

**Міністерство освіти і науки України**  
**Український державний університет науки і технологій**

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

ОС «бакалавр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Улаштування водопропускної труби як варіант відновлення автодорожнього мосту за освітньою програмою «Відновлення та будівництво штучних споруд на об'єктах національної транспортної системи»

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: MT2112

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

/ Микита СИДОРОВ /  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

\_\_\_\_\_  
(підпис)

/ ст. викл. Віталій МІРОШНИК /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_  
(підпис)

/ ст. викл. Віталій МІРОШНИК /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультант:

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

(назва розділу)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

/ проф. Олег САБЛІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

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

on the topic: Installation of a culvert as an option for restoring a road bridge  
according to educational curriculum Restoration and construction of artificial  
structures on the objects of national transport system

in the Specialization: 192 Building and civil engineering

(Specialization and its code )

Done by the student of the group: MT2112 / Mykyta SYDOROV /  
(name, surname)

Scientific Supervisor: /senior teacher Vitalii MIROSHNYK/  
(position, name, surname)

Normative controller : / senior teacher Vitalii MIROSHNYK /  
(position, name, surname)

Supervisor  
Occupational health  
and safety in emergencies  
/ professor Oleh SABLIN /  
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

**Міністерство освіти і науки України**  
**Український державний університет науки і технологій**

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Бакалавр»

Освітня програма: «Відновлення та будівництво штучних споруд на об'єктах національної транспортної системи»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

\_\_\_\_\_ **Олексій ТЮТКІН**

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата \_\_\_\_\_

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу

ОС «бакалавр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Сидорову Микиті Романовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Улаштування водопропускної труби як варіант відновлення автодорожнього мосту

Керівник роботи: Мірошник Віталій Анатолійович, PhD

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

затверджені наказом від \_\_\_\_\_ «03» березня 2025 р. № 328 ст

2. Строк подання студентом роботи: «16» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічний звіт із обстеження автодорожнього мосту та інженерно-геодезичні вишукування.

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

Вступ. Розділ 1. Коротка характеристика мосту та його склад. Розділ 2. Дефекти мосту. Розділ 3. Визначення вантажопідйомності прогонових будов. Розділ 4. Конструктивні рішення при будівництві водопропускної труби. Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

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

Лист 1. Демонтаж конструкцій існуючого мосту. Лист 2. Влаштування водопропускної труби. Лист 3. Фасади та перерізи водопропускної труби. Лист 4. Конструкція монолітних фундаментів Ф-1 та Ф-2.

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	проф. О. І. Саблін		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Коротка характеристика мосту та його склад. Розділ 2. Дефекти мосту.	28.04.2025 – 04.05.2025	
2	Розділ 3. Визначення вантажопідйомності прогонових будов.	19.05.2025 – 25.05.2025	
3	Розділ 4. Конструктивні рішення при будівництві водопропускної труби. Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Оформлення ВКР.	09.06.2025 – 15.06.2025	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	16.06.2025 – 22.06.2025	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	23.06.2025	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	24.06.2025 – 29.06.2025	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Микита СИДОРОВ

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Віталій МІРОШНИК

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

66 стор., 45 рисунків, 7 табл., 18 літературних джерел.

**Об'єкт розробки** – малий залізобетонний міст.

**Мета роботи** – розробка проекту капітального ремонту малого залізобетонного мосту на автодорозі Р-86.

**Метод дослідження** – чисельний метод розрахунку вантажопідйомності прогонових будов.

В бакалаврській роботі виконано аналіз технічного стану мосту та визначено вантажопідйомності прогонових будов. Прийнято рішення по заміні малого автодорожнього мосту на водопропускну трубу.

Відповідно до типового проекту серії 3.501.1-177.93 та даних обстеження було підібрано отвір водопропускної труби, тип фундаментів та основи під них. Виконано розбирання конструкцій мосту.

Розроблений проект будівництва заміни малого автодорожнього мосту на водопропускну трубу із ланок ЗП 13.100 та відкісних стінок СТ 1 л(п) та СТ 3 л(п). Розроблені креслення по влаштуванню водопропускної труби та виготовленню монолітних фундаментів Ф-1 та Ф-2. Розроблені основи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Ключові слова:** МОНОЛІТНА ПРОГОНОВА БУДОВА, КАМ'ЯНІ ОПОРИ, ДЕФЕКТИ МОСТУ, МАЛИЙ АВТОДОРОЖНІЙ МІСТ, ВОДОПРОПУСКНА ТРУБА, РОЗРАХУНКУ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ, ЗБІРНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ ЕЛЕМЕНТИ, ЗАСИПКА ТРУБИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА МОСТУ ТА ЙОГО СКЛАД .....	9
1.1 Загальні дані .....	9
1.2 Прогонові будови.....	10
1.3 Опори та опорні частини.....	11
1.4 Мостове полотно та експлуатаційні облаштування .....	12
1.5 Підходи до мосту та підмостова зона .....	14
РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ МОСТУ .....	16
2.1 По прогонових будовах .....	16
2.2 По фундаментах .....	19
2.3 По опорах .....	19
2.4 По мостовому полотну .....	23
2.5 По підходах до мосту та підмостовій зоні.....	24
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ .....	27
3.1 Загальні дані .....	27
3.2 Розрахунок прогонової будови для пропуску сучасного тимчасового навантаження.....	29
3.2.1 Визначення зусиль від постійного навантаження в плитах прогонової будови.....	29
3.2.2 Визначення зусиль від тимчасового навантаження в плитах прогонової будови.....	32
3.2.3 Розрахунок несної здатності нормального перерізу плити прогонової будови.....	40
3.3 Висновок: .....	42
РОЗДІЛ 4 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ВОДОПРОПУСКНОЇ ТРУБИ.....	44
4.1 Основні положення .....	44
4.2 Конструктивні рішення .....	45

4.3 Дорожня частина, підходи до мосту .....	53
4.3.1. Загальні відомості .....	53
<b>РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>54</b>
5.1 Основні небезпечні виробничі фактори.....	54
5.2 Роботи, що виконуються на об'єкті .....	56
5.3 Експлуатація машин і обладнання .....	57
5.4. Дії працівників та роботодавця в разі настання нещасного випадку .....	60
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>62</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>64</b>

## ВСТУП

Перетин повноводних рік вимагає будівництва мостових споруд, але найчастіше дорожники стикаються з невеликими водними потоками, які простіше пропустити крізь земляні насипи трубами. Це на порядок простіше та швидше, чим спорудження мостів і зберігає безперервність дорожнього полотна. Укладання водопропускних труб не вимагає зміни дорожнього покриття, їх встановлюють у будь-яких поєднаннях плану та профілю дороги.

Водопропускні споруди виготовляють із бетону, залізобетону, металу або полімерів; вони бувають різних форм і розмірів, можуть включати кілька труб. Залежно від ґрунтових умов труби зміцнюють фундаментом, а укіс насипу оголовками по кінцях споруди. По роботі поперечного перерізу виробу розрізняють на безнапірні, напівнапірні або напірні (якщо труба працює повним перерізом по всій довжині).

У давнину водопропускні труби споруджувалися в основному з каменю або бетону. Потім інженери розробили технологію заводського збирання залізобетонних труб. Конструктивні елементи постійно вдосконалювалися: з'являлися нові типи фундаментів та оголовків споруд, водовідвідних лотків та ланок труб.

З металевими трубами дорожники працювали і в XIX столітті, але вони застосовувалися в дуже обмеженій кількості, переважно на залізниці. У піддатливих сталевих трубах вертикальний тиск порівняно за силою з горизонтальним, що значно покращує їхню роботу під насипами.

Сталеві гофровані водопропускні труби поступово стали альтернативою залізобетонним конструкціям. Найбільшого поширення набули збірні металеві вироби із круглим замкнутим контуром: вони економічні, мають найбільшу конструктивну міцність і тому підходять для встановлення під високими насипами. Але залізобетон, будучи набагато міцнішим, застосовувався все-таки частіше.

## РОЗДІЛ 1

### КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА МОСТУ ТА ЙОГО СКЛАД

#### 1.1 Загальні дані

Автодорожній міст через суходіл знаходиться на км 94+840 автомобільної дороги загального користування державного значення Р-86 Гуків-Дунаївці-Могилів-Подільський у с. Каскада Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Категорія автомобільної дороги – III.

Підмостовий габарит – 1,55 м.

Тип споруди – балочно-розрізна, із монолітного залізобетону. Поздовжня схема 1х3,2 м.

В плані міст розташований кривій  $R=190$  м. А в профілі на поздовжньому ухилі 56,6‰.

Загальна довжина моста 3,2 м. Габарит проїзної частини по ширині Г9,33 плюс тротуар ліворуч за ходом кілометрів 0,8 м. Праворуч виконане узбіччя шириною 1,53-1,93 м та влаштоване парапетне огороження з блоку ФБС. Загальна ширина мостового полотна – 10,85 м.

Отвір моста 1,97 м.

Проектне розрахункове навантаження Н-13 і НГ-60.

Міст побудований у 1956 р., проєктна та будівельна організація невідомі.

Балансоутримувачем споруди є Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Хмельницькій області. Обслуговуюча організація – Дунаєвецька ДЕД.

На підходах до мосту дорожні знаки, які б обмежували швидкість руху автотранспорту чи вантажопідйомність, відсутні.

На рис. 1.1 наведено загальний вид мосту, а на рис. 1.2 вказане місцеположення мосту на карті Хмельницької області у с. Каскада Кам'янець-Подільського району Хмельницької області (GPS 48.822866, 27.282625). Схема (план, фасад і розрізи) мосту наведені на аркуші 1.



Рис. 1.1. Загальний вид мосту ліворуч по ходу кілометрів

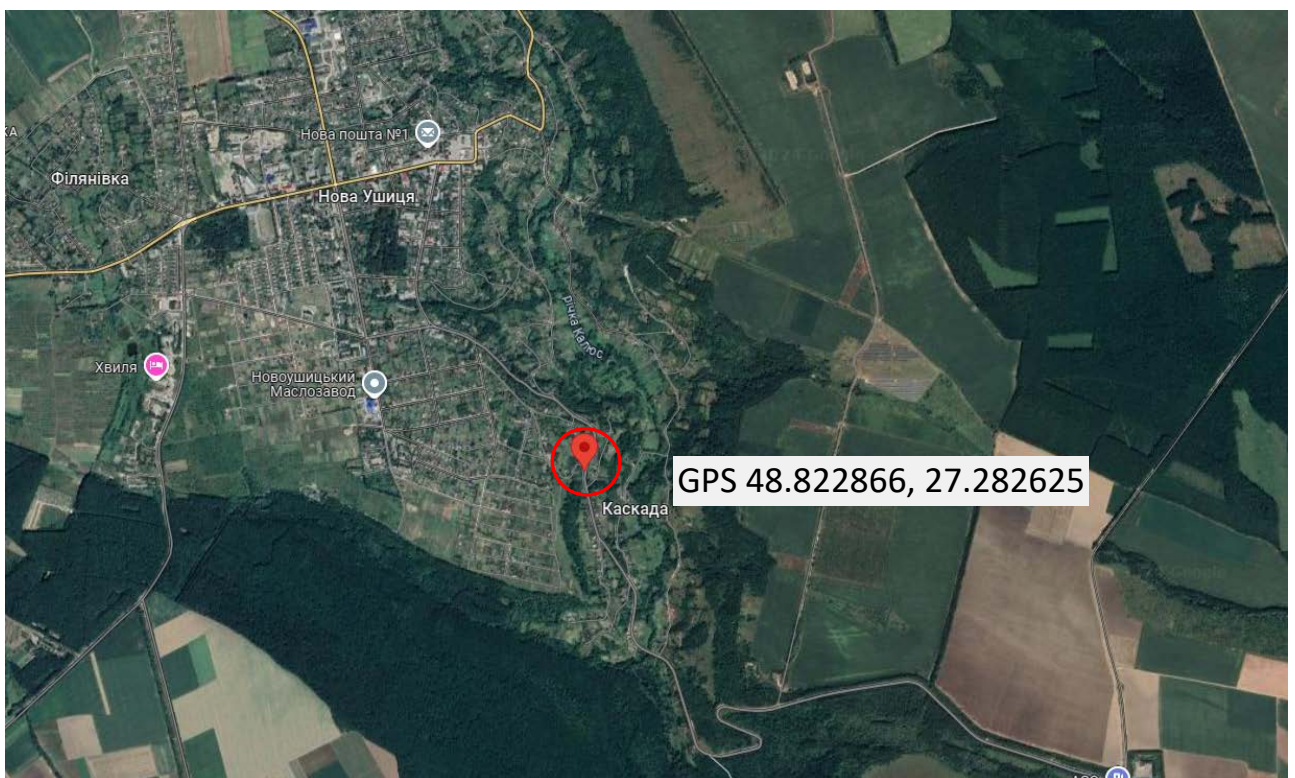


Рис. 1.2. Викопіювання із карти Хмельницької області з позначенням координат моста (Google maps)

## 1.2 Прогонові будови

Прогонові будови 0-1 – залізобетонні монолітні із плит суцільного перерізу. У поперечному напрямку встановлено три плити суцільного перерізу.

