

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: Відновлення проєктних характеристик під час капітального ремонту автодорожнього мосту на дорозі IV категорії на трасі Т-23-10 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)

/ Данііл ЯРОШ /

(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: Restoration of design parameters during the overhaul of a road bridge on a category IV road on the T-23-10 highway

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 / Daniil YAROSH /
(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 ТЮТЬКІН**

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «бакалавр»

(ступінь вищої освіти)

студенту Ярошу Даніилу Анатолійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Відновлення проєктних характеристик під час капітального ремонту автодорожнього мосту на дорозі IV категорії на трасі Т-23-10

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 капітальному ремонті мосту. 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 монолітної плити проїзної частини. Лист 3. Конструкція сполучення мосту з насипом підходів. Лист 4. Загальний вид мосту після капітального ремонту

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 капітальному ремонті мосту. 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)

Данііл ЯРОШ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Віталій МІРОШНИК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

65 стор., 42 рисунки, 7 табл., 18 літературних джерел.

Об'єкт розробки – малий залізобетонний міст.

Мета роботи – розробка проекту капітального ремонту залізобетонного мосту на дорозі Т-23-10.

Метод дослідження – чисельний метод розрахунку вантажопідйомності прогонових будов.

В бакалаврській роботі виконано аналіз технічного стану мосту та визначено вантажопідйомності прогонових будов. Прийнято рішення по виконанню капітального ремонту плит прогонових будов, ремонту кладки опор, влаштуванню монолітної залізобетонної об'єднуючої плити проїзної частини, що дасть можливість підвищити вантажопідйомність існуючого мосту до нормативних вимог.

Згідно з проектними рішеннями передбачається виконати наступні роботи: розбирання проїзної частини мосту; ремонту кладки опор №0 та №1; ремонт плит прогонової будови; перевлаштування ділянок сполучення мосту з автодорожніми підходами; влаштування об'єднуючої монолітної залізобетонної плити проїзної частини; влаштування перильного та бар'єрного огородження на мосту; влаштування напилювальної гідроізоляції; укладання асфальтобетонного покриття; укладання на тротуарах сучасного покриття; влаштування укріплення відкосів насипу.

Розроблені креслення по влаштуванню монолітної плити проїзної частини та ділянок сполучення мосту з автодорожніми підходами. Розроблені основи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: МІСТ, ПЛИТНА ПРОГОНОВА БУДОВА, ОПОРА ДЕФЕКТИ, РОЗРАХУНКУ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ, РЕМОНТ КЛАДКИ, МОНОЛІТНА ПЛИТА, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА МОСТУ ТА ЙОГО СКЛАД	8
1.1 Загальні дані	8
1.2 Прогонові будови	9
1.3 Опори та опорні частини	10
1.4 Мостове полотно та експлуатаційні облаштування	11
1.5 Підходи до мосту та підмостова зона	13
РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ МОСТУ	15
2.1 По прогонових будовах	15
2.2 По опорах та фундаментах	18
2.3 По мостовому полотну	21
2.4 По підходах до мосту та підмостовій зоні	22
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ	23
3.1 Загальні дані	23
3.2 Розрахунок прогонової будови для пропуску сучасного тимчасового навантаження	25
3.2.1 Визначення зусиль від постійного навантаження в плитах прогонової будови	25
3.2.2 Визначення зусиль від тимчасового навантаження в плитах прогонової будови	28
3.2.3 Розрахунок несної здатності нормального перерізу плити прогонової будови	39
3.3 Висновок:	40
РОЗДІЛ 4 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ МОСТУ	43
4.1 Основні положення	43
4.2 Конструктивні рішення	44
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
5.1 Основні небезпечні виробничі фактори	53
5.2 Роботи, що виконуються на об'єкті	55
5.3 Експлуатація машин і обладнання	56
5.4. Дії працівників та роботодавця в разі настання нещасного випадку	59
ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63

ВСТУП

З метою запобігання ДТП з особливо тяжкими наслідками, що виникають при падінні автомобілів з мостів, шляхопроводів та естакад, на них рекомендується встановлювати монолітні (бетонні та залізобетонні) парапетні огороження.

Огородження на мостах, шляхопроводах та естакадах слід встановлювати від краю проїжджої частини на відстані, що дорівнює ширині запобіжної смуги, але не менше 1 м.

Висота бар'єрних огорож на мостах, шляхопроводах та естакадах доріг I - III категорій повинна бути не менше 0,8 м (парапетних - не менше 0,6 м).

При встановленні на мостах та шляхопроводах металевих огорож необхідно застосовувати конструкції з кроком стійок 2 м. Довжина стійок може бути зменшена за рахунок влаштування низького цоколя.

На розділових смугах мостів слід встановлювати огорожі такого самого типу, що і на розділових смугах прилеглих до них доріг. За відсутності роздільних смуг розмежування напрямків руху має здійснюватися за допомогою двосторонніх бар'єрних огорож.

Якщо на прилеглих до мостів ділянках доріг встановлені залізобетонні або металеві огорожі, доцільно не змінювати конструкцію і на самій споруді.

Щоб огороження розділової смуги моста займало її мінімальну ширину, рекомендується використовувати двосторонню бар'єрну огорожу з W-подібними профільними планками.

Якщо металева двостороння огорожа необхідно встановити тільки на розділовій смузі моста, його кінцеві частини рекомендується виводити за межі моста на відстань не менше 20 - 30 м. На відстані 12 м профільні планки з обох сторін слід наблизити до поверхні землі і одночасно зблизити їх приблизно до 0,4 м між зовнішніми.

При поєднанні парапетного огороження розділової смуги моста з напівжорсткою огорожею на підході до нього останнє на відстані 12 м до місця сполучення має бути посилено шляхом зменшення кроку стійок до 2 м.

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА МОСТУ ТА ЙОГО СКЛАД

1.1 Загальні дані

Автодорожній міст через р. Згар знаходиться на км 32+520 автомобільної дороги загального користування державного значення Т-23-10 Голосків – Деражня – Лука Барська біля с. Згарок Хмельницького району Хмельницької області. Категорія автомобільної дороги – IV.

Міст перетинає р. Згар під прямим кутом. Течія річки справа-наліво по рахунку кілометрів. Течія річки плинна, швидкість течії 0,1 м/с. Регуляційні споруди відсутні. Підмостовий габарит – 1,79 м. Глибина води в річці за даними замірів становить 0,15 м.

Тип споруди – балочно-розрізна, із збірного залізобетону. Поздовжня схема 1×6,0 м.

Міст розташований на прямій в плані і профілі. Підходи до мосту знаходяться на увігнутих кривих – зі сторони м. Деражня $R=1500$ м, зі сторони с. Лука Барська $R=600$ м.

Загальна довжина мосту $L_{\text{п}} = 7,54$ м. Габарит проїзної частини по ширині 7,27 плюс тротуар ліворуч по ходу кілометрів – 0,53 м та праворуч по ходу кілометрів – 0,4 м. Загальна ширина мостового полотна – 8,55 м.

Отвір моста 5,88 м.

Проектне навантаження Н-13 і НГ-60.

Міст побудований у 1968 році. Проектна та будівельна організації невідомі.

Балансоутримувачем споруди є Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Хмельницькій області. Обслуговуюча організація – Деражнянський райавтодор.

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 місцезнаходження мосту на карті Хмельницької області (GPS 49.234907 27.628929). Схема (фасад і розрізи) шляхопроводу наведені на аркуші 1.



Рис. 1.1. Загальний вид мосту

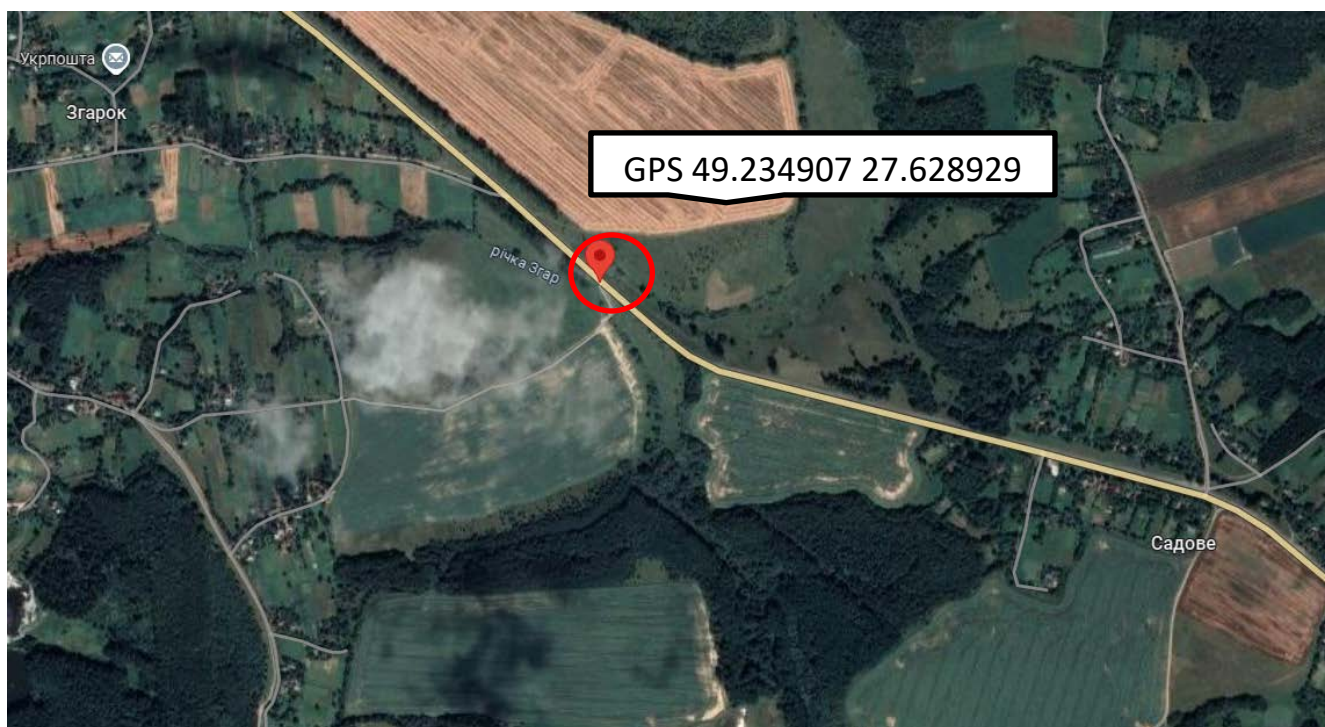


Рис. 1.2. Викопіювання із карти Хмельницького району.

1.2 Прогонові будови

Прогонова будова 0-1 – збірні залізобетонні плити суцільного перерізу. У поперечному напрямку встановлено вісім плит. Плити шириною 0,98 м,

висотою 0,3 м, повна довжина $l_{\text{п}} = 6,0$ м. Розрахункове навантаження Н-13 та НГ-60.

Вид на прогонову будову 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 №0 та №1 – масивні із відкритками, необсипного типу. Тіло стоянів та відкритків із кам'яної кладки з облицюванням цементним розчином. Стояни №0 та №1 шириною 9,24 м. По низу стоянів №0 та №1 влаштоване бетонне підсилення довжиною 9,24 м, товщиною на стояні №0 - 0,17 м, а на стояні №1 - 0,19 м. Висота підсилення 0,12 м над рівнем землі.

З низової сторони мосту відкриток стояна №0 повернутий на 42° відносно стояна, довжиною 4,59 м. Відкриток стояна №1 повернутий на 46° відносно стояна, довжиною 2,9 м. Товщина відкритків 0,5 м.

З верхової сторони мосту відкриток стояна №0 повернутий на 44° відносно стояна, довжиною 3,2 м. Відкриток стояна №1 повернутий на 42° відносно стояна, довжиною 4,0 м. Товщина відкритків 0,5 м.

Загальний вид на стояни № 0 і №1 наведено на рис. 1.4 та 1.5.



Рис. 1.4. Загальний вид на стоян № 0



Рис. 1.5. Загальний вид на стоян № 1

1.4 Мостове полотно та експлуатаційні облаштування

Габарит проїзної частини по ширині Г7,27 плюс тротуар ліворуч по ходу кілометрів – 0,53 м та праворуч по ходу кілометрів – 0,4 м. Загальна ширина мостового полотна – 8,55 м.

Вид на проїзну частину мосту наведено на рис.1.6.

На проїзній частині укладено асфальтобетонне покриття, товщиною 17-20 см.



Рис. 1.6. Загальний вид на проїзну частину мосту

Ліворуч проїзної частини мосту встановлено металеве поручневе огородження висотою – 1,08 м. Поручень і основа виконані із кутика 50x3 мм, поручневе заповнення із арматурного стрижня періодичного профілю $\varnothing 14$ мм, кроком 140 мм. Стійки виконані із труби $\varnothing 55$ мм. Стійки огородження кріпляться до плити П1 прогонової будови через арматурний стержень який приварений до робочої арматури плити.

Поручнева огорожа праворуч проїзної частини мосту – відсутня.

На плити прогонових будов влаштовані залізобетонні блоки 0,53x0,3(h) м ліворуч та 0,64x0,22(h) м праворуч по ходу кілометрів.

На залізобетонні блоки влаштоване залізобетонне парапетне огородження розмірами: ліворуч 0,53x0,27(h) м (тротуарний блок) та праворуч 0,24x0,52(h) м по ходу кілометрів. Висота огородження від проїзної частини мосту – 0,37 та 0,56 м відповідно.

На рис. 1.7 наведено вид на транспортне та поручневе огородження ліворуч по ходу кілометрів.



Рис. 1.7. Вид на тротуар, поручневе огородження автопроїзду.

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

Деформаційні шви – відсутні.

Освітлення на мосту відсутнє.

1.5 Підходи до мосту та підмостова зона

Підходи до мосту є автомобільною дорогою державного значення Т-23-10 Голосків - Деражня - Лука Барська. Категорія автомобільної дороги – IV.

Ширина автодороги на підходах до мосту:

- зі сторони м. Деражня становить 6,0 м;
- зі сторони с. Лука Барська становить 6,2 м.

Підхід до мосту зі сторони м. Деражня та с. Лука Барська наведено на рис. 1.8 та 1.9 відповідно.

Покриття проїзної частини на підходах – асфальтобетон.

Перехідні плити – відсутні.

На проїзній частині підходів не несена розмітка.

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



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



Рис. 1.9. Підхід до мосту зі сторони с. Лука Барська

На підходах до мосту зі сторони с. Лука Барська влаштована тросова транспортна огорожа.

За стояном №1 на підходах до мосту праворуч по ходу кілометраж розташований з'їзд на ґрунтову дорогу.

Укріплення конусів насипів – посівом трав.

РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ МОСТУ

Обстеження автодорожнього мосту виконане 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 фотофіксування наявних дефектів.

В склад об'єкту обстеження включені наступні комплекси:

- проїзна частина на мосту і підходів з обмежувальними пристосуваннями;
- прогонові будови;
- опори;
- фундаменти;
- 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 і пошкодження:

1. Зелені патьоки, сліди замокання та вилуговування цементного каменю по поздовжньому шву між плитами П1-П3 та П7-П8 (рис. 2.1).

2. Зелений та жовтий колір бетону на боковій поверхні плит П1 та П8 (рис. 2.2).



Рис. 2.1. Зелені патьоки та сліди вилуговування цементного каменю по поздовжньому шву між плитами П1-П3 та П7-П8, руйнування захисного шару бетону та корозія арматури



Рис. 2.2. Патьоки жовтого та зеленого кольору, щербеність, сколи, каверни та чарунки в бетоні, руйнування захисного шару бетону із оголенням та корозією робочої арматури на боковій поверхні плити П8

3. Щербеність, сколи, каверни та чарунки в бетоні плит П1-П8 (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Щербенистість, сколи, каверни та чарунки в бетоні плит П1-П8

4. Руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією робочої арматури на боковій поверхні плит П1 та П8 (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією робочої арматури на поверхні плити П1

5. Відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поздовжньої та поперечної арматури по плитам П1-П8 (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поздовжньої та поперечної арматури в плиті П8

2.2 По опорах та фундаментах

При обстеженні мосту небезпечних деформацій, кренів чи просідання опор не виявлено, що свідчить про достатню несну здатність фундаментів під ними.

Виявленні наступні дефекти і пошкодження.

1. Вивітрювання і вимивання цементного розчину з кам'яної кладки стоянів №0 та №1 (рис. 2.6 та рис. 2.7).

2. Патьоки жовто-зеленого кольору та вилуговування цементного каменю по кам'яній кладці та захисному цементному покритті стоянів №0 та №1 (рис. 2.8 та рис. 2.9).

3. Руйнування захисного цементного покриття у зоні змінного рівня води на стоянах №0, №1 (див. рис. 2.6, рис. 2.7 та рис. 2.10).



Рис. 2.6. Вивітрювання і вимивання цементного розчину з кам'яної кладки стояна №0



Рис. 2.7 Вивітрювання і вимивання цементного розчину з кам'яної кладки стояна №1



Рис. 2.8. Патьоки жовто-зеленого кольору та вилугування цементного каменю по кам'яній кладці та захисному цементному покритті стояна №0



Рис. 2.9 Патьоки жовто-зеленого кольору та вилугування цементного каменю по кам'яній кладці та захисному цементному покритті стояна №1



Рис. 2.10. Руйнування захисного цементного покриття у зоні змінного рівня води на стояні №0. Патьоки жовто-зеленого кольору та вилугування цементного каменю по кам'яній кладці та захисному цементному покритті.

2.3 По мостовому полотну

При обстеженні мостового полотна виявлені наступні дефекти і пошкодження.

1. Відсутня металева поручнева огорожа праворуч по ходу кілометрів (рис. 2.11).
2. Транспортна огорожа не відповідає нормативним вимогам ліворуч та праворуч по ходу кілометрів (див. рис. 2.12).
3. Руйнування гідроізоляції на прогоновій будові.
4. Наноси ґрунту та порослі бур'яну праворуч і ліворуч проїзної частини мосту (див. рис. 2.12).



Рис. 2.11. Відсутня металева перильна огорожа праворуч по ходу кілометрів.

5. Технологічні тріщини в асфальтобетонному покритті проїзної частини мосту (рис. 2.12).



Рис. 2.12 Технологічні тріщини в асфальтобетонному покритті проїзної частини мосту

2.4 По підходах до мосту та підмостовій зоні

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

1. Відсутня транспортна огорожа на підходах до мосту зі сторони м. Деражня ліворуч та праворуч по ходу кілометрів.
2. Не нормативна транспортна огорожа на підходах до мосту зі сторони с. Лука Барська ліворуч та праворуч по ходу кілометрів (рис.2.11).
3. Сітка тріщин в асфальтобетонному покритті на проїзній частині біля стоянів №0 та №1 (рис. 2.13).
4. Наноси ґрунту праворуч і ліворуч проїзної частини на підходах зі сторони с. Лука Барська (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Сітка тріщин в асфальтобетонному покритті на проїзній частині біля стояна №0.

Експлуатаційні стани конструктивних елементів мосту за класифікаційними таблицями ДСТУ 9181:2022 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Група конструктивних елементів	Експлуатаційний стан	Надійність, Pt	Характеристика безпеки, bi
Мостове полотно	4 – обмежено працездатний	0,9798	2,05
Прогонові будови	4 – обмежено працездатний	0,9706	1,89
Опори	3 – працездатний	0,9834	2,13
Фундаменти	3 – працездатний	0,9868	2,22
Підходи	3 – працездатний	0,9834	2,13

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 δ (у відсотках), за якою класифікується експлуатаційний стан.

Значення δ 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 IV складає:

- розподілене навантаження А-11;
- одиночне навантаження НК-80.

3.2 Розрахунок прогонової будови для пропуску сучасного тимчасового навантаження

3.2.1 Визначення зусиль від постійного навантаження в плитах прогонової будови

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 найбільш навантаженою в даній схемі буде крайня плита, збираємо навантаження саме на неї. Поперечний переріз прогонової будови наведено на рис. 3.1. Збір навантажень проведено у таблиці 3.1.

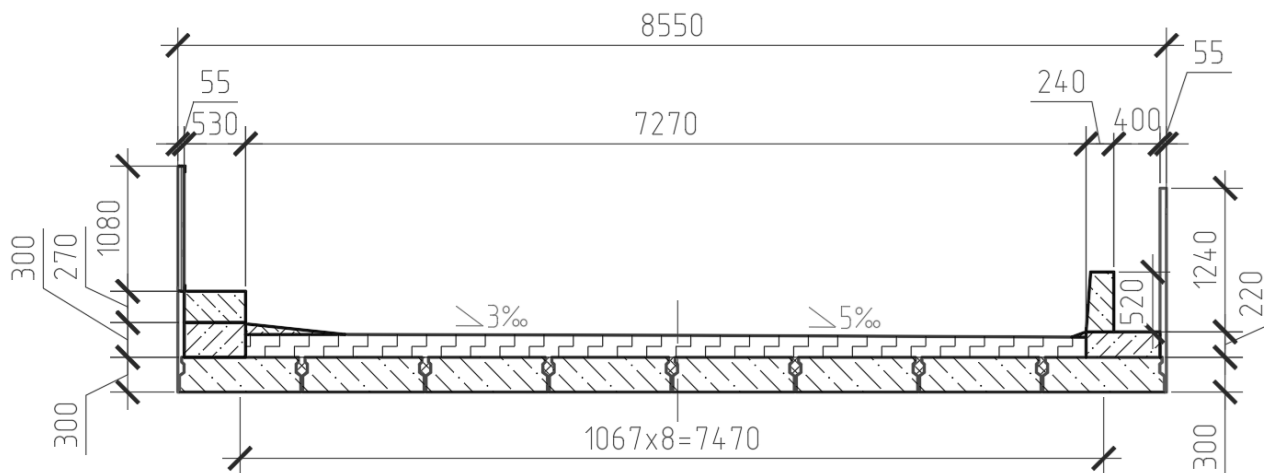


Рисунок 3.1. Поперечний переріз прогонової будови моста

Згідно з табл. 7.1 МР В.2.3-37641918-921:2021 коефіцієнти надійності прийняті рівними:

- $\gamma_f = 1,25$ – для ваги шпонкових швів, плит прогонової будови та тротуарних блоків;

- $\gamma_f = 2.0$ – для ваги вирівнюючого шару, асфальтобетонного покриття проїзної частини та тротуарів.

Таблиця 3.1. Збір постійних навантажень на прогонову будову моста

№	Навантаження	Характ. значення, кН/м	К-т надійності γ_f	Розрах. значення, кН/м
1	Шари дорожнього одягу середньою товщиною 19 см площа $A = 7,27 \times 0,19 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	31,77	2	63,54
2	Шпонкові шви площа $A = 0,015 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24 \text{ кН/м}^3$ кількість 7 шт	2,52	1,25	3,15
3	Плити прогонової будови зі швами площа $A = 0,306 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24,5 \text{ кН/м}^3$ кількість 8 шт	59,98	1,25	74,97
4	Бетонні блоки площа $A = 0,3 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24 \text{ кН/м}^3$ кількість 2 шт	14,40	1,25	18,00
5	Перильне огородження По 0,7 кН/м	1,40	1,25	1,75
4	Навантаження на п.б. Σ	110,07	–	161,41

За результатами розрахунку визначені такі постійні навантаження на прогонову будову: характеристичне постійне навантаження $\Sigma g_{nocт, хар} = 110,07 \text{ кН/м}$ та розрахункове постійне навантаження $\Sigma g_{nocт} = 161,41 \text{ кН/м}$. Виходячи з припущення, що постійне навантаження розподіляється рівномірно між усіма вісьмома плитами прогонової будови, постійні навантаження на одну плиту становитимуть:

- характеристичне постійне навантаження $g_{nocт, хар} = 13,76 \text{ кН/м}$;
- розрахункове постійне навантаження $g_{nocт} = 20,18 \text{ кН/м}$.

Прогонова будова моста – статично розрізна із загальною довжиною прогону 6 м. За розрахункову довжину прогону приймаємо 4,53 м у відповідності до результатів обмірів. 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:

$$M = 1,1 \cdot q \times \frac{l_p^2}{8} = 1,1 \cdot (20,18) \cdot \frac{5,94^2}{8} = 97,9 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.1)$$

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 проєктування мосту.

Таблиця 3.2. Збір постійних навантажень на прогонову будову моста

№	Навантаження	Характ. значення, кН/м	К-т надійності γ_f	Розрах. значення, кН/м
1	Шари дорожнього одягу середньою товщиною 15 см площа $A = 7,27 \times 0,19 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	25,08	1,5	37,62
2	Шпонкові шви площа $A = 0,015 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24 \text{ кН/м}^3$ кількість 7 шт	2,52	1,1	2,77
3	Плити прогонової будови зі швами площа $A = 0,306 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24,5 \text{ кН/м}^3$ кількість 8 шт	59,98	1,1	65,97
4	Бетонні блоки площа $A = 0,3 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24 \text{ кН/м}^3$ кількість 2 шт	14,40	1,1	15,84
5	Перильне огороження. По 0,7 кН/м	1,40	1,1	1,54
4	Навантаження на п.б. Σ	110,07	–	123,75

За результатами розрахунку визначені такі постійні навантаження на прогонову будову: характеристичне постійне навантаження $\Sigma g_{nocm,хар} = 110,07$ кН/м та розрахункове постійне навантаження $\Sigma g_{nocm} = 123,75$ кН/м. Виходячи з припущення, що постійне навантаження розподіляється рівномірно між усіма вісьмома плитами прогонової будови, постійні навантаження на одну плиту становитимуть:

- характеристичне постійне навантаження $g_{nocm,хар} = 12,92$ кН/м;
- розрахункове постійне навантаження $g_{nocm} = 15,47$ кН/м.

Тоді розрахунковий згинальний момент від постійного навантаження складає:

$$M = q \times \frac{l_p^2}{8} = (15,47) \cdot \frac{5,94^2}{8} = 68,2 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.2)$$

3.2.2 Визначення зусиль від тимчасового навантаження в плитах прогонової будови

Для визначення вантажопідйомності прогонової будови визначаються зусилля від перспективних навантажень А11 і НК-80 для дороги IV категорії, та навантажень Н-30 і Н-40, і зусилля Н-13 і НГ-60 від проектних навантажень.

Навантаження А11 і НК-80 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.

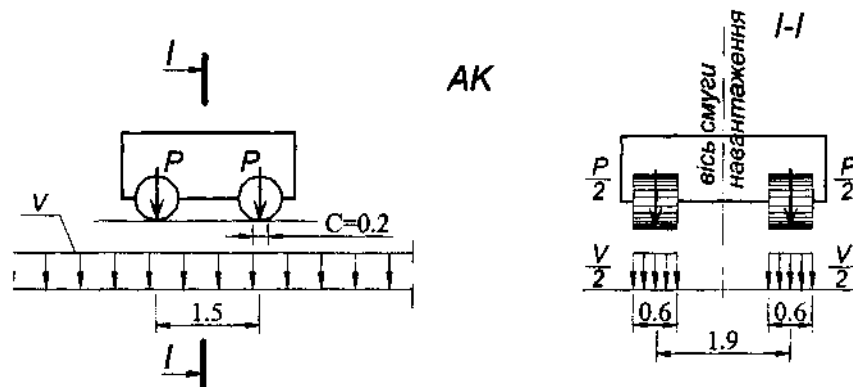


Рисунок 3.2. Поздовжня (а) та поперечна проєкції навантаження АК

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 γ_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	$1 + \mu = 1,0$

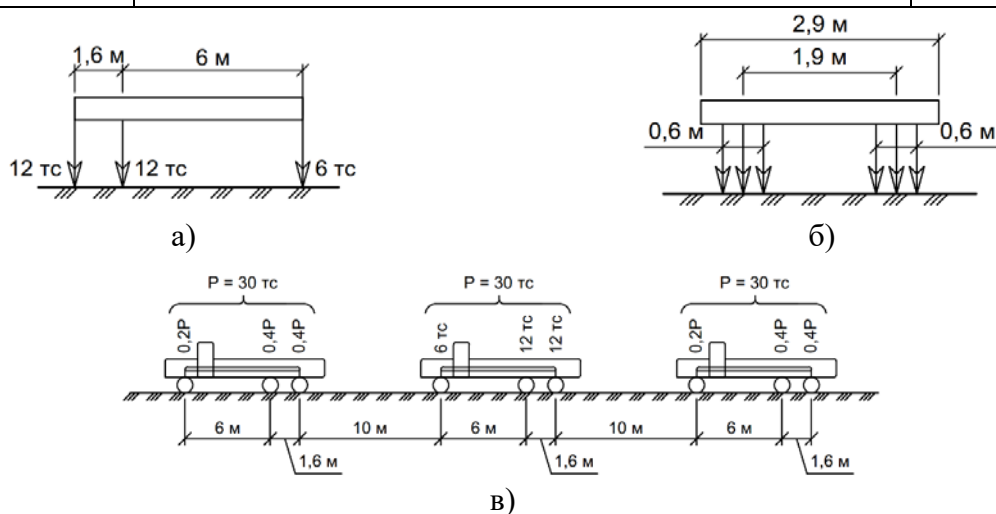


Рисунок 3.3. Поздовжня (а) та поперечна (б) проекції навантаження Н-30 та вид колони навантаження Н-30 (в)

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 завантажуються двома колонами Н-30.

Навантаження Н-30 у розрахунках вантажопідйомності враховується із коефіцієнтом надійності γ_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:

$$(1 + \mu)_{H-30} = 1 + \frac{12}{40 + L} = 1 + \frac{12}{40 + 5,94} = 1.261, \quad (3.3)$$

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 (див. рис. 3.13), приймається коефіцієнт смуг руху: 1, 0.9, 0.8 відповідно

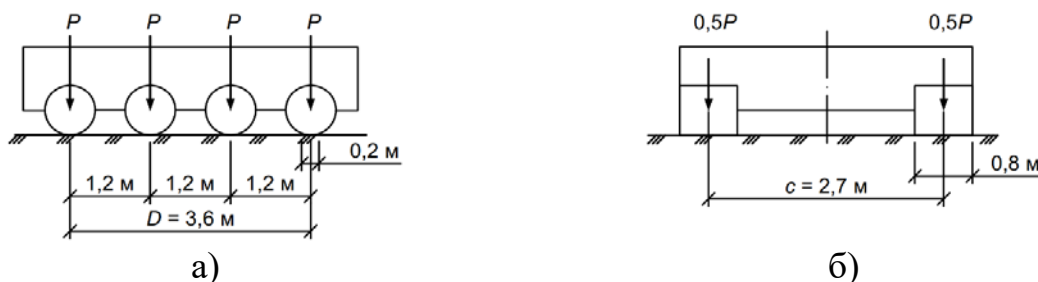


Рисунок 3.4. Поздовжня (а) та поперечна (б) проекції навантаження НК-80 (навантаження на вісь $P = 20$ Тс)

Навантаження НК-80 є чотиривісним візком повною масою 80 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-80 на проїзній частині моста. У поперечному напрямку на проїзну частину навантаження НК-80 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-80 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 $p_{тр} = 1,96$ 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:

$$\gamma_{f,тр} = 1,2.$$

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

$$(1 + \mu)_{тр} = 1,0.$$

Навантаження Н-13 прийнято згідно з Н 106-53 «Нормы подвижных вертикальных нагрузок для расчёта искусственных сооружений на автомобильных дорогах» 1953 р., що останній регламентує дане навантаження.

Воно являє собою колону двовісних транспортних засобів вагою у 13 т з одним транспортним засобом у 16,9 т в колоні. Коефіцієнти, актуальні на рік побудови мосту становлять: коефіцієнт надійності – 1, динамічний коефіцієнт – 1. Згідно з сучасними вимогами, коефіцієнти варто прийняти такими, як і для навантаження Н-30.

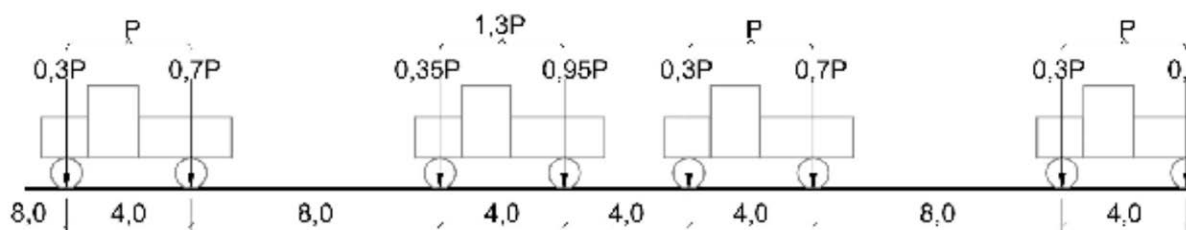


Рисунок 3.5. Поздовжня схема навантаження Н-13. Тут $P=13$ т.

Навантаження НГ-60 прийнято згідно з Н 106-53, 1953 р., що діяв на момент будівництва мосту.

Воно являє собою рівномірно розподілене по довжині у 5 м навантаження загальною вагою у 60 т. З урахуванням розподілення навантаження на дві паралельні смуги (гусениці), інтенсивність його складає 6 т/м.

Всі коефіцієнти дорівнюють 1 – для сучасних норм, коефіцієнт надійності дорівнює 1 – для норм проектування.

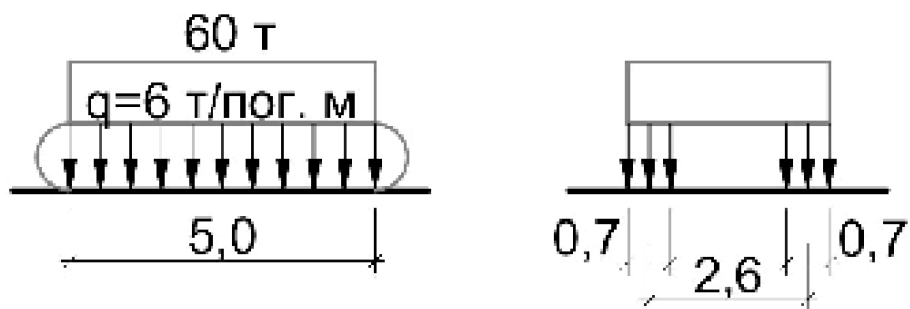


Рисунок 3.6. Схема навантаження НГ-60.

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. 3.7-3.11 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.

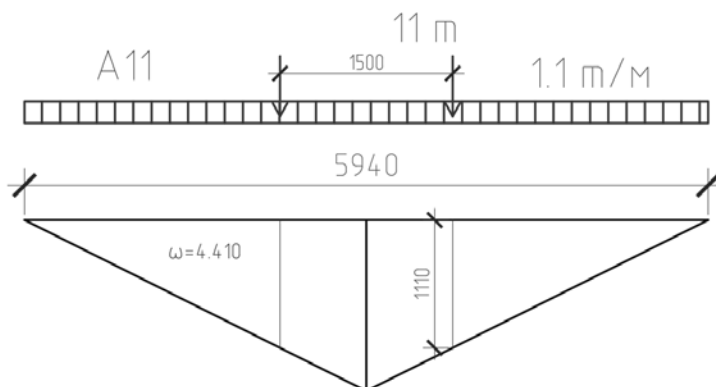


Рисунок 3.7. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням АК і пішохідним навантаженням (ординати збільшено в 10^3)

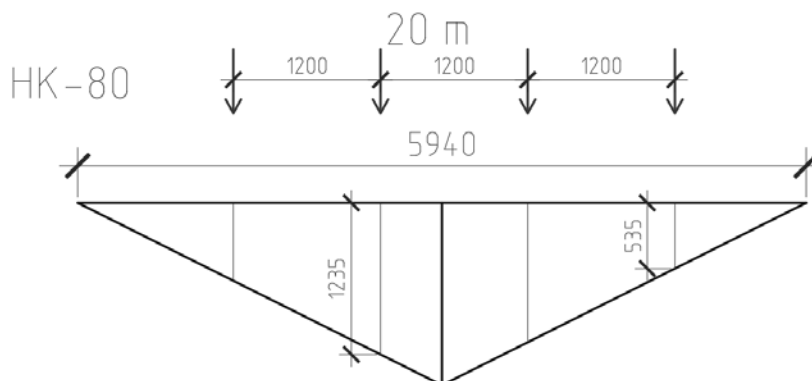


Рисунок 3.8. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням НК (ординати збільшено в 10^3)

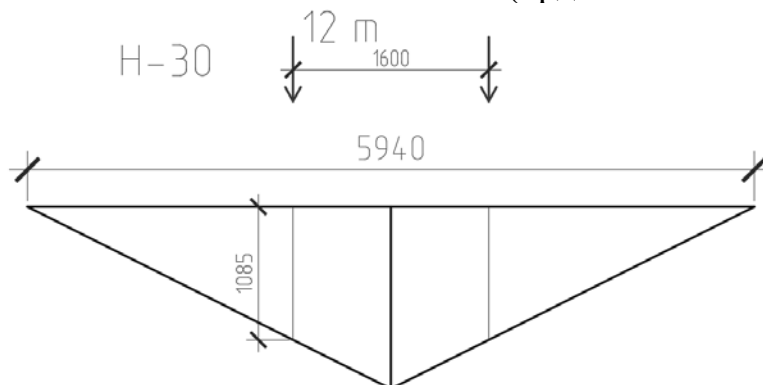


Рисунок 3.9. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-30 (ординати збільшено в 10^3).

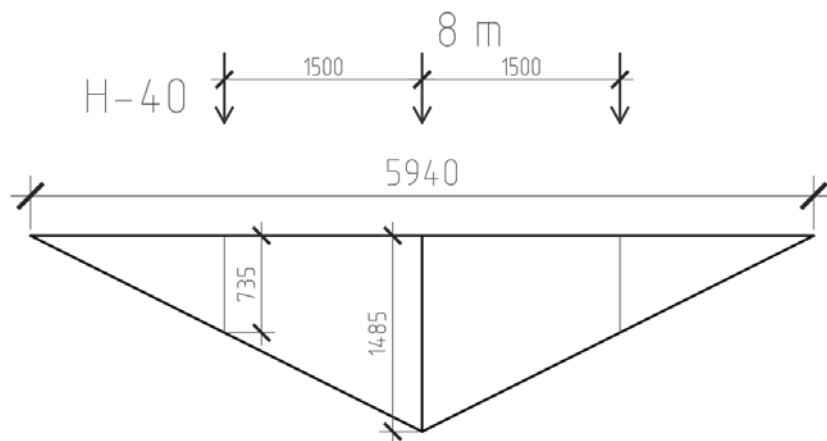


Рисунок 3.10. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-40 (ординати збільшено в 10^3).

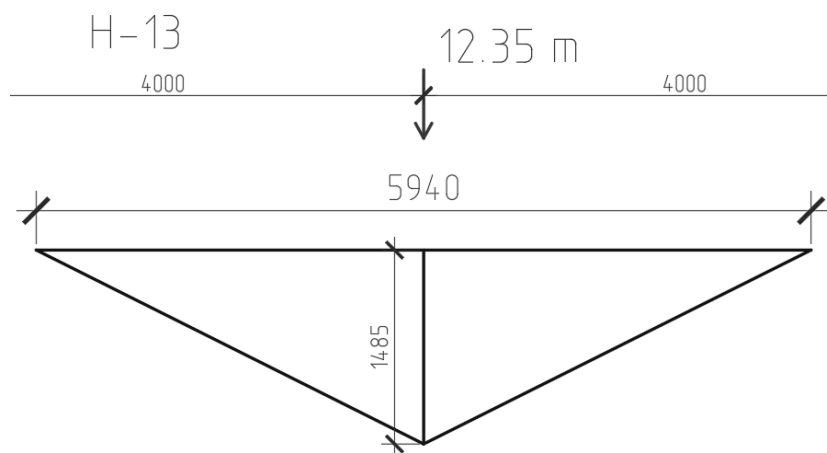


Рисунок 3.11. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-13 (ординати збільшено в 10^3).

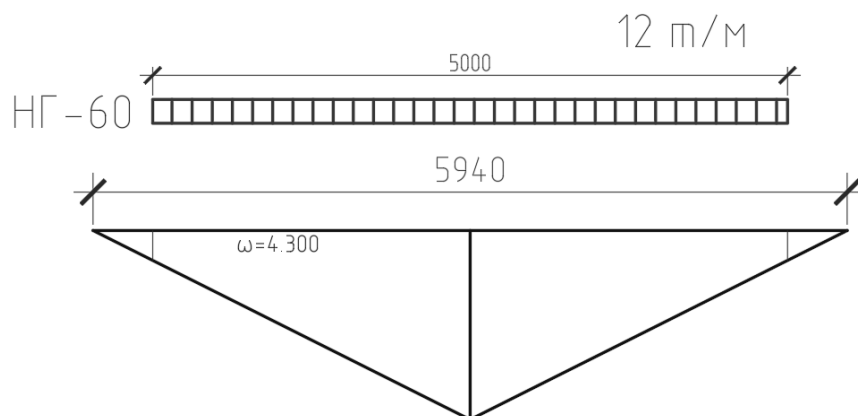


Рисунок 3.12. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-10 (ординати збільшено в 10^3).

Побудова лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу проводиться за допомогою методу позacentрового стиску із допущенням, що найбільш

навантаженою є крайня плита прогонової будови. Ординати під крайніми плитами прогонової будови П-1 та П-8 визначаються за формулою:

$$\eta_{1,8} = \frac{1}{n} \pm \frac{0,5 \times a_1^2}{\sum a_i^2}, \quad (3.4)$$

де $n = 8$ – кількість плит прогонової будови;

a_1 – відстань в осях між плитами П-1 та П-8;

a_i – відстань в осях симетричних плит прогонової будови (див. рис. 3.1).

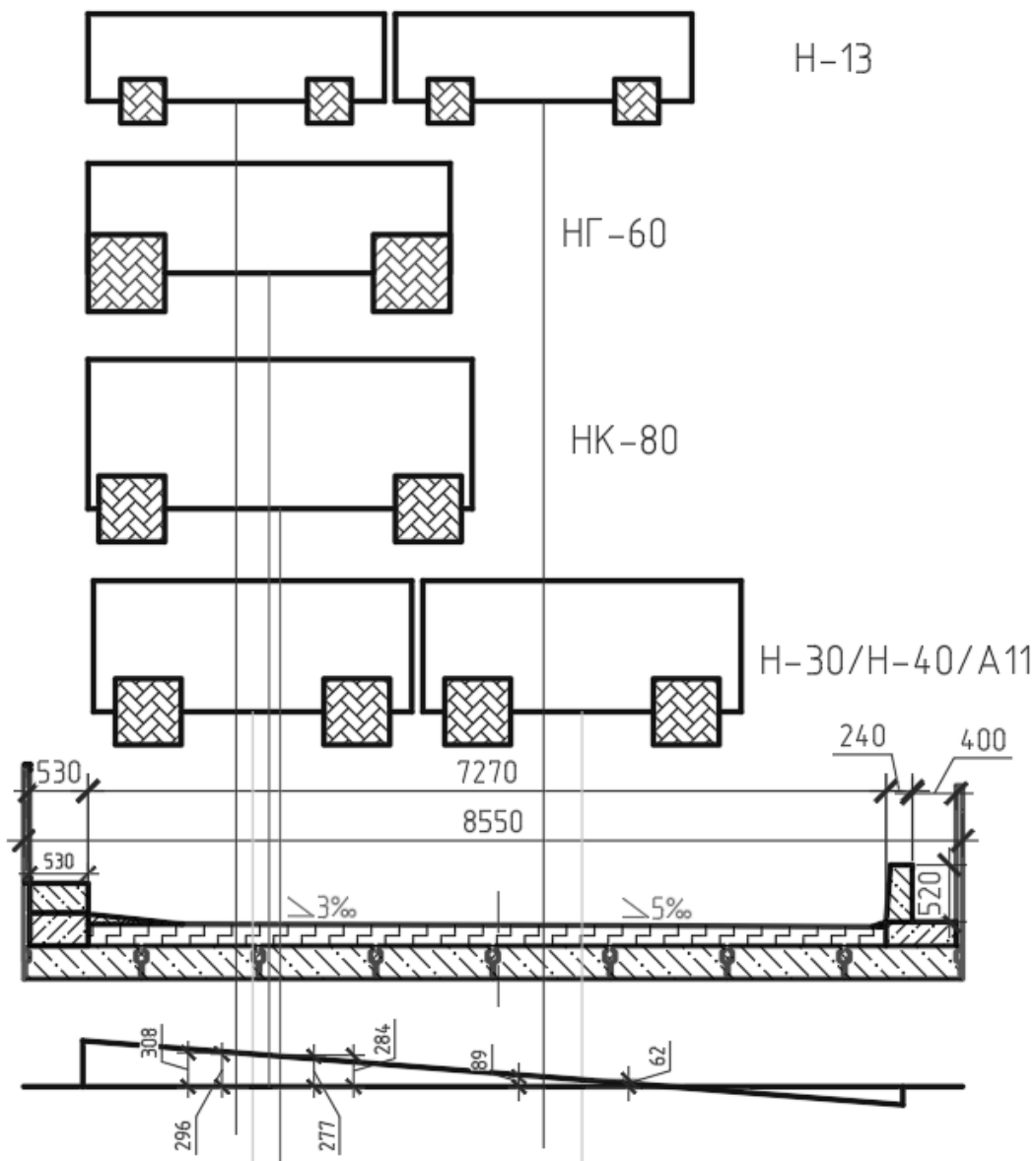


Рисунок 3.13 Схема завантаження прогонової будови моста (ординати збільшено в 10^3) тимчасовим навантаженням Н-30 (Н-40 і АК) та НК у поперечному перерізі та лінія впливу коефіцієнту поперечного розподілу згинального моменту посередині прогону

Ордината лінії впливу коефіцієнту поперечного розподілу під плитою П-1 прогонової будови становитиме:

$$\eta_1 = \frac{1}{n} + \frac{0,5 \times a_1^2}{\sum a_i^2} =$$

$$n_1 := \frac{1}{8} + \frac{(7.47)^2}{2 \cdot (7.47^2 + 5.336^2 + 3.201^2 + 1.067^2)} = 0.417 \quad (3.5)$$

Ордината лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу під плитою П-8 для лівої прогонової будови становитиме:

$$n_8 := \frac{1}{8} - \frac{(7.47)^2}{2 \cdot (7.47^2 + 5.336^2 + 3.201^2 + 1.067^2)} = -0.167 \quad (3.6)$$

Здійснивши розміщення у поперечному перерізі моста тимчасових навантажень згідно з правилами, описаними вище, та натовпу на тротуарі, графоаналітичним способом із рис. 3.13 визначені ординати лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу для навантажень.

Розрахунковий згинальний момент у найбільш навантаженій плиті прогонової будови моста від навантаження А-11 обчислюється за формулою:

$$M_{A11} = 1,1 \times \gamma_{v,A11T} \times (1 + \mu)_{A11T} \times P_{A11T} \times \sum (s_i \times \eta_{A11,i}) \times \sum y_{A11,i} +$$

$$+ 1,1 \times \gamma_{v,A11v} \times (1 + \mu)_{A11v} \times v_{A11v} \times \sum (s_i \times \eta_{A11,i}) \times \omega =$$

$$= 1,1 \times 1,5 \times 1,3 \times 107,91 \text{кН} \times 0,358 \times (2 \cdot 1,110) +$$

$$+ 1,1 \times 1,3 \times 1 \times 10,78 \times (0,333) \times 4,41 = 210,1 \text{кНм}, \quad (3.7)$$

де s_i – коефіцієнт смуг руху;

γ_f – коефіцієнт надійності для навантаження АК;

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

$P = 107,91$ кН – навантаження на вісь А15;

$v = 10,8$ кН – навантаження на смугу А15.

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

η_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:

$$M_{H-30} = 1,1 \times \gamma_{v,H-30} \times (1 + \mu)_{H-30} \times \sum (s_i \times \eta_{H-30,i}) \times (\sum y_{H-30,i} \times P_{2,H-30}) =$$

$$= 1,1 \times 1,3 \times 1,261 \times (0,352) \times (2 \cdot 1,085 \cdot 117,7) = 162,1 \text{кНм}, \quad (3.8)$$

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;

$P_{H-30,2} = 12 \text{ Тс} = 117,7 \text{ кН}$ – 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:

$$\begin{aligned} M_{H-40} &= 1,1 \times \gamma_{v,H-30} \times (1 + \mu)_{H-30} \times \sum (s_i \times \eta_{H-40,i}) \times (\sum y_{H-40,i} \times P_{2,H-40}) = \\ &= 1,1 \times 1,2 \times 1,269 \times (0.352) \times (1,485 + 0,735 \cdot 2) \cdot 98,1 = 169,8 \text{ кНм}, \end{aligned} \quad (3.9)$$

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-80 обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned} M_{НК} &= \gamma_{f,НК} \times (1 + \mu)_{НК} \times P_{НК} \times \sum y_{НК,i} \times \eta_{НК} = \\ &= 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 196 \text{ кН} \times (0.277) \times (2 \cdot 1.235 + 2 \cdot 0.535) = 194,6 \text{ кНм}, \end{aligned} \quad (3.10)$$

де $\gamma_{f,НК}$ – коефіцієнт надійності для навантаження НК-80;

$(1 + \mu)_{НК}$ – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-80;

$P_{НК} = 20 \text{ Тс} = 194 \text{ кН}$ – навантаження на вісь навантаження НК-80;

$y_{НК,i}$ – ординати лінії впливу згинального моменту для навантаження НК-80;

$\eta_{НК}$ – ордината лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження НК-80.

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

$$M_{Н-13} = \gamma_{v,Н-13} \times (1 + \mu)_{Н-13} \times \sum (s_i \times \eta_{Н-13,i}) \times (\sum y_{Н-13,i} \times P_{2,Н-13}) = 1,4 \times 1,261 \times (0,388) \times (1,485 \cdot 121,2) = 123,3 \text{кНм}, \quad (3.11)$$

де s_2 – коефіцієнт смуг руху;

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

$(1 + \mu)_{Н-10}$ – динамічний коефіцієнт для навантаження Н-30;

$P_{Н-30,2} = 12,35 \text{ Тс} = 121,2 \text{ кН}$ – навантаження на другу вісь навантаження Н-13 (через однакове значення приймається рівним і для третьої осі);

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

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

Оскільки міст побудовано у 1968 році, коефіцієнти до навантаження прийнято у відповідності до навантаження Н-30 і НГ-60 за СН-200-62

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

$$M_{НГ} = \gamma_{f,НГ} \times (1 + \mu)_{НГ} \times q_{НГ} \times \sum \omega_{НГ,i} \times \eta_{НГ} = 1,1 \times 1,0 \times 117,7 \times (0,284) \times 4,300 = 158,1 \text{кНм}, \quad (3.12)$$

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

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

$q_{НГ} = 12 \text{ Тс/м} = 117,7 \text{ кН/м}$ – навантаження НГ-60;

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

η_{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 НГ-60, як більше із проєктних.

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	НГ-60	68,2	158,1	226,3	20%	181,0

За несну здатність приймаємо 181,0 кНм

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	$[M]$	181,0
2	Зусилля від постійних навантажень	$M_{пост}$	97,9
3	Допустиме тимчасове навантаження	$M_{сп}=[M]-M_{пост}$	83,1
4	Зусилля від навантаження Н-30	$M_{Н-30}$	162.1
5	Зусилля від навантаження Н-40	$M_{Н-40}$	169.8
6	Зусилля від навантаження А11	$M_{А11}$	210.1
7	Зусилля від навантаження НК-80	$M_{НК}$	194.6

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 Н-30/Н-40/A11 перевірочне рівняння набуває вