умов нормальної експлуатації об'єкта та зменшення категорійності його технічного стану (до «2» або «1») всі виявлені дефекти і пошкодження вимагають усунення.

З метою забезпечення надійності і довговічності обстежуваного об'єкта необхідно виконати «рекомендації».

Причиною виявлених в ході обстеження найбільш значущих дефектів і пошкоджень є:

- Руйнування покриття дороги у зв'язку із тріщинами асфальту які розвилися, прогинами перехідних плит, нерівностями установки або деформацій плит між собою, тощо;

- Вандальні дії (зрізання поручнів);

- У зв'язку із деформаціями відбійних плит, переміщення у сторону річки з обох боків, відсутність антикорозійного захисту конструкцій, відсутність приєднання до нижчележачих плит;

- Розтріскана навіпіл відбійна плита. Дефектна плита під час монтажу;

- Дефекти БМР;

- Відсутність зв'язності окремих каменів між собою та динамічний характер навантаження (вибоїни у покритті) разом із потоком води у річці (вимивання);

- Нанесення ґрунту із проїзної частини;

- Відсутність гідроізоляційного шару та відводу води від несучих конструкцій;

- Пошкодження арматури плит, переважно плити с пошкодженнями категорії К4;

- Корозія арматури всередині ЗБ елемента;

Для виконання умов нормальної експлуатації об'єкта та зменшення категорійності його технічного стану необхідно:

- Відновити асфальтне покриття мосту разом із гідроізоляційним шаром та підстилаючими шарами;

- Виконати проект на встановлення нових поручнів;

- Виконати рихтування відбійних плит, приварку відірваних частин;
- Виконати антикорозійний захист металевих конструкцій;
- Виконати зачистку оголених арматурних місць та бетону та обробити стержні перетворювачем іржі, виконати нанесення лакофарбного покриття по слою ґрунту;
 - Відновити вивалені камені, виконати скріплення каменів бутової стіни сітками для берегоукріплення;
 - Розчистка поверхні від заростання.
 - Виконати зачеканку вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста;
 - У комплексі з відновленням покриття, відводу вологи від плит та відновлення гідроізоляції виконати затирку волосяних тріщин по нижній грані плити;
 - У комплексі з відновленням покриття, відводу вологи від плит та відновлення гідроізоляції. Після пошкоджені місця зачистити від продуктів руйнування бетону і корозії арматури з подальшим нанесенням захисного покриття, що складається з двох шарів емалі ПФ-115 по шару ґрунту ГФ-021. Ділянки з відшарувалися захисним шаром необхідно обштукатурити цементним розчином з гідрофобизуючими добавками;
 - Обштукатурити цементним розчином з гідрофобизуючими добавками по штукатурної сітці Ø2мм з коміркою 50×50мм. Перед оштукатурюванням необхідно розчистити пошкоджені місця від продуктів руйнування бетону і корозії арматури;
 - Заходи щодо проекту підсилення плит (пошкодження К-3) у який необхідно включити такі заходи:
 - 1) Зачистити елементи від продуктів руйнування бетону і корозії арматури;
 - 2) Відновити втрачені корозією перетину арматурних стержнів;
 - 3) Забезпечити спільну роботу нових стержнів з тілом бетону;
 - 4) Пристреляти арматурну сітку Вр-I Ø5 з коміркою 50 × 50мм до поверхонь плит;

- 5) Забезпечити спільну роботу сітки, арматурних стержнів і старого бетону;
- 6) Відновити цілісність бетону плит цементним розчином методом пошарового торкретування;
- 7) Цементний розчин необхідно модифікувати гідрофобизуючими добавками, а також добавками, що поліпшують адгезію до старого бетону.

Подальша експлуатація будівельних конструкцій об'єкта обстеження в цілому може бути допущена за умови виконання ремонтно-відновлювальних робіт в повному обсязі, відповідно до даних рекомендацій, а також зменшенням граничного навантаження на споруду, до влаштування ремонтів та підсилення плит категорії К4, становить – 20 т.

Після виконання ремонтних робіт необхідно проведення повторного технічного огляду об'єкта спеціалізованою організацією для визначення можливості подальшої експлуатації.

ВИСНОВКИ

На підставі технічної документації та матеріалів інструментальних вимірювань при обстеженні встановлено, що об'єктом обстеження є двопрогоновий міст із залізобетону через річку Кам'янка на автомобільній дорозі загального користування місцевого значення Кіровоградської області.

Міст складається з наступних основних конструктивних елементів: Берегова опора (стоян); Проміжна опора (бик); Прольотна ЗБ плита; Бортова ЗБ плита.

Прольоти мосту (в чистоті) мають довжину 4,87 м і 5,0 м. Ширина проїжджої частини моста 7,94 м, ширина моста з бортовими плитами 9,83 м.

Проїжджа частина вистелена асфальтом різної товщини (в середньому 50 мм). Під асфальтовим покриттям дрібний щебінь з піском. Накладна монолітна плита відсутня. Зафіксовано просідання дорожнього одягу на підходах.

Пролітні елементи – збірні перехідні плити за серією 3.503-41 (встановлено при обстеженні, проектна документація відсутня). Збірні перехідні плити – шириною 98 см, довжиною 600 см, тип П-1-6. Збірні перехідні плити спираються на опори з бутового каменю. Опори двох типів: берегові 2 шт; проміжна 1 шт.

Висота опор (биків) становила 2,14 м від дна річки до низу перехідних плит. Опори з бутового каменю складені на розчині, фактична марка якого не може бути охарактеризована конкретним значеннями, і знаходиться в діапазоні величин, які відповідають маркам М0-М25. Опори облямовані арматурними стрижнями діаметром 10 мм А-III, крок облямівки 400-500 мм. Опори на 5 м виходять за межі моста і облямовують берегову лінію річки. Ширина берегових опор – 1 м, проміжної – 1,4 м.

По бортах моста встановлені плити такої ж серії що і перехідні, стягнуті між собою сталевими різками по контуру плит. До куточків стяжних контурів плит колись були приварені поручні (зрізані на момент обстеження).

Через відсутність проектної/виконавчої та іншої технічної документації основні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення були відтворені в цифровій формі за допомогою ПК Autodesk Revit на основі обмірювальних креслень під час виконання робіт.

Випробування залізобетонних і кам'яних конструкцій неруйнівними методами контролю (ультразвуковий метод) виконувалися на всіх плитах та вибірково по всій доступній площині бутової кладки (елементи категорії відповідальності конструкцій «А» – «В» за ДБН В.1.2-14:2018.

Аналіз результатів досліджень конструктивних елементів дозволив встановити фактичний клас бетону з/б плит:

- №1-6, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 – не нижче В20 (С16/20): М250;
- №7, 8, 11, 13, 15, 17 – не нижче В25 (С20/25): М350;
- №19 – не нижче В15 (С12/15): М200.

Проектна марка бетону з/б плит згідно з наявними даними – відсутня; Розташування і діаметри арматурних стержнів, геометричні характеристики і показники марки бетону показують відповідність збірній перехідній плиті за серією 3.503-41 (випокіювання з альбому серії додаються).

Фактична марка бутових каменів кладки опорних конструкцій – в діапазоні М350-450.

Показник міцності для розчину бутової кладки знаходяться в діапазоні 0,0 ... 9,0 МПа і в середньому становить 2,47 МПа – (М25).

Для більшості з/б плит захисний шар арматури – в межах допустимих відхилень. Діаметр арматурних стержнів з/б плит і їх крок, в місцях, де його можна виміряти, відповідає плиті за серією 3.503-41.

За результатами технічного обстеження складено зведені відомості дефектів і пошкоджень, основні з яких відображені на карті дефектів і пошкоджень конструкцій об'єкта та відповідних фотоілюстраціях.

Для оцінки фактичної несучої здатності об'єкта з урахуванням отриманих дефектів і пошкоджень, а також результатів натурних дослідів фактичних характеристик матеріалів, був виконаний аналіз НДС наступних

конструктивних елементів: ПРОЛЬОТНА ЗБ ПЛИТА; ПРОМІЖНА ОПОРА (бик); БЕРЕГОВА ОПОРА (стоян).

Аналіз НДС виконувався за допомогою програмних засобів – ПК ANSYS на основі МСЕ. Жорсткості скінченних елементів задавалися відповідно до існуючих вимірювань матеріалів і фактичних геометричних розмірів. Коефіцієнт надійності за відповідальністю при розрахунках прийнятий від класу наслідків (відповідальності) об'єкта (СС2) і категорії відповідальності конструкцій. Навантаження на конструктивні елементи збиралася згідно ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Навантаження та впливи. Мости та труби. Згідно завдання розрахунки виконано відповідно ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022).

Навантаження на з/б плиту приймалося за двома моделями навантаження:

- МОДЕЛЬ 1 – що моделює навантаження від рухомого складу за схемою АК - $v = 1,1 \text{ тс/м}$, $P = 9,81 \text{ К кН}$ ($P = 1 \text{ К тс}$) = $1 \times 11 = 11 \text{ тс}$;
- МОДЕЛЬ 2 – за схемою одиничного колісного навантаження НК-80 з навантаженням на вісь $P = 196 \text{ кН}$ (20 тс).

Аналіз результатів чисельного моделювання за моделлю 1 показав наступне:

- перевірка за згинаючим моментом від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 1,154 (тобто перевищення нормативних зусиль на 15,4%);
- перевірка за поперечною силою від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 0,523 (тобто плита використовується на 52,3%);
- розрахунок по другому граничному стану не виконаний, оскільки не виконуються умови міцності.

Аналіз результатів чисельного моделювання за моделлю 2 показав:

- перевірка за згинаючим моментом від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 2,04 (тобто перевищення нормативних зусиль на 104%);

- перевірка за поперечною силою від сумарного розподіленого навантаження показала коефіцієнт використання плити 1,156 (тобто перевищення нормативних зусиль на 15,6%);

- розрахунок по другому граничному стану не виконаний, оскільки не виконуються умови міцності.

Проміжна опора перевірялася на зусилля від опорних реакцій перехідних плит за двома моделями навантажень 1 і 2. Опора перевірялася, як позацентрово-стиснений стовп. Розрахунок виконаний за ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення з урахуванням СНиП II-22-81 оскільки: об'єкт обстеження та його частини проектувалися за старими нормами спираючись на використання механічних властивостей обробленого природного або тесаного каменю та згідно додатка Р табл. 7, розрахунковий опір бутової кладки на стиск 0,76 МПа.

Берегова опора перевірялася на зусилля від опорних реакцій перехідних плит за двома моделями навантажень 1 і 2.

Також після чисельного моделювання згідно завдання був виконаний розрахунок відповідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-23, що дозволило додатково підтвердити результати чисельного моделювання. Згідно розрахунків за рейтингом основних конструктивних елементів міст знаходиться у стані 4 – обмежено працездатний.

Вантажопідйомність споруди визначається вантажопідйомністю прогонової будови. За вантажопідйомністю та характеристикою безпеки споруда здатна пропускати колони автомобілів з масою до 19 тонн.

На підходах до мосту слід встановити дорожні знаки 3.15 (18т).

Для умов експлуатації мосту під навантаження А11 та НК-80: прогонову будову на дію М необхідно підсилити на 105%;

Можливість пропуску великовагових транспортних засобів, незалежно від приведеної вантажопідйомності, слід перевіряти розрахунками в кожному конкретному випадку відповідно до колісної схеми, розподілу маси по осях та рекомендованого режиму руху.

Залишковий ресурс мосту (прогноз терміну безаварійної експлуатації) з урахуванням фактичного технічного стану основних елементів на час обстеження, який визначено з рівняння деградації елементів, складає 4 роки.

Споруда потребує проведення обстежень за спеціальним графіком та виконання капітального ремонту.

Після виконання капітального ремонту, за рекомендаціями цього звіту, розрахунковий приріст ресурсу складе 40 років і залишковий ресурс становитиме 44 роки. Ці дані слід враховувати при техніко-економічній оцінці варіантів ремонтно-відновлювальних робіт.

Результати прогнозу побудовані на припущенні, що після виконання капітального ремонту, міст буде експлуатуватись під навантаження А11 та НК-80, всі дефекти, які вказані у відомості дефектів, будуть усунені, а утримання мосту буде здійснюватись відповідно до вимог діючих норм експлуатації споруд.

Дефектами будівництва та пошкодженнями, які накопичені за період експлуатації і які мають найбільший вплив на технічний стан об'єкта є:

- руйнування асфальтового покриття моста (ями, вибоїни, тощо);
- відсутність поручнів на мосту;
- розриви сполучних елементів відбійних плит в місцях їх з'єднання, корозія сполучних елементів;
- магістральні тріщини у відбійних плитах;
- виколювання бетону відбійних плит на глибину до 80 мм з оголенням арматури;
- виколювання окремих бутових каменів опорних конструкцій моста;
- заростання і забруднення верху опорних конструкцій моста;
- вимивання розчину бутового мурування опорних конструкцій моста;
- вимивання розчину вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста;

- відсутність спільної роботи арматурних стержнів які стягають бутову кладку опорних конструкцій моста;
- прогини окремих залізобетонних плит до 40 мм;
- тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-1. Систематичне замокання плит, корозія арматурних стержнів всередині бетону;
- тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-2. Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 5%. + К1;
- тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-3. Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 15% з виколуваннями бетону до 50 мм. + К1-К2;
- тип пошкодження ЗБ-перехідних плит К-4. Систематичне замокання плит, оголення і корозія арматурних стержнів до 30% з виколування бетону і виключенням з роботи окремих стрижнів нижнього армування. + К1-К3.

Вищенаведені дефекти і пошкодження мають різний вплив на НДС основних будівельних конструкцій моста і є неприпустимими для нормальної експлуатації об'єкта в цілому, не кажучи про кінцеву мету – можливість безпечного пропуску великовагових транспортних засобів. Вищенаведені дефекти відносяться до категорії технічного стану «2 і 3», переважно є ушкодженнями, пов'язаними з некоректною технічною експлуатацією об'єкта.

Ресурс несучої здатності основних будівельних конструкцій при проектному навантаженні – Н-30, НК-80:

- ПРОЛЬОТНА ЗБ ПЛИТА з ушкодженнями К-1...3 – 115% (задовольняють вимогам несучої здатності);
- ПРОЛЬОТНА ЗБ ПЛИТА з ушкодженнями К-4 – 49% (не задовольняють вимогам несучої здатності);
- ПРОМІЖНА ОПОРА (бик) – 103% (задовольняють вимогам несучої здатності);
- БЕРЕГОВА ОПОРА (стоян) – 115% (задовольняють вимогам несучої здатності).

Виходячи з переліченого вище списку, ресурс несучої здатності основних будівельних конструкцій моста при проектному навантаженні – Н-30, НК-80 близький до граничного за винятком окремих плит з ушкодженнями К-4, ресурс яких на вищенаведені навантаження перевищено.

Експлуатаційний стан мосту в цілому визначається по залізобетонних плитах категорії пошкодження К-4, стан яких є гіршим у порівнянні із іншими конструктивними елементами та їх пошкодженнями.

В цілому технічний стан об'єкта згідно ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022), оцінюється як «4» – «обмежено працездатний» в силу наявності дефектів і пошкоджень категорії «К-4» в відповідальних будівельних конструкціях тип «А» за ДБН В.1.2-14-2018.

Споруда здатна пропускати колони автомобілів з масою до 24 т. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022), якщо P (Н-30) ≤ 25 т., то вантажопідйомність приймається відносно навантаження Н-30.

Відповідно визначеному експлуатаційному стану споруди стандартом ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 (ДСТУ 9181:2022) передбачені такі узагальнені заходи: ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт. Відповідно до дефектів конструкцій обмежується рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами. За необхідності, розробляються спеціальні заходи забезпечення безаварійної експлуатації мосту.

Для виконання умов нормальної експлуатації об'єкта та зменшення категорійності його технічного стану необхідно:

- Відновити асфальтне покриття мосту разом із гідроізоляційним шаром та підстилаючими шарами;
- Виконати проект на встановлення нових поручнів;
- Виконати рихтування відбійних плит, приварку відірваних частин;
- Виконати антикорозійний захист металевих конструкцій;
- Виконати зачистку оголених арматурних місць та бетону та обробити стержні перетворювачем іржі, виконати нанесення лакофарбного покриття по слою ґрунту;

- Відновити вивалені камені, виконати скріплення каменів бутової стіни сітками для берегоукріплення;
- Розчистка поверхні від заростання.
- Виконати зачеканку вузлів обпирання залізобетонних плит на опорні конструкції моста;
- У комплексі з відновленням покриття, відводу вологи від плит та відновлення гідроізоляції виконати затирку волосяних тріщин по нижній грані плити;
- У комплексі з відновленням покриття, відводу вологи від плит та відновлення гідроізоляції. Після пошкоджені місця зачистити від продуктів руйнування бетону і корозії арматури з подальшим нанесенням захисного покриття, що складається з двох шарів емалі ПФ-115 по шару ґрунту ГФ-021. Ділянки з відшарувалися захисним шаром необхідно обштукатурити цементним розчином з гідрофобизуючими добавками;

Подальша експлуатація будівельних конструкцій об'єкта обстеження в цілому може бути допущена за умови виконання ремонтно-відновлювальних робіт в повному обсязі, відповідно до даних рекомендацій, а також зменшенням граничного навантаження на споруду, до влаштування ремонтів та підсилення плит категорії К4, становить – 20 т.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
2. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».
3. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 20 грудня 2006 р. №1764.
4. Постанова КМУ №257 від 12.04.2017 Про затвердження Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва.
5. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.
6. ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Поправка № 1 (ІПС № 5-2023).
7. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів».
8. ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Навантаження та впливи. Мости та труби.
9. ДБН В.2.3-6-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження та випробування.
10. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування.
11. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування.
12. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.
13. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1.

14. ДБН В.1.2-6-2021 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість».
15. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Бетони. Правила контролю міцності.
16. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності;
17. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю.
18. ДСТУ Б В.2.7-43-96 Бетони важкі. Технічні умови.
19. ДСТУ Б В.2.6-4-95 Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури.
20. ДСТУ Б В.2.6-210-2016 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій що експлуатуються.
21. ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення.
22. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
23. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.