Плита П1 – монолітна плита суцільного перерізу загальною шириною 4,42 м з тротуарною консоллю шириною 0,54 м. Загальна висота плити П3 - 0,38 м. Плита П2 – монолітна плита суцільного перерізу шириною 3,38 м. П3 – монолітна плита суцільного перерізу ширина – 2,03 м, висота – 0,25 м. Між плитами П2 та П3 проміжок шириною 1,0 м перекрито металевими профільними балками W-подібного перерізу бар'єрного огороження.

Розрахункове навантаження Н-13, НГ-60.

Вид на прогонову будову 0-1 знизу наведено на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Вид на прогонову будову 0-1 знизу

### 1.3 Опори та опорні частини

Опорні частини – відсутні.

Стояни мосту та фундаменти №0 і №1 – масивні опори-стілки. Опори складаються з двох частин. Опори під плитами П1 та П2 з кам'яної кладки шириною 8,62 м та висотою від 1,68 м до 2,2 м. Поверх кам'яної кладки влаштований залізобетонний оголовок висотою 0,22 м та шириною 7,97 м. З низової сторони мосту влаштовані відкритки з кам'яної кладки 2,5x0,4 м висотою до 2,0 м. За відкритками на відстані 0,6 м, для гасіння енергії потоку води, влаштований двоступінчастий перепад. Перший перепад висотою 0,6 м та

довжиною 1,6 м, другий висотою 0,5 м. Двохступінчастий перепад виконаний із кам'яної кладки.

Опори під плитою ПЗ з блоків ФБС шириною 2,38 м. З верхової сторони мосту влаштована підпірна стінка з блоків ФБС шириною 2,38 м, товщиною 0,4 м та висотою 1,74 м.

Загальна ширина опори 11,0 м.

Загальний вид стояна №1 наведено на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Загальний вид стояна №1

#### **1.4 Мостове полотно та експлуатаційні облаштування**

Габарит проїзної частини по ширині 7,93 м плюс тротуар ліворуч за ходом кілометрів 0,8 м. Праворуч виконане узбіччя шириною 1,53-1,93 м та влаштоване парапетне огороження з блоку ФБС. Загальна ширина мостового полотна – 10,85 м.

Ширина асфальтобетонного покриття становить 7,8 м.

Вид на проїзну частину мосту наведено на рис.1.5.



Рис. 1.5. Загальний вид на проїзну частину мосту зі сторони м. Дунаївці

Пішохідний тротуар ліворуч по ходу кілометрів – є консоллю монолітної плити П1. Покриття на тротуарі – асфальтобетон товщиною до 15 см. Тротуар відокремлений від проїзної частини бортовим каменем шириною 12 см.

Поручнева огорожа – металева, висотою 92 см. Горизонтальні елементи виконані із труби  $\varnothing 20$  мм, стійки залізобетонні 160x160 мм.

На рис. 1.6 наведено вид на тротуар і поручнєве огородження ліворуч по ходу кілометрів.



Рис. 1.6. Тротуар та поручнєве огородження ліворуч по ходу кілометрів

Транспортне огороження на мосту ліворуч за ходом кілометрів – відсутнє. Праворуч – з блоку ФБС розміром 2,38x0,4x0,58(h), що розташований безпосередньо на монолітній плиті ПЗ прогонової будови.

Відведення атмосферної води з поверхні проїзної частини здійснюється за рахунок поздовжнього та поперечного профілю мосту.

Над опорами №0 та №1 влаштовані деформаційні шви закритого типу.

Освітлення на мосту відсутнє.

### **1.5 Підходи до мосту та підмостова зона**

Підходи до мосту є автомобільною дорогою державного значення Р-86 Гуків-Дунаївці-Могилів-Подільський. Категорія автомобільної дороги – III.

Ширина автодороги на підходах до мосту:

- зі сторони м. Дунаївці становить 8,0 м;
- зі сторони м. Могилів-Подільський становить 7,7 м.

Підхід до мосту зі сторони м. Дунаївці та м. Могилів-Подільський наведено на рис. 1.7 та 1.8 відповідно.

Покриття проїзної частини на підходах – асфальтобетон.

Перехідні плити – відсутні.

На проїзній частині підходів мало помітна горизонтальна дорожня розмітка 1.1 (вузька суцільна лінія).



Рис. 1.8. Підхід до мосту зі сторони м. Дунаївці



Рис. 1.9. Підхід до мосту зі сторони м. Могилів-Подільський

На підході до мосту дорожні знаки, які б обмежували швидкість руху автотранспорту чи вантажопідйомність, відсутні.

Транспортна огорожа на підходах до мосту ліворуч за ходом кілометрів – тросове на залізобетонних стійках, крок стійок – 4,0 м. Праворуч – відсутнє. Пішохідні тротуари влаштовані тільки ліворуч.

Підходи мають одностороннє (ліворуч автопроїзду) електроосвітлення, змонтоване на залізобетонних опорах.

Конуси насипів біля опор №0 та №1 укріплені посівом трав.

## **РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ МОСТУ**

Обстеження автодорожнього мосту виконане у липні 2024 року у відповідності до вимог ДБН В.2.3-6:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування», ДСТУ 9123:2021 «Настанова з обстеження та випробування мостів і труб» та інших нормативних документів.

Головним завданням обстеження було визначення фактичного фізичного стану конструкцій мосту, підходів до нього і відповідності їх встановленим нормативним вимогам.

При обстеженні мосту виконані наступні основні види робіт:

- освідчення усіх елементів споруди в натурі;
- контрольні виміри і інструментальна зйомка;
- контроль якості і міцності бетону неруйнівними методами;
- виявлення і фотофіксація наявних дефектів.

В склад об'єкту обстеження включені наступні комплекси:

- проїзна частина на мосту і підходів з обмежувальними пристосуваннями;
- прогонові будови;
- опори;
- підмостова зона.

Обстеження виконувалось візуально з використанням найпростіших вимірювальних приладів: лінійки, метра, рулетки. Виконувалась ескізна зарисовка і фотографування конструкцій і елементів автодорожнього мосту, а також дефектів і розладнань в них.

### **2.1 По прогонових будовах**

При обстеженні прогонової будови мосту виявлені наступні дефекти:

1. Зелені плями, сліди замокання, вилуговування бетону по монолітній прогоновій будові П1 та П3 (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Зелені плями, сліди замокання, вилугування бетону по монолітній прогоновій будові ПЗ

2. Відсутня плита прогонової будови між плитами П2 та П3 (рис. 2.2).
3. Відшарування захисного шару бетону із оголенням та корозією арматури по низу плит П1 та П3 (рис. 2.2 та рис. 2.3).



Рис. 2.2 Відсутня плита прогонової будови між плитами П2 та П3, відшарування захисного шару бетону із оголенням та корозією арматури по низу плити П3



Рис. 2.3. Відшарування захисного шару бетону із оголенням та корозією арматури по низу плити П1

4. Руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури по бічній поверхні монолітної прогонової будови П2 зі сторони плити П3 (див. рис. 2.2 та рис. 2.4).



Рис. 2.4. Руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури по бічній поверхні монолітної прогонової будови П2 зі сторони плити П3

5. Брудні та зелені патьоки по боковій поверхні монолітної плити П1 ліворуч по ходу кілометрів та по плиті П3 прогонової будови праворуч по ходу кілометрів (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Брудні, зелені патьоки по боковій поверхні плити П3 прогонової будови праворуч по ходу кілометрів

## 2.2 По фундаментах

При обстеженні мосту виявлено тріщини з розкриттям в напрямку фундаменту, що свідчить про наявність тріщин та просідання фундаментів опор №0 та №1 (див. рис. 2.8). Окрім цього перезволоження та дія знакозмінних температур призводить до вилуговування цементного розчину та пошкодження тіла фундаменту.

Наявність дефектів та низка непрямих ознак свідчать, що фундаменти перебувають у експлуатаційному **стані 4 – обмежено працездатний**.

## 2.3 По опорах

Виявленні наступні дефекти і пошкодження на опорах мосту №0 та №1:

1. Патьоки зеленого кольору по поверхні кам'яної кладки та блоків ФБС опор №0 і №1 та відкритків (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Патьоки зеленого кольору по поверхні кам'яної кладки опори №0  
2. Вертикальна тріщина по кам'яній кладці в зоні стикування опор  
№№0, 1 та відкрилків з низової сторони моста (рис. 2.7).

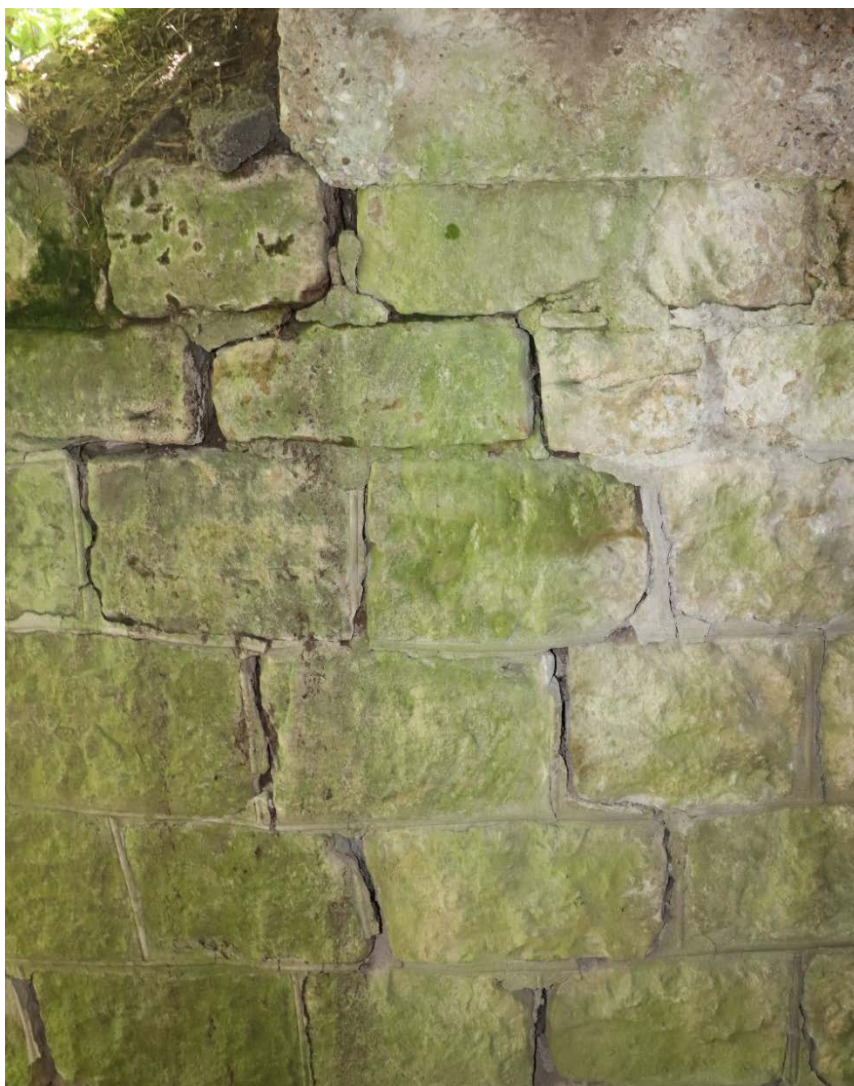


Рис. 2.7. Вертикальна тріщина по кам'яній кладці в зоні стикування опори  
№1 та відкрилка

3. Вертикальна тріщина в тілі кам'яної опори №1, що перетинає шви кладки (рис 2.8). Причина появи дефекту – нерівномірне просідання споруди.



Рис. 2.8. Вертикальна тріщина в тілі кам'яної опори №1, що перетинає шви кладки

4. Вивітрювання і вимивання цементного розчину з кам'яної кладки опор №0 та №1 в місцях поздовжніх стиків між плитами прогонових будов (рис. 2.9). Під дією постійного зволоження і висихання цементного розчину, замороження та відтавання, в цементному розчині відбуваються процеси руйнування структури і вимивання його складових. Дефект впливає на надійність і довговічність конструкції. Для усунення вказаного дефекту і відновлення експлуатаційних характеристик стоянів №0 та №1 необхідно відновити кам'яну кладку стоянів №0 та №1 і відновити захисний шар бетону. Бетонну поверхню захистити спеціальними сумішами від корозії.



Рис. 2.9. Вивітрювання і вимивання цементного розчину з кам'яної кладки опори №1

5. Утворення грибка і моху на відкритках з низової сторони та на бічній поверхні блоків ФБС з верхової сторони опор №0 та №1 (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Утворення грибка і моху на відкритках опори №1 з верхової сторони мосту

## 2.4 По мостовому полотну

При обстеженні мостового полотна виявлені наступні дефекти і пошкодження.

1. Зруйнована поручнева огорожа ліворуч за ходом кілометрів (рис. 2.11).
2. Наноси ґрунту та порослі бур'яну праворуч і ліворуч проїзної частини мосту (див. рис. 2.11).



Рис. 2.11. Зруйнована поручнева огорожа ліворуч за ходом кілометрів, наноси ґрунту та порослі бур'яну ліворуч проїзної частини мосту

3. Відстуній пішохідний тротуар праворуч за ходом кілометрів (рис. 2.11). Впливає на безпеку руху пішоходів.
4. Невелика колійність асфальтобетонного покриття проїзної частини мосту (рис. 2.12).
5. Вибоїни, руйнування асфальтобетонного покриття на проїзній частині мосту (рис. 2.12).
6. Поперечна тріщина на проїзній частині мосту в місці влаштування деформаційного шва на опорі №1 (див. рис. 2.12).



Рис. 2.12. Відстуній пішохідний тротуар праворуч за ходом кілометрів, невелика колійність, вибоїни, руйнування асфальтобетонного покриття на проїзній частині мосту, поперечна тріщина на проїзній частині мосту в місці влаштування деформаційного шва на опорі №1

## 2.5 По підходах до мосту та підмостовій зоні

При обстеженні підходів та підмостової зони виявлені наступні дефекти і пошкодження.

1. Невелика колійність асфальтобетонного покриття проїзної частини мосту (рис. 2.13).
2. Тросове транспортне огороження ліворуч частково зруйновано..
3. Поодинокі тріщини в асфальтобетонному покритті проїзної частині підходів до мосту (див. рис. 2.13).
4. Провали ґрунту на опорах №0 та №1 біля тротуару ліворуч за ходом кілометрів (рис. 2.14).



Рис. 2.13. Невелика колійність, поодинокі тріщини в асфальтобетонному покритті проїзної частині



Рис 2.14. Провали ґрунту на опорі №0 біля тротуару ліворуч за ходом кілометрів

5. Завал підмостового простору камінням та сміттям (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Завал підмостового простору камінням та сміттям.

Експлуатаційні стани конструктивних елементів мосту, визначені за результатами обстеження у липні 2024 р., за класифікаційними таблицями ДСТУ 9181:2022 наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Група конструктивних елементів	Експлуатаційний стан	Надійність, Pt	Характеристика безпеки, bi
Мостове полотно	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9706	1,89
Прогонові будови	Стан 5 - непрацездатний	0,9584	1,74
Опори	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9798	2,05
Фундамент	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9798	2,05
Підходи	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9798	2,05

Експлуатаційний стан моста класифікується як найнижчий із показників експлуатаційних станів елементів визначальної групи (прогонової будови, опор, фундаментів), і приймається як **стан 5 – непрацездатний**.

## РОЗДІЛ 3

### ВИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

#### 3.1 Загальні дані

Визначення вантажопідйомності прогонових будов моста визначалося розрахунковим шляхом (з урахуванням їх стану) відповідно до вимог і положень ДСТУ 9181:2022 «Настанови з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів», ДБН В.1.2-15:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи», ВСН 32-89 і ін. чинних нормативних документів.

Розрахунок вантажопідйомності прогонових будов виконується на основі реальних розмірів елементів споруди, механічних характеристик матеріалів та опису наявних дефектів, зафіксованих у результаті обстеження.

Згідно ДСТУ 9181:2022 вантажопідйомність визначають відносно характеристик тимчасових рухомих навантажень:

- колон навантажень Н-30, які встановлюють на лінії впливу зусиль та в поперечному перерізі;
- автомобільного навантаження за схемою АК;
- одиничного колісного транспортного засобу НК-80 або НК-100.

Вантажопідйомність прогонових будов встановлюють порівнянням зусиль у перерізах елементів з граничними значеннями. Повинна задовольнятися нерівність:

$$S_{gp} \geq S_{тим}$$

де  $S_{gp}$  - граничне зусилля (несуча здатність) перерізу на дію тимчасового рухомого навантаження;

$S_{тим}$  - зусилля від тимчасових рухомих навантажень, що розглядаються.

Граничне зусилля  $S_{gp}$  визначається за формулою:

$$S_{gp} = S - S_{пост};$$

Де  $S$  - повне граничне зусилля, що визначене на основі натурних розмірів елементів споруди, механічних характеристик матеріалів та з урахуванням

наявних дефектів;  $S_{пост}$  - зусилля від всіх постійних та додаткових проектних навантажень.

Якщо нерівність не задовольняється, тобто  $S_{сп} < S_{тим}$ , то обчислюється величина зниження вантажопідйомності  $\delta$  (у відсотках), за якою класифікується експлуатаційний стан.

Значення  $\delta$  обчислюється за формулою:

$$\delta = \left( 1 - \frac{S_{сп}}{S_{тим}} \right) \cdot 100$$

Вантажопідйомність прогонової будови:

$$P = \frac{S_{сп} - S_{пост} - S_{тр}}{S_{тим}} \cdot H$$

Зусилля в конструкціях від тимчасового навантаження визначається відповідно до вказівок чинних норм на проектування мостів щодо порядку завантаження проїзної частини. Згідно ДБН В.1.2-15:2009 коефіцієнти  $s_1$  по смугам приймаються:

Для розподіленого навантаження АК:

- першої смуги –  $s_1 = 1,0$ ;
- другої смуги і всі наступні –  $s_1 = 0,6$ ;
- для всіх додаткових смуг навантажень –  $s_1 = 0,25$ .

Для тандемів навантаження АК:

- першої і другої смуги –  $s_1 = 1,0$ ;
- третьої –  $s_1 = 0,75$ ;
- четвертої –  $s_1 = 0,5$ ;
- п'ятої і далі –  $s_1 = 0,0$ .

Де перша смуга – це смуга навантаження якої створює найбільш несприятливий ефект.

Сучасні навантаження на міст на автомобільних дорогах категорії III складає:

- розподілене навантаження А-15;
- одиночне навантаження НК-100.

## 3.2 Розрахунок прогонової будови для пропуску сучасного тимчасового навантаження

### 3.2.1 Визначення зусиль від постійного навантаження в плитах прогонової будови

Серед складових частин прогонової будови найкритичнішою, будуть смуги бар'єрного огороження, що знаходяться між плитами П2 і П3, тому виконуємо розрахунок саме для них.

Розрахункове зусилля від постійного навантаження визначають з урахуванням усіх постійних навантажень, а саме: власної ваги конструкцій, тиску ґрунту або води, температурного навантаження, зусиль від нерівномірної осадки опор тощо. До розрахунків характеристичні значення постійних навантажень вводять з урахуванням коефіцієнтів надійності згідно з вимогами чинних норм проектування мостів.

Для визначення згинальних моментів, що виникають у плитах прогонової будови від постійного навантаження – власної ваги несних елементів та експлуатаційного облаштування – проводиться збір постійних навантажень на 1 погонний метр довжини моста. Оскільки критичним буде проміжок зі смугою бар'єрного огороження, збираємо навантаження саме на нього. Поперечний переріз ділянки прогонової будови наведено на рис. 3.1. Збір навантажень проведено у таблиці 3.1.

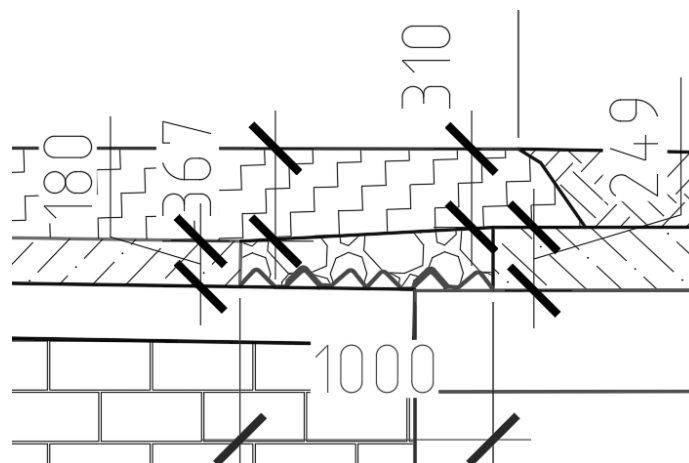


Рисунок 3.1. Поперечний переріз ділянки прогонової будови моста зі смугою

Згідно з табл. 6.2 ДБН В.1.2-15 коефіцієнти надійності прийняті рівними:

- $\gamma_f = 2$  – для ваги шпонкових швів, плит прогонової будови та тротуарних блоків;
- $\gamma_f = 1,25$  – для ваги вирівнюючого шару, асфальтобетонного покриття проїзної частини та тротуарів.

Оскільки об'єднання смуги БО з плитам фактично відсутнє, та смуга БО має низьку поперечну жорсткість, збираємо навантаження безпосередньо на неї.

Таблиця 3.1. Збір постійних навантажень на прогонову будову моста

№	Навантаження	Характ. значення, кН/м	К-т надійності $\gamma_f$	Розрах. значення, кН/м
1	Шари дорожнього одягу середньою товщиною 33,8 см площа $A = 1,0 \times 0,338 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	7,77	2	15,55
2	Заповнення середньою товщиною 18 см площа $A = 1,0 \times 0,18 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	4,14	1,25	5,18
3	Смуги прогонової будови площа $A = 0,002 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 78,5 \text{ кН/м}^3$ кількість $n = 12$ шт	0,63	1,25	0,79
4	<b>Навантаження на ділянку <math>\Sigma</math></b>	<b>12,54</b>	–	<b>21,51</b>

За результатами розрахунку визначені такі постійні навантаження на ділянку:

- характеристичне постійне навантаження  $g_{пост,хар} = 12,54 \text{ кН/м}$ ;
- розрахункове постійне навантаження  $g_{пост} = 21,51 \text{ кН/м}$ .

Прогонова будова моста – статично розрізна із загальною довжиною прогону 3,2 м. За розрахункову довжину прогону приймаємо 2,42 м у відповідності до промірів. При завантаженні статично розрізного прогону рівномірно розподіленим навантаженням максимальний згинальний момент обчислюється за формулою:

$$M = q \times \frac{l_p^2}{8}, \quad (3.1)$$

де  $q$  – рівномірно розподілене навантаження;

$l_p$  – довжина розрахункового прогону розрізної балки.

Тоді розрахунковий згинальний момент від постійного навантаження складає:

$$M = 1,1 \cdot q \times \frac{l_p^2}{8} = 1,1 \cdot (21,51) \cdot \frac{2,42^2}{8} = 17,3 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.2)$$

В даному розрахунку коефіцієнт надійності за відповідальністю приймаємо для класу наслідків СС2 та категорії відповідальності А, а саме 1,1 при розрахунку за першою групою граничних станів, оскільки міст знаходиться на дорозі державного значення.

Оскільки вірогідні дані щодо конструкції прогонової будови наразі відсутні, для подальшого визначення вантажопідйомності методом порівняння розрахункових норм, визначимо зусилля від постійних навантажень на плиту за нормативами та конструкційними вимогами, що були актуальні на час проектування мосту. За норматив проектування приймемо СН-200-62, оскільки, найімовірніше, дані конструкції були введені в експлуатацію у 1980-ті роки (про що нема даних), і були розраховані за методом граничних станів, а не допустимих напружень.

Таблиця 3.2. Збір постійних навантажень на прогонову будову моста

№	Навантаження	Характ. значення, кН/м	К-т надійності $\gamma_f$	Розрах. значення, кН/м
1	Шари дорожнього одягу середньою товщиною 15 см площа $A = 1,0 \times 0,15 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	3,45	1,5	5,17
2	Заповнення середньою товщиною 18 см площа $A = 1,0 \times 0,18 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	4,14	1,1	4,55
3	Смуги прогонової будови площа $A = 0,002 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 78,5 \text{ кН/м}^3$ кількість $n = 12$ шт	0,63	1,1	0,69
4	<b>Навантаження на ділянку <math>\Sigma</math></b>	<b>8,22</b>	–	<b>10,41</b>

За результатами розрахунку визначені такі постійні навантаження на ділянку:

- характеристичне постійне навантаження  $g_{\text{пост,хар}} = 8,22 \text{ кН/м}$ ;
- розрахункове постійне навантаження  $g_{\text{пост}} = 10,41 \text{ кН/м}$ .

Тоді розрахунковий згинальний момент від постійного навантаження складає:

$$M = q \times \frac{l_p^2}{8} = (10.41) \cdot \frac{2,42^2}{8} = 7.62 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.2)$$

### 3.2.2 Визначення зусиль від тимчасового навантаження в плитах прогонової будови

Для визначення вантажопідйомності прогонової будови визначаються зусилля від перспективних навантажень А15 і НК-100 для дороги III категорії, та навантажень Н-30 і Н-40, також визначені зусилля від проектних навантажень Н-30 і НК-80.

Навантаження А15 і НК-100 приймаємо згідно з ДБН В.1.2-15:2009:

Навантаження від автотранспортних засобів на кожну смугу навантаження приймається у вигляді рівномірно розподіленого з інтенсивністю  $v = 0,98K$  кН/м ( $0,1K$  тс/м) та тандему з навантаженням на вісь  $P = 9,81K$  кН ( $P = 1K$  тс), де  $K$  – клас навантаження, що приймається згідно з 8.3.2.

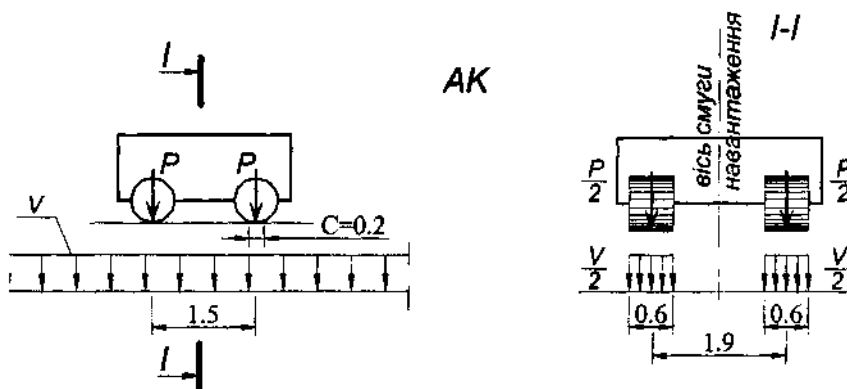


Рисунок 3.2. Поздовжня (а) та поперечна проєкції навантаження АК

Розміщення смуг навантажень АК поперек мосту виконується за двома правилами:

- мінімальна відстань від осі смуги до огорожі (бар'єра, парапету, бордюру тощо) становить 1,5 м;
- мінімальна відстань між осями смуг становить 3,0 м.

Коефіцієнти надійності по навантаженню для мостів під автомобільне та пішохідне навантаження визначаються згідно з таблицею 16.2 ДБН В.1.2-15:2009, значення цих коефіцієнтів приведені нижче в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Навантаження	Розрахунки елементів мостів та труб від навантажень	Коефіцієнт $\mu_f$
Розподілене АК	-	1,50
Тандем АК	-	1,50

Для мостів під автомобільне навантаження динамічний коефіцієнт при відсутності вибоїн та інших нерівностей визначається згідно з таблицею 17.2 ДБН В.1.2-15:2009.

Таблиця 3.4

Навантаження	Характеристика мостових споруд та елементів	Динамічний коефіцієнт
Тандем АК	Для всіх елементів, крім наданих нижче	$1 + \mu = 1,3$
Розподілене АК	Те саме	$1 + \mu = 1,0$

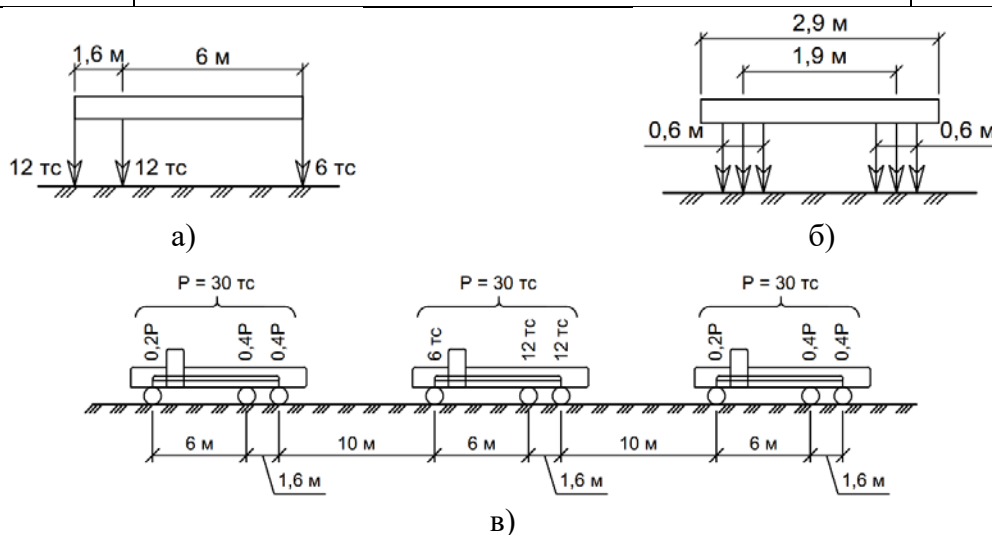


Рисунок 3.3. Поздовжня (а) та поперечна (б) проекції навантаження Н-30 та вид колони навантаження Н-30 (в)

Навантаження Н-30 прийняте згідно з вимогами СН 200-62 "Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб" і складається із колони триосних вантажівок масою 30 Тс кожна, що рухаються з інтервалом 10 м (рис. 3.3). У поперечному напрямку на проїзну частину встановлюється стільки колон, скільки дозволяє ширина проїзної частини та скільки потрібно для виникнення максимального зусилля у обраному перерізі; при цьому габарит автомобіля не повинен виходити за межі проїзної частини (габарит проїзду), а відстань між бортами сусідніх автомобілів

повинна становити не менше 0,1 м. З умов дорожнього руху на мосту та підходах до нього міст завантажується двома колонами Н-30.

Навантаження Н-30 у розрахунках вантажопідйомності враховується із коефіцієнтом надійності  $\gamma_f$ , динамічним коефіцієнтом  $(1 + \mu)$  та коефіцієнтами смуг руху  $s$  згідно з вимогами п. Б12 ДСТУ 9181. Коефіцієнт надійності для навантаження Н-30 приймається:

$$\gamma_{f,H-30} = 1,3.$$

Динамічний коефіцієнт визначається за формулою:

$$(1 + \mu)_{H-30} = 1 + \frac{12}{40 + L} = 1 + \frac{12}{40 + 2,42} = 1,283, \quad (3.3)$$

де  $L$  – довжина частини лінії впливу, яку завантажують (при завантаженні лінії впливу згинального моменту посередині прогону розрізної балки приймається рівною довжині розрахункового прогону  $l_p$ ).

З огляду на те, що в поперечному перерізі на проїзній частині моста розташовуються три колони навантаження Н-30, приймається коефіцієнт смуг руху: 1, 0.9, 0.8 відповідно



Рисунок 3.4. Поздовжня (а) та поперечна (б) проєкції навантаження НК-100 (навантаження на вісь  $P = 25$  Тс)

Навантаження НК-100 є чотиривісним візком повною масою 100 т (рис. 3.4). Згідно з п. 5.2.1 ДСТУ 9181 вантажопідйомність відносно навантаження НК визначається згідно з вимогами ДБН В.1.2-15. При визначенні зусиль розглядається наявність лише одного візка НК-100 на проїзній частині моста. У поперечному напрямку на проїзну частину навантаження НК-100 встановлюється так, як потрібно для виникнення максимального зусилля у обраному перерізі, проте згідно з п. 8.4.3 ДБН В.1.2-15 вісь симетрії візка розташовується не ближче 1,75 м до межі проїзної

частини (габариту проїзду), що дозволяє розташувати візок в цілому колесом впритул до межі проїзної частини.

Згідно з табл. 16.2 ДБН В.1.2-15 коефіцієнт надійності для навантаження НК-100 приймається:

$$\gamma_{f,НК} = 1,0.$$

Згідно з табл. 17.2 ДБН В.1.2-15 динамічний коефіцієнт для навантаження НК-100 приймається:

$$(1 + \mu)_{НК} = 1,0.$$

Зусилля від тимчасового навантаження на тротуарах визначається від дії натовпу згідно з ДБН В.1.2-15. Навантаження від натовпу вважається рівномірно розподіленим по всій ширині тротуару та по всій довжині тротуару уздовж розрахункового прогону моста. Інтенсивність характеристичного навантаження від натовпу на тротуарі при розрахунках з врахуванням інших рухомих навантажень згідно з п. 15.1 ДБН В.1.2-15 приймається рівним  $p_{mp} = 1,96$  кПа.

Згідно з табл. 16.2 ДБН В.1.2-15 коефіцієнт надійності для навантаження від натовпу на тротуарі при розрахунках з врахуванням інших рухомих навантажень приймається:

$$\gamma_{f,mp} = 1,2.$$

Згідно з табл. 17.2 ДБН В.1.2-15 динамічний коефіцієнт для навантаження від натовпу на тротуарі приймається:

$$(1 + \mu)_{mp} = 1,0.$$

Визначення згинальних моментів у прогоновій будові ведеться як у розрізній балочній системі із визначенням найбільш навантаженого елемента (плити прогонової будови) за допомогою коефіцієнта поперечного розподілу.

На рис. 3.5-3.10 наведена лінія впливу згинального моменту посередині розрахункового прогону та її завантаження тимчасовими навантаженнями. Для створення максимальних згинальних моментів завантаження лінії впливу відбувалося за допомогою відповідного розташування навантажень вздовж прогону.

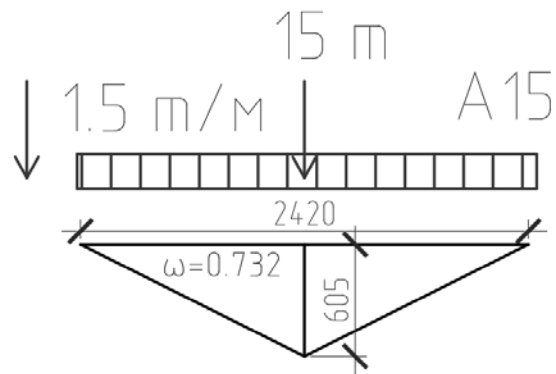


Рисунок 3.5. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням АК і пішохідним навантаженням (ординати збільшено в  $10^3$ )

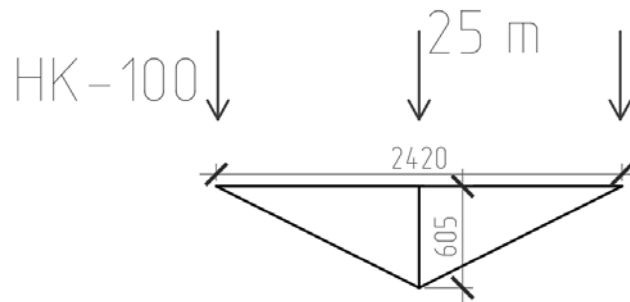


Рисунок 3.6. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням НК (ординати збільшено в  $10^3$ )

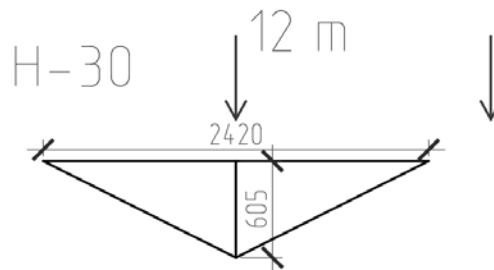


Рисунок 3.7. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-30 (ординати збільшено в  $10^3$ )

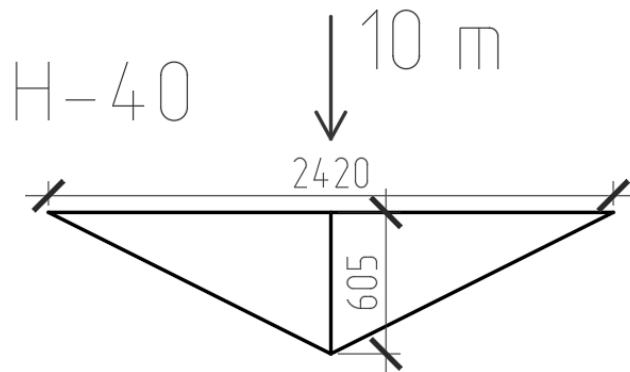


Рисунок 3.8. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-40 (ординати збільшено в  $10^3$ )

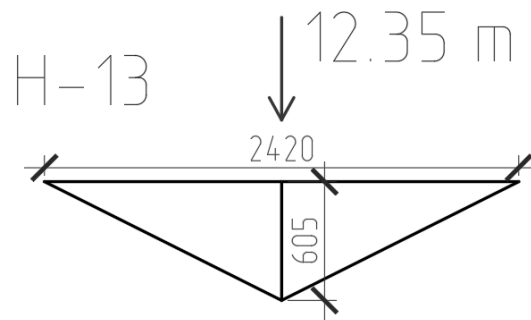


Рисунок 3.9. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-13 (ординати збільшено в  $10^3$ )

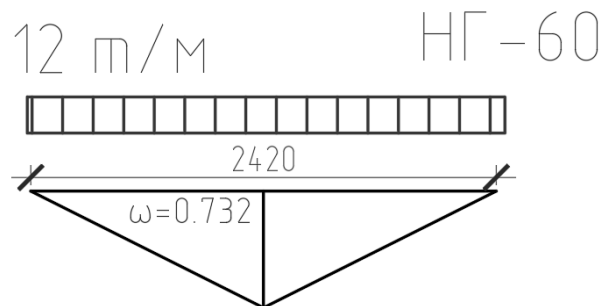


Рисунок 3.10. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням НГ-60 (ординати збільшено в  $10^3$ )

Лінія впливу КПУ для ділянки складатиме 1 на всій довжині ділянки. Через велику товщину дорожнього одягу і часткове розподілення навантаження на сусідні плити, ввобитемо зменшувальні коефіцієнти до навантажень.

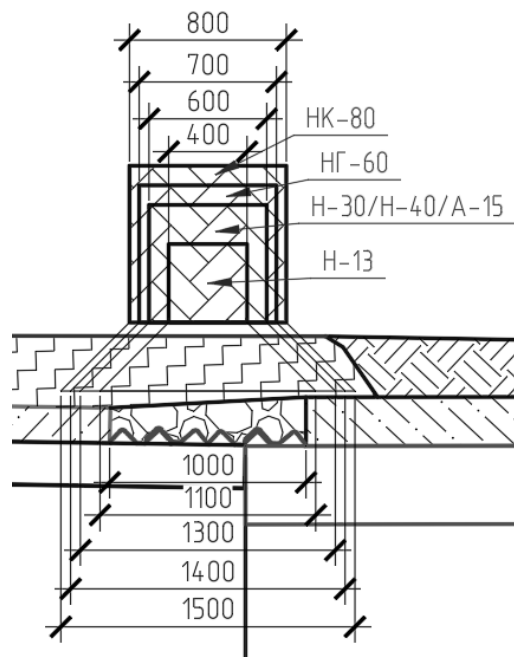


Рисунок 3.11 Схема розташування відбитків транспортних засобів та розподілення навантаження на прогонову будову

Коефіцієнти зменшення тоді складатимуть 1/1,1; 1/1,3; 1/1,4; 1/1,5 для відповідних навантажень.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій плиті прогонової будови моста від навантаження А-15 обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned}
 M_{A15} &= (1/1.3) \times 1,1 \times \gamma_{v,A15T} \times (1 + \mu)_{A15T} \times P_{A15T} \times \sum (s_i \times \eta_{A15,i}) \times \sum y_{A15,i} + \\
 &+ (1/1.3) \times 1,1 \times \gamma_{v,A15v} \times (1 + \mu)_{A15v} \times v_{A15v} \times \sum (s_i \times \eta_{A15,i}) \times \omega = \\
 &= (1/1.3) \times 1,1 \times 1,5 \times 1,3 \times 147,15 \text{кН} \times (1/2) \times (0,605) + \\
 &+ (1/1.3) \times 1,1 \times 1,3 \times 1 \times 14,7 \times (1/2) \times 0,372 = (1/1.3) \times 104,4 = 80,3 \text{кНм},
 \end{aligned} \tag{3.4}$$

де  $s_i$  – коефіцієнт смуг руху;

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності для навантаження АК;

$(1 + \mu)$  – динамічний коефіцієнт для навантаження АК;

$P = 147,15$  кН – навантаження на вісь А15;

$v = 14,7$  кН – навантаження на смугу А15.

$y_{,i}$  – ординати лінії впливу згинального моменту;

$\eta_i$  – ординати лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження.

1,1 – коефіцієнт надійності за призначенням.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій плиті прогонової будови моста від навантаження Н-30 обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned}
 M_{H-30} &= (1/1.3) \times 1,1 \times \gamma_{v,H-30} \times (1 + \mu)_{H-30} \times \sum (s_i \times \eta_{H-30,i}) \times (\sum y_{H-30,i} \times P_{2,H-30} \\
 &= (1/1.3) \times 1,1 \times 1,3 \times 1,283 \times (1/2) \times (0,605 \cdot 117,7) = (1/1.3) \times 65,3 = 50,2 \text{кНм}
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

де  $s_2$  – коефіцієнт смуг руху;

$\gamma_{f,H-30}$  – коефіцієнт надійності для навантаження Н-30;

$(1 + \mu)_{H-30}$  – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-30;

$P_{H-30,2} = 12 \text{ Тс} = 117,7$  кН – навантаження на другу вісь навантаження Н-30 (через однакове значення приймається рівним і для третьої осі);

$y_{H-30,i}$  – ординати лінії впливу згинального моменту для навантаження Н-30;

$\eta_{H-30,i}$  – ординати лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження Н-30.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій плиті прогонової будови моста від навантаження Н-40 обчислюється за формулою:

$$M_{H-40} = (1/1.3) \times 1,1 \times \gamma_{v,H-30} \times (1 + \mu)_{H-30} \times \sum (s_i \times \eta_{H-40,i}) \times (\sum y_{H-40,i} \times P_{2,H-40}) = (1/1.3) \times 1,1 \times 1,2 \times 1,283 \times (1/2) \times (0,605 \cdot 98,1) = (1/1.3) \times 50,3 = \kappa Нм, \quad (3.6)$$

де  $s_2$  – коефіцієнт смуг руху;

$\gamma_{f,H-40}$  – коефіцієнт надійності для навантаження Н-40;

$(1 + \mu)_{H-40}$  – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-40;

$P_{H-40,2} = 8 \text{ Тс} = 78,5 \text{ кН}$  – навантаження на третю вісь навантаження Н-40 (через однакове значення приймається рівним і для 4-5 осі);

$y_{H-40,i}$  – ординати лінії впливу згинального моменту для навантаження Н-40;

$\eta_{H-40,i}$  – ординати лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження Н-40.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій плиті прогонової будови моста від навантаження НК-100 обчислюється за формулою:

$$M_{НК} = (1/1.5) \times \gamma_{f,НК} \times (1 + \mu)_{НК} \times P_{НК} \times \sum y_{НК,i} \times \eta_{НК} = (1/1.5) \times 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 196,1 \text{ кН} \times (1/2) \times 0,605 = (1/1.5) \times 83,0 = 55,3 \text{ кНм} \quad (3.7)$$

де  $\gamma_{f,НК}$  – коефіцієнт надійності для навантаження НК-100;

$(1 + \mu)_{НК}$  – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-100;

$P_{НК} = 25 \text{ Тс} = 245 \text{ кН}$  – навантаження на вісь навантаження НК-100;

$y_{НК,i}$  – ординати лінії впливу згинального моменту для навантаження НК-100;

$\eta_{НК}$  – ордината лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження НК-100.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій плиті прогонової будови моста від навантаження Н-13 за нормативами проектування обчислюється за формулою:

$$M_{H-13} = (1/1.1) \times \gamma_{v,H-13} \times (1 + \mu)_{H-13} \times \sum (s_i \times \eta_{H-13,i}) \times (\sum y_{H-13,i} \times P_{2,H-13}) = (1/1.1) \times 1,1 \times 1,0 \times (1/2) \times (0,605 \cdot 93,2) = (1/1.1) \times 40,3 = 36,3 \text{ кНм}, \quad (3.8)$$

де  $s_2$  – коефіцієнт смуг руху;

$\gamma_{f,H-10}$  – коефіцієнт надійності для навантаження Н-13;

$(1 + \mu)_{H-10}$  – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-13;

$R_{H-30,2} = 12.35 \text{ Тс} = 121,2 \text{ кН}$  – навантаження на другу вісь навантаження Н-10 (через однакове значення приймається рівним і для третьої осі);

$u_{H-10,i}$  – ординати лінії впливу згинального моменту для навантаження Н-13;

$\eta_{H-10,i}$  – ординати лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження Н-13.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій балці прогонової будови моста від навантаження НГ-60 за нормативами проектування обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned} M_{HG} &= (1/1.4) \times \gamma_{f,HG} \times (1 + \mu)_{HG} \times q_{HG} \times \sum \omega_{HG,i} \times \eta_{HG} = \\ &= (1/1.4) \times 1,1 \times 1,0 \times 117,72 \times (1/2) \times 0,732 = (1/1.4) \times 47,4 = 33,9 \text{ кНм}, \end{aligned} \quad (3.9)$$

де  $\gamma_{f,HG}$  – коефіцієнт надійності для навантаження НГ-60;

$(1 + \mu)_{HG}$  – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-60;

$q_{HG} = 12 \text{ Тс/м} = 117,72 \text{ кН/м}$  – навантаження НГ-60;

$u_{HG,i}$  – ординати лінії впливу згинального моменту для навантаження НГ-60;

$\eta_{HG}$  – ордината лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження НГ-60.

### **3.2.3 Розрахунок несної здатності нормального перерізу плити прогонової будови**

Оскільки конструкція балок прогонової будови достеменно не відома, визначимо вантажопідйомність балки, у відповідності до п. 6.1.2 «МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з визначення вантажопідйомності автодорожніх мостів» МР В.2.3-37641918-921:2021, як суму зусиль від тимчасового та постійного проєктних навантажень. При чому у якості тимчасового навантаження приймемо Н-13, як більше із проєктних.

Також, враховуючи дефекти прогонової будови (корозію бетону, корозію арматури), знизимо несну здатність перерізів на 5%.

Загальні результати наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Визначення несної здатності перерізів

№	Навантаження	Зусилля від пост. навант.	Зусилля від тимч. навант.	Сумарне	Послаблення	Розрах. значення
1	H-13	7,6	36,3	43,9	5%	41,7

За несну здатність приймаємо 41,7 кНм

Згідно з п. 6.4 МР В.2.3-37641918-921 для різних плитних прогонових будов, що експлуатуються більше 3 років, за відсутності дефектів в припорних зонах, дозволяється виконувати перевірку лише перерізу в середині прогону на дію згинального моменту.

За результатами розрахунків, була визначена низка числових параметрів для нормального перерізу плити прогонової будови, які наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 Числові параметри для нормального перерізу прогонової будови

№	Параметр	Позначення	Значення, кНм
1	Несна здатність перерізу	[M]	<b>41,7</b>
2	Зусилля від постійних навантажень	$M_{пост}$	<b>17,3</b>
3	Допустиме тимчасове навантаження	$M_{гр}=[M]-M_{пост}$	<b>24,4</b>
4	Зусилля від навантаження H-30	$M_{H-30}$	50,2
5	Зусилля від навантаження H-40	$M_{H-40}$	38,7
6	Зусилля від навантаження A15	$M_{A15}$	80,3
7	Зусилля від навантаження НК-100	$M_{НК}$	55,3

Вантажопідйомність прогонової будови встановлюється за результатом порівняння зусиль у перерізах елементів від тимчасових навантажень з граничними значеннями. Для згинального моменту посередині прогону відносно тимчасового навантаження H-30/H-40/A15 перевірочне рівняння набуває вигляду:

$$M_{гр} \geq M_{H-30} + M_{тр},$$

де  $M_{гр}$  – гранична несна здатність по згинальному моменту у перерізі від дії тимчасового рухомого навантаження, визначене на основі фактичних розмірів

елементів моста, механічних характеристик матеріалів та з урахуванням наявних дефектів, що визначається за формулою:

$$M_{зр} = [M] - M_{пост}$$

Відповідно нерівності перевірки за вантажопідйомністю **для перспективних навантажень** дороги III категорії матимуть вигляд:

Для А15:

$$S_{тим}^{доп} = 24.4 \text{ кН} \cdot \text{м} < S^{АК} = 80.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умову міцності не виконано

Для НК-100

$$S_{тим}^{доп} = 24.4 \text{ кН} \cdot \text{м} < S_{тимч.}^{НК100} = 55.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умову міцності не виконано

Величина зниження вантажопідйомності з урахуванням виявлених дефектів та відносно вимог сучасних нормативних документів складає:

$$\text{Навантаження А15:} \quad \delta = \left(1 - \frac{S_{тим}^{доп}}{S^{АК}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{24.4}{80.3}\right) \cdot 100 \approx 69.6\%$$

$$\text{Навантаження НК-100:} \quad \delta = \left(1 - \frac{S_{тим}^{доп}}{S^{НК}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{24.4}{55.3}\right) \cdot 100 \approx 55.9\%$$

Відповідно до табл. 5.2 ДСТУ 9181:2022 стан прогонової будови за вантажопідйомністю – **непрацездатний ( $\delta \geq 40$ )**.

**Пропуск** по мосту сучасного навантаження **А15 та НК-100 не можливо**. Також **неможливий** пропуск навантажень **НК-80, Н-30 і Н-40**.

### 3.3 Висновок:

1. За результатами розрахунку міст не може пропускати сучасні навантаження А15 та НК100, також неможливий пропуск навантажень НК-80, Н-30 і Н-40.

На період до посилення (реконструкції) мосту необхідно ввести наступні обмеження:

1) За вагою транспортного засобу:

- для трьохвісних вантажівок в колоні – 14,6 т;
- для п'ятивісних вантажівок в колоні – 25,2 т;

- для одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) – 44,1 т.

2) За навантаженням на вісь:

- для 2-хвісного візка – 5,8 т.
- для 3-хвісного візка – 5,0 т.
- для одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) – 11,0 т.

Пропуск одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) проводиться без руху інших транспортних засобів та пішоходів.

2. Поперечні ухили проїзної частини не відповідають сучасним вимогам ДБН В.2.3-22:2009.

3. Прогонові будови мосту мають дефекти, що впливають на несну здатність конструкції і не задовольняють пропуску сучасних навантажень згідно чинних норм.

4. Опори та фундаменти мосту мають дефекти, що впливають на несну здатність конструкції.

5. Поручневе огородження має дефекти, які створюють небезпеку руху пішоходів.

6. Провали ґрунту на опорах №0 та №1 біля тротуару ліворуч за ходом кілометрів створюють небезпеку для пішоходів.

7. Транспортне огородження на підходах до мосту ліворуч не відповідає сучасним вимогам ДСТУ 8751.

8. Для подальшої безпечної експлуатації мосту необхідно виконати капітальний ремонт:

- Виконати заміну мосту на водопропускну трубу.
- Укладання асфальтобетонного покриття.
- Встановлення бар'єрної огорожі у відповідності до чинних норм.
- Встановлення перильної огорожі у відповідності до чинних норм.
- Виконання укріплення насипу.

## РОЗДІЛ 4

# КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ВОДОПРОПУСКНОЇ ТРУБИ

### 4.1 Основні положення

Згідно з проектними рішеннями, що розроблені на підставі ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ОС «бакалавр», з урахуванням даних натурального обстеження, при капітальному ремонті мосту передбачається заміна малого мосту на водопропускну трубу та виконати наступні роботи:

- розбирання проїзної частини по всій довжині мосту;
- розбирання монолітної залізобетонної прогонової будови;
- демонтаж збірних залізобетонних плит прогонової будови;
- розбирання опор із кам'яної кладки та бетонну;
- розбирання дорожнього одягу та частини насипу на підходах до мосту;
- влаштування котловану під водопропускну трубу;
- планування робочої площадки;
- влаштування щебеневої та щебенево-піщаної суміші;
- влаштування монолітних фундаментів Ф-1 та Ф-2 під ланки середньої частини та оголовків труби;
- влаштування елементів збірної залізобетонної труби:
  - ланка середньої частини ЗП 13.100;
  - блок кордона К-5;
  - відкосні стінки СТ 1 л(п) та СТ 3 л(п);
- влаштування обклеювальної та обмазувальної гідроізоляції усіх конструкцій водопропускної труби;
- засипка ґрунту біля труби із пошаровим (15-20 см) трамбування кожного шару ручними трамбівками;
- відсипання тіла насипу із ґрунту з ущільненням кожних 0,15 м товщини (самохідними котками (до 10т) на пневмоколісному ході);
- розчистка підвідного і відвідного русла;
- розробка котловану та влаштування на вихідній ділянці водопропускної

- труби рісберми з наступним заповненням її каменем;
- влаштування монолітних упорів та укріплення монолітним бетоном (армований сіткою 200x200мм) русла та відкосів насипу;
- влаштування дорожнього покриття проїзної частини відповідно до вимог нормативних документів ДСТУ Б В.2.7-119:2011;
- влаштування шарів основи та покриття тротуару відповідно до вимог нормативних документів;
- влаштування бар'єрного та турнікетного огороження згідно вимог ДБН.

Після проведення капітального ремонту, штучна споруда буде забезпечувати пропуск тимчасового навантаження А15, НК100.

Для забезпечення водовідводу з проїзної частини, з урахуванням проектного поздовжнього профілю автомобільної дороги, поперечний переріз проїзної частини прийнятий двоскатним з проектним ухилом від осі проїзду до бар'єрного огороження рівним 25‰.

Основні роботи з заміни мосту на водопропускну трубу необхідно виконувати із поетапним закриттям руху автомобілів та пішоходів по мосту.

При виконанні робіт використовуються будівельні матеріали та вироби, на які є позитивні висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи. При виконанні ремонтних робіт використовуються будівельні матеріали на які є документи, що підтверджують їх радіаційну безпеку, заключний радіаційний контроль проводиться після закінчення робіт за договором з акредитованою лабораторією.

## **4.2 Конструктивні рішення**

Проектом передбачається:

- штучна основа з щебенево-піщаної суміші щільністю не менше 1,65 т/м<sup>3</sup> з ущільненням шарами по 15-20 см;
- щебенева підготовка 100 мм під монолітні фундаменти Ф-1 та Ф-2;
- ланки середньої частини та оголовки труби влаштовуються на монолітні фундаменти Ф-1 та Ф-2;
- конопачення швів між фундаментами Ф-1 та Ф-2;

- дерев'яна прокладка просочена бітумом;
  - пакля просочена бітумом;
  - герметизація зазору цементно-піщаним розчин М150;
- конструкція збірної залізобетонної труби відповідно до серії 3.501.1-177.93:
- ланка середньої частини ЗП 13.100;
  - блок кордона К-5;
  - відкисні стінки СТ 1 л(п) та СТ 3 л(п);
  - блоки ФБС на вхідному оголовку;
  - конопачення швів між трубами:
    - ✓ пакля просочена бітумом;
    - ✓ герметизація зазору цементно-піщаним розчин М150;

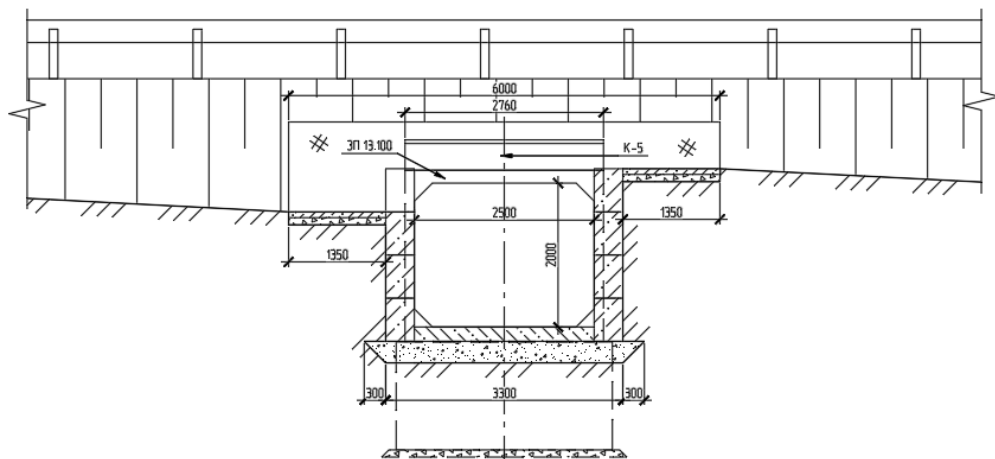


Рисунок 4.1 Фасад вхідного оголовка.

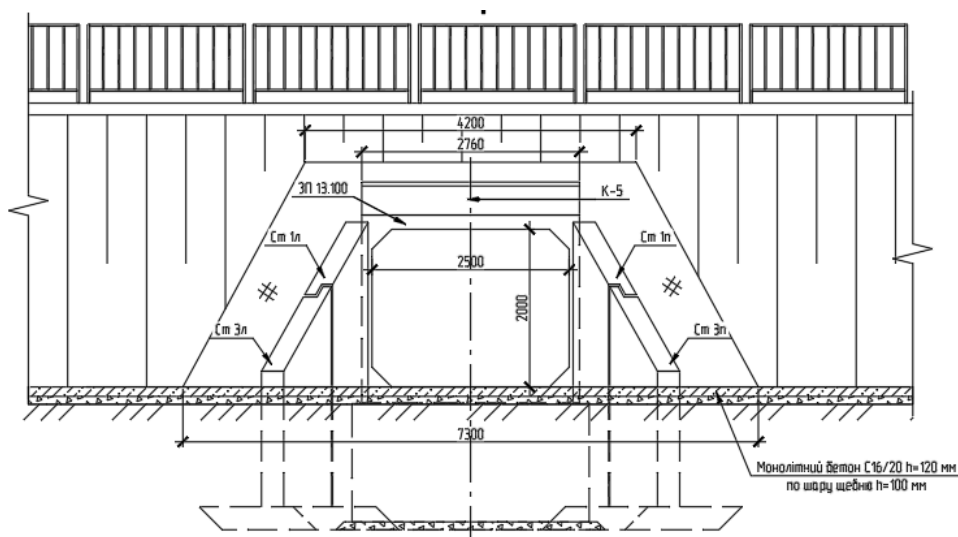


Рисунок 4.2 Фасад вихідного оголовка.





- всі поверхні конструкцій, що засипаються ґрунтом, покриваються обмазувальною гідроізоляцією з двох шарів гарячого бітуму по бітумній ґрунтовці. Зазори між ланками труб покриваються обклеювальною гідроізоляцією;
- влаштування захисного шару над крайніми ланками вхідного та вихідного оголовоків ЗП 13.100 з цементно-піщаного розчину М150 товщиною 3 см;

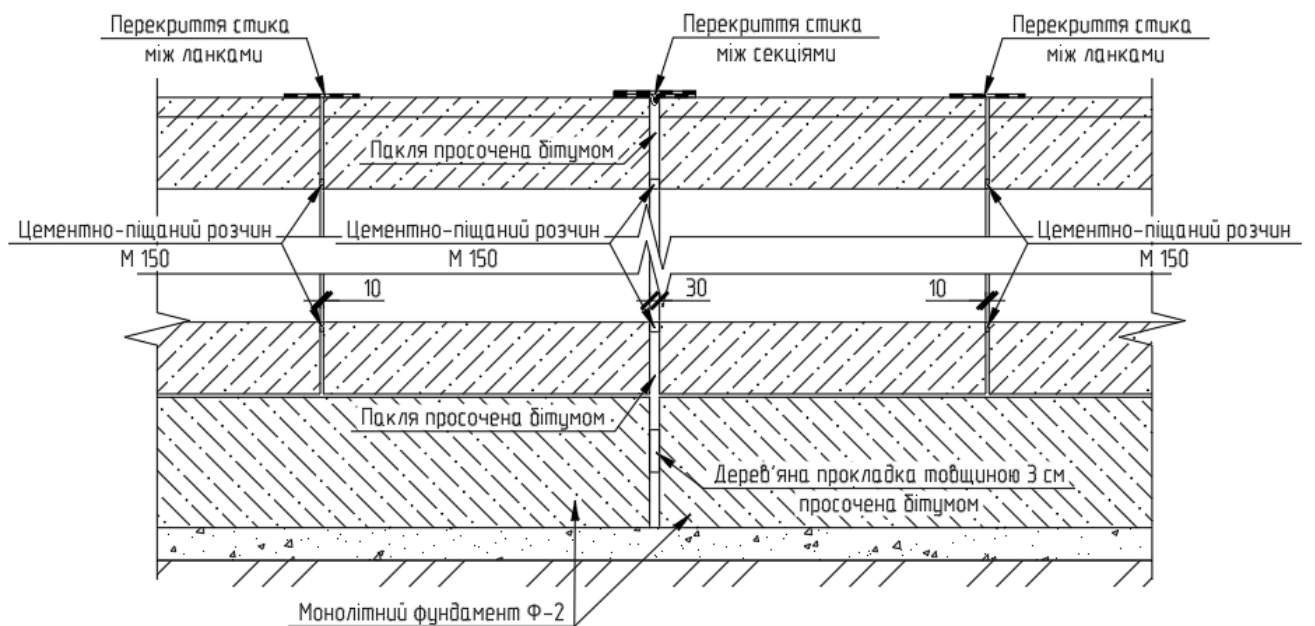


Рисунок 4.5 Гідроізоляція над стиками труби.

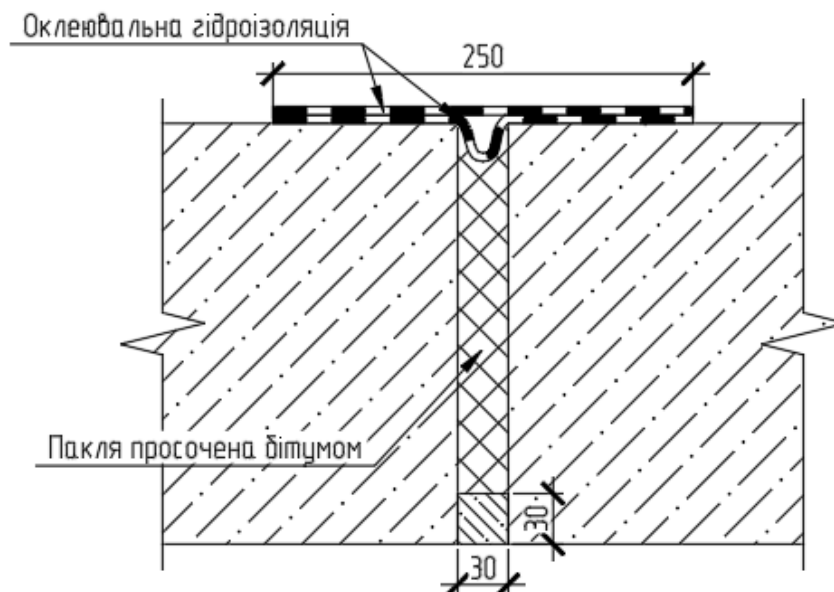


Рисунок 4.6 Конструкція гідроізоляції стика між секціями (стінки та ригель).

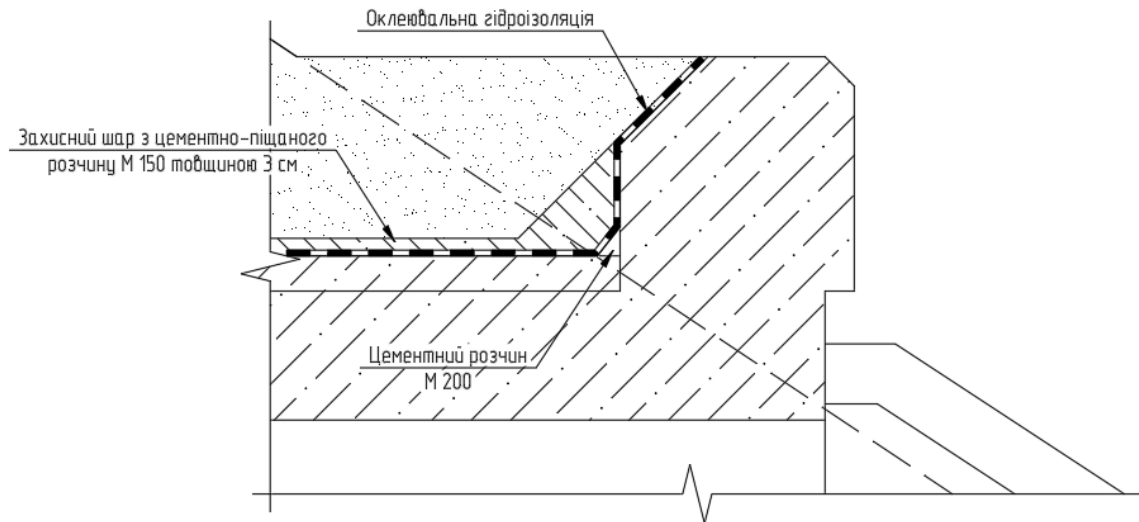


Рисунок 4.7 Конструкція гідроізоляції вхідного (вихідного) оголовка.

- бетон монолітних фундаментів та укріплення - дрібнозернистий за ДСТУ Б В.2.7-176:2008 з додаванням домішок для підвищення водонепроникності та сульфатостійкості бетону;
- арматура періодичного профілю класу А400С зі сталі марки 25Г2С, гладка арматура класу А240С зі сталі марки СтЗсп за ДСТУ 3760:2019 та ДСТУ 2651:2005;
- засипка труби виконується м'яким ґрунтом, який добре ущільнюється, із пошаровим (15-20 см) трамбування кожного шару ручними трамбівками біля труби та самохідними вібраційними котками (4 проходки);
- конструкція дорожнього одягу підібрана відповідно до «Альбом конструкцій дорожнього одягу»:
  - Пісок щільний природній – 20 см;
  - ЩПС.С-5 - 21 см;
  - ЩПС.Кр.Ц.М20 – 15 см;
  - Підґрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м<sup>2</sup>;
  - АБ.Кр.Щ.А1.НП на бітумі БМПА 70/100-55 – 10 см;
  - Підґрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м<sup>2</sup>;
  - ЩМА-15 на бітумі БМПП 50/70-60 - 5 см;



- турнікетне огороження - металеве, висотою огорожувальної частини 100 см, з використанням прокатних елементів заповнення, поруччя та стійок панелей турнікету. Антикоровійний захист виконується методом "гарячого цинкування";
- фундамент для турнікетного огороження з монолітного бетону С 16/20;
- влаштування блоків ФБС на вхідній ділянці;
- влаштування на вихідній ділянці водопропускної труби рісберми з наступним заповненням її каменем;
- укріплення відкосів насипу та русла виконується монолітним бетоном С16/20, F200, W6 h=8 та 12 см, армований сіткою з вічком 200x200 мм, по шару щебня h=10см;

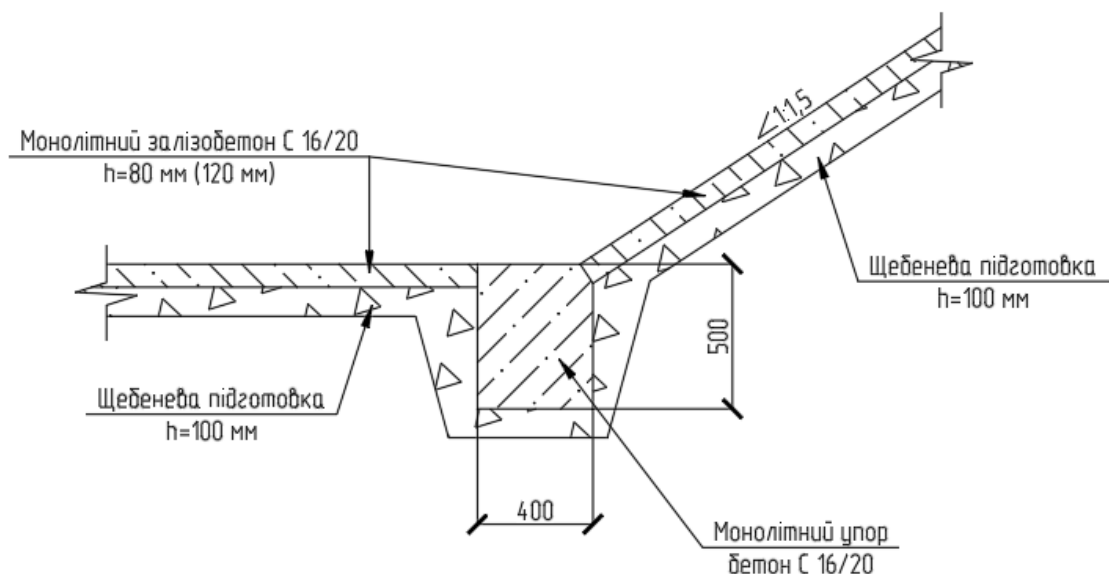


Рисунок 4.9 Конструкцію укріплення русла труби та відкосів насипі.

Обов'язково витримати товщину засипки ґрунту над ланками труби не менше ніж 0,5м!!!

Засипка труби виконується м'яким ґрунтом, що добре ущільнюється, одночасно із обох сторін товщиною 15-20 см з ретельним пошаровим ущільненням.

Не допускається перевищення засипки труби з одної із сторін по відношенню до другої більше ніж на висоту одного шару.

Рух транспортних засобів вздовж труби в період її засипання

дозволяється не менше 1,0 м від бокових стінок труби.

Влаштування водопропускної труби виконується з дотриманням вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 "Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб" та ДБН В.2.3-4:2015 "Автомобільні дороги. Споруди транспорту. Частина I. Частина II".

Всі поверхні конструкцій, що засипаються ґрунтом, покриваються обмазувальною гідроізоляцією з двох шарів гарячого бітуму.

Проектні рішення забезпечують стійкість конструкції до деформацій, водної корозії поверхні та забезпечує безпеку руху транспортних засобів та пішоходів.

### 4.3 Дорожня частина, підходи до мосту

#### 4.3.1. Загальні відомості

По своєму значенню даний об'єкт віднесений до дороги загального користування державного значення.

Параметри поперечного профілю:

- Кількість смуг руху – 2;
- Ширина смуги руху – 3,5 м;
- Ширина проїзної частини – 8,0 м;
- Ширина лівого тротуару – 1,8 м.
- Склад транспортного потоку – змішаний.

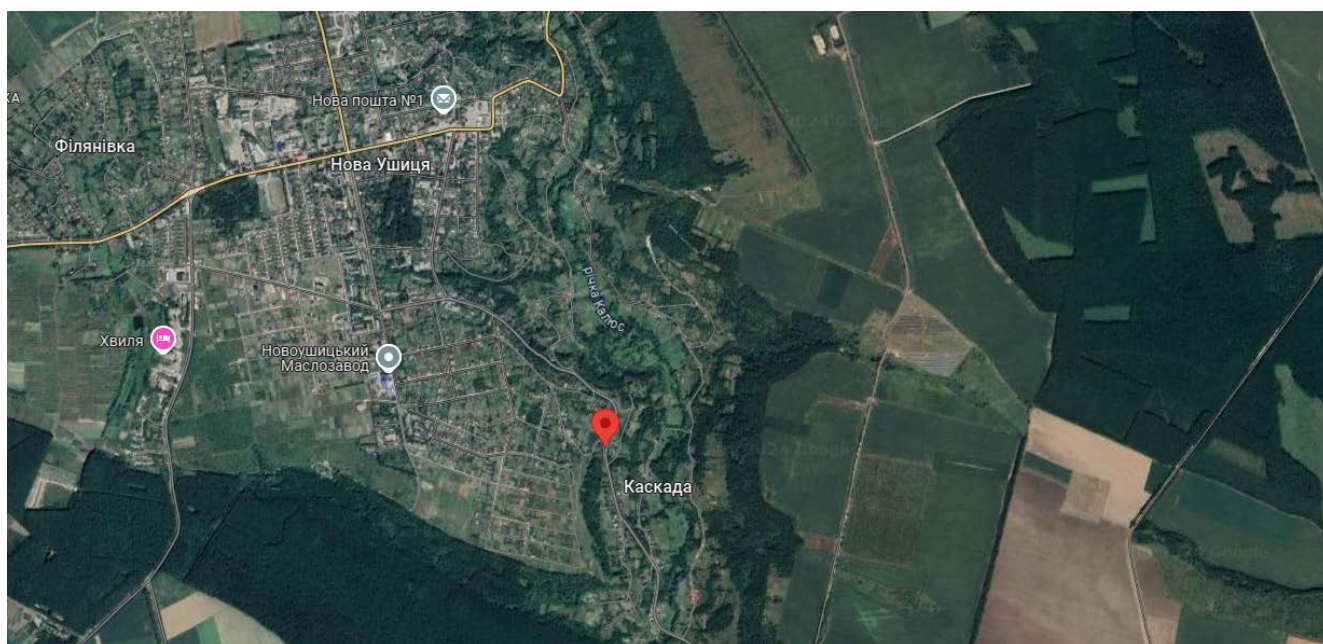


Рисунок 4.10 – Місце розташування ділянки проектування

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Даним розділом встановлюються основні вимоги до безпеки організації і виконання робіт по капітальному ремонту мосту на км 94+840 автомобільної дороги загального користування державного значення Р-86 Гуків-Дунаївці-Могилів-Подільський у с. Каскада Кам'янець-Подільського району Хмельницької області.

Всі ремонтні та будівельно-монтажні роботи передбачається здійснити з дотриманням вимог:

1. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»;
2. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
3. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

При цьому обов'язковим є суворе дотримання вимог стандартів безпеки праці (ССБП):

4. НПАОП 63.21-1.01-09 «Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг»;
5. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
6. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».
7. НАПБ А.01.001 – 2014. «Правила пожежної безпеки в Україні»;
8. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. ССБП. Будівництво. Норми освітлення будівельних майданчиків.

#### 5.1 Основні небезпечні виробничі фактори

На території будівельного майданчика визначаються зони постійно діючих чи потенційно-небезпечних факторів.

Небезпечні зони повинні бути позначені знаками згідно з вимогами ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та

колір» і огороження згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огороження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови».

Виконання робіт в захисних зонах підземних комунікацій допускається тільки після отримання відповідних узгоджень із зацікавленими організаціями.

До будівельно-монтажних робіт дозволяється приступати лише при наявності ПВР, узгодженого в установленому порядку.

На території будівництва водопропускної труби повинні бути встановлені покажчики проїздів і проходів. Небезпечні ділянки слід огорожувати або виставляти попереджувальні написи і сигнали.

У темний час доби, крім огорожі, повинні бути встановлені світлові сигнали, місця проведення робіт повинні бути добре освітлені.

Швидкість руху автотранспорту біля будівельної ділянки не повинна перевищувати 20 км/год.

Складування будівельних конструкцій і виробів по висоті не повинно перевищувати норм, передбачених ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві».

Електробезпека на будівельних ділянках робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися згідно з вимогами ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги».

Керівництво будівельних організацій зобов'язане забезпечити щорічне навчання і перевірку знань із питань охорони праці, надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасного випадку або аварії.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб, не задіяних у цих роботах.

Усі робітники у відповідності до професії, а також особи, що здійснюють технічний нагляд, мають бути забезпечені індивідуальними засобами захисту встановленого зразка (каска, спецодяг, взуття, окуляри і т. п.) і обов'язково під час роботи ними користуватися.

На будівельній ділянці повинні бути організовані пожежні пости з

протипожежними засобами, а також визначені особливо небезпечні зони у пожежному відношенні та режими роботи цих зон.

Заходи по пожежній безпеці при виконанні будівельних робіт повинні бути розроблені у ПВР. Будівельна ділянка повинна бути забезпечена необхідними протипожежними засобами, інвентарем.

Під час виконання робіт з капітального ремонту мосту кількома організаціями, генпідрядник, а у разі залучення замовником підрядників за прямими договорами замовник повинен визначити одну з підрядних організацій відповідальною за охорону праці на об'єкті.

У разі одночасного виконання робіт генпідрядником і субпідрядником (підрядником) забезпечення виконання заходів з охорони праці загального характеру є обов'язком генпідрядника.

## **5.2 Роботи, що виконуються на об'єкті**

Особливу увагу на охорону праці слід звертати при виконанні таких видів робіт:

- підрізка крон і розчистка від мілколісся;
- розбирання існуючих споруд;
- розлив в'язучих;
- улаштування дорожнього покриття;
- укріплення укосів;
- улаштування котлованів;
- монтаж конструкцій і взагалі виконання робіт поблизу працюючих механізмів;
- виконання робіт в зоні існуючого руху автотранспорту та ін.

При роботі в зоні існуючих кабелів особливу увагу слід приділяти землерийній техніці. Не приступати до виконання цих робіт без виклику представника організації, що експлуатує кабель.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, забороняється. У разі незадовільних знань працівники

повинні пройти повторні навчання. На прохання працівника проводиться додатковий інструктаж.

Робітники, зайняті на дорожньому будівництві, повинні забезпечуватися індивідуальними засобами захисту:

- захисними окулярами з силікатним склом – для захисту органів зору від уламків твердих матеріалів, грубого пилю та бризок неагресивних рідин;

- захисними окулярами з оправою коробчастого типу – для захисту очей від бризок агресивних рідин, а, також при обробці металу, дерева, в разі роботи з піском і цементом;

- захисними окулярами з затемненим склом – для захисту очей від сліпучого яскравого світла, дії прямих ультрафіолетових і інфрачервоних променів;

- протишумовими навушниками – для захисту органів слуху від дії високочастотного шуму з рівнем 110...120 дБ;

- захисними рукавицями – для захисту рук від дії локальної вібрації під час роботи з пневмоінструментом;

- віброзахисним взуттям – для захисту ніг в умовах підвищеної вібрації;

- гумовими рукавицями та калошами – для захисту від електричного струму при роботі на електроустановках з напругою до 1000 В.

Спецодяг для дорожніх робітників (комбінезони, халати) шиють із тканин з високою міцністю на розрив та стирання.

У разі виконання робіт в зоні руху транспорту робітникам видаються сигнальні куртки.

### **5.3 Експлуатація машин і обладнання**

Водій машини повинен мати спецодяг, захисні окуляри й індивідуальний пакет першої медичної допомоги.

Перед початком роботи машину потрібно оглянути та перевірити її технічний стан: справність гальм, електроосвітлення, системи керування, ходового обладнання тощо. Робота на несправній машині забороняється.

Щоб запобігти пожежі при заправці машин паливом, не можна курити та користуватися вогнем. У разі спалаху палива полум'я треба засипати піском, землею або накрити брезентом. Не можна заливати полум'я водою.

Якщо машина працює на свіжовідсипаному насипі, то слід її колеса не повинен знаходитися ближче 1 м від краю насипу.

На машині забороняється проводити ремонтні роботи під час руху. Технічне обслуговування машини повинно виконуватися при зупиненому двигуні. Якщо машину піднімають домкратом, його потрібно встановлювати на надійні підкладки.

Після зупинки машини навіть на короткий час її потрібно надійно загальмувати, а під ходове обладнання поставити підкладки. Якщо з виробничої потреби машина зупиняється на узбіччі дороги, вона має бути огорожена знаками: вдень – червоними прапорцями, вночі – червоними ліхтарями.

З водіями періодично проводять інструктаж з питань охорони праці. Крім уже названих загальних правил, вони вивчають спеціальні правила безпеки праці на різних типах транспортних і вантажопідіймальних машин, силового обладнання, а також основи технології будівництва автомобільних доріг.

Роботи з влаштування шарів дорожнього одягу із сумішей повинні виконуватися з дотриманням вимог НПАОП 63.21-1.01-09, правил пожежної безпеки ДБН В.1.1-7-2016, НАПБ А.01.001-2014, правил санітарної гігієни згідно ГОСТ 12.1.005. При виконанні робіт повинні виконуватись загальні вимоги захисту робітників згідно з ДСТУ 7238:2011.

Виробничі процеси повинні відповідати вимогам безпеки згідно з ГОСТ 12.3.002-75, а обладнання – ГОСТ 12.2.003-91. На кожний етап робіт з влаштування шарів дорожнього одягу із сумішей повинні бути складені інструкції і правила виконання робіт, а також правила з безпеки праці, які потрібно вивішувати в місцях проведення робіт.

Під час роботи дорожніх машин забороняється знаходитися стороннім особам у зоні дії машини, а також на її площадці керування, рамі, робочих органах, кожухах.

Експлуатація механізмів та обладнання при виконанні робіт з влаштування шарів дорожнього одягу із сумішей повинна проводитись згідно інструкцій з експлуатації, які розроблені для конкретного виду робіт.

На місці виконання робіт з влаштування шарів дорожнього одягу із сумішей повинна бути медична аптечка з препаратами для надання першої медичної допомоги.

Суміші відносяться до нетоксичних і малонебезпечних для людини матеріалів.

Складування і зберігання на об'єкті матеріалів для влаштування шарів дорожнього одягу із сумішей виконують згідно з НАПБ А.01.001-2014.

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони (діоксид азоту, оксид вуглецю, оксид марганцю, оксид заліза, уайт-спірит, кремнію оксид, бензапирен, ксилол та інші) не перевищує ГДК відповідно до ГОСТ 12.1.005-88.

Рівні вібрації не перевищують ГДР відповідно до ДСН 3.3.6.039-99.

Еквівалентний рівень звуку від будівельної техніки на робочих місцях будівельників перевищуватиме гранично допустимий рівень шуму – 80 дБА (ДСН 3.3.6.037-99, ГОСТ 12.1.003-83). Будівельні роботи матимуть локальний епізодичний характер та виконуватимуться лише у денний час доби.

Основним заходом щодо захисту робочого персоналу в період будівництва, за умови перевищення нормативного рівня шуму (101,9 дБА), є необхідність застосування шумозахисних навушників (берушів), що забезпечуватимуть зниження рівня шуму мінімум на 21,9 дБА.

Конкретні заходи щодо забезпечення нормативних параметрів виробничих факторів розроблюються на стадії ПВР.

Персонал забезпечується санітарно-побутовими приміщеннями у відповідності з ДБН А.3.2-2-2009. Санітарно-побутові приміщення працівників передбачені інвентарні модульного типу, з числа наявних у підрядної організації. Конкретні рішення з забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями надаються ПВР.

Площа санітарно-побутових приміщень визначається відповідно до

кількісного складу робітників у найбільш багаточисельну зміну на об'єкті за укрупненими нормативними показниками згідно з таблицею 6.1 ДБН А.3.2-2-2009. Конкретні площі санітарно-побутових приміщень надаються ПВР.

#### **5.4. Дії працівників та роботодавця в разі настання нещасного випадку**

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, який його виявив, чи інша особа-свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до подання необхідної допомоги потерпілому.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

- терміново організувати подання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;

- повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;

- зберегти до прибуття комісії з розслідування (комісії із спеціального розслідування) нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю чи здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок згідно «Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві» Постанова КМ №337, зобов'язаний негайно:

- 1) повідомити з використанням засобів зв'язку про нещасний випадок:

- робочий орган виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства за встановленою Фондом формою;
  - підприємство, де працює потерпілий, якщо потерпілий є працівником іншого підприємства;
  - органи державної пожежної охорони за місцезнаходженням підприємства – у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі;
  - установу державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння);
- 2) утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку (далі – комісія) у складі не менше трьох осіб та організувати розслідування.

## ВИСНОВКИ

1. Провівши аналіз технічного стану мосту та визначивши вантажопідйомності прогонових будов, можна зробити висновок, про доцільність заміни малого автодорожнього мосту на водопропускну трубу.

2. На основі проведених розрахунків було підбрано типову залізобетонну водопропускну трубу із ланок ЗП 13.100 із відкисними стінками СТ 1 л(п) та СТ 3 л(п) та блок кордона К-5, що відповідала водопропускній спроможності.

3. Для виконання поставленої задачі по дну котловану улаштовується щебенево-піщана основа. Штучна основа з щебенево-піщаної суміші щільністю не менше 1,65 т/м<sup>3</sup> з ущільненням шарами по 15-20 см. Щебенева підготовка 100 мм під монолітні фундаменти Ф-1 та Ф-2.

4. Після встановлення елементів збірної залізобетонної труби (ланка середньої частини ЗП 13.100, блок кордона К-5, відкосні стінки СТ 1 л(п) та СТ 3 л(п)) необхідно виконати конопачення швів між трубами та влаштувати обклеювальну і обмазувальну гідроізоляції усіх конструкцій водопропускної труби.

5. Засипка труби виконується м'яким ґрунтом (піском), який добре ущільняється, із пошаровим (15-20 см) трамбування кожного шару ручними трамбівками біля труби та самохідними вібраційними котками (4 проходки).

6. Обов'язкове влаштування укріплення відкосів насипу і русла монолітним бетоном С16/20, F200, W6 h=8 та 12 см, армований сіткою з вічком 200x200 мм, по шару щебня h=10см.

7. Влаштування на вихідній ділянці водопропускної труби рісберми з наступним заповненням її каменем.

8. Влаштування дорожнього одягу проїзної частини та пішохідних тротуарів.

9. Бар'єрне огороження проїзної частини (висотою 80 см) та турнікетне огороження пішохідного тротуару (висотою 100 см) - металеве.

Антикорозійний захист виконується методом «гарячого цинкування».

9. Після проведення капітального ремонту, штучна споруда буде забезпечувати пропуск тимчасового навантаження А15, НК100, що відповідає сучасним нормам для III категорії доріг.

10. Обґрунтовано виконання заміни малого автодорожнього мосту на водопропускну трубу. Забезпечено послідовність виконання робіт при будівництві водопропускної труби. Розроблені основи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Текст]: ДБН В.2.3-14:2006 / затв.: наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства (Мінбуд України) від "06" травня 2006 р. № 160 / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства. – К., 2006.
2. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування [Текст]: ДБН В.2.3-22:2009 / затв.: наказ Мінрегіонбуду України від 11.11.2009 № 484 / Мінрегіонбуд України. – К., 2009.
3. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи [Текст]: ДБН В.1.2-15:2009 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 11.11.2009 № 484 / Мінрегіонбуд України. – К., 2009.
4. Державні будівельні норми України. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]: ДБН В.1.2-2:2006 / затв.: наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства (Мінбуд України) від "03" липня 2006 р. № 220 / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства. – К., 2006.
5. Державні будівельні норми України. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення [Текст]: ДБН В.2.1-10:2018 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 02.08.2018 № 200 / Мінрегіон України. – К., 2018.
6. Державні будівельні норми України. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення [Текст]: ДБН А.3.2-2:2009 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 27.01.2009 № 45, від 04.06.2010 № 202, від 25.05.2011 № 53 та наказ від Мінрегіону від 30.12.2011 № 417 / Мінрегіонбуд України. – К., 2012.

7. Державні будівельні норми України. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва [Текст]: ДБН А.2.1-1-2008 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 05.02.2008 р. № 56 / Мінрегіонбуд України. – К., 2008.
8. Державні будівельні норми України. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд [Текст]: ДБН В.1.2-14:2018 / затв.: наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 30.12.2021 № 365 та накази від 31.01.2022 №22, від 08.04.2022 № 62, від 16.05.2022 № 72 / Мінрегіон України. – К., 2022.
9. Національний стандарт України. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб [Текст]: ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 28.04.2016 № 106 / Мінрегіон України. – К., 2016.
10. Національний стандарт України. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови [Текст]: ДСТУ Б В.2.3-11-2004 / затв.: наказ Державного комітету України з будівництва та архітектури від 02 липня 2004 р. № 142 / – К., 2004.
11. Національний стандарт України. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови [Текст]: Д ДСТУ Б В.2.3-12-2004 / затв.: наказ Державного комітету України з будівництва та архітектури від 02 липня 2004 р. № 142 / – К., 2004.
12. Закон України про охорону праці: / із змінами і доповненнями внесено Законами України 19.12.2017 р. № 2249–VIII – К.: 2017 р. – 668 с..
13. Закон України про пожежну безпеку: / із змінами і доповненнями внесено Законами України 05.07.2012 р. № 5081–VI – К.: 2013 р. – 458 с.
14. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) / наказ Мінрегіону від 30.12.2011 № 417 – К., 2012.
15. НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників / наказ від 25.01.2012 № 67 "Про

затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників" / Міністерство надзвичайних ситуацій України (МНС) – К., 2012.

16. НПАОП 45.21-1.03-98. Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва мостів (укр) / наказ від 09.03.1998 р. № 31 / Українське державне виробничо-технологічне підприємство "Укрдортехнологія" – К., 1998.

17. Мости: конструкції та надійність / Лучко Й.Й., Коваль П.М., Корнієв М.М. та інш.; за ред. В.В. Панасюка, Й.Й. Лучка.–Львів: Каменяр, –2005. –989 с.

18. Альбом конструкцій дорожнього одягу / А. Безуглий, А. Цинка, Б. Стасюк, В. Каськів, С. Ілляш, І. Копинець, В. Райковський, В. Зеленовський, А. Мудриченко, М. Биковець та Т. Нівчик / ДП «ДерждорНДІ». – Київ – 2023. – 29 с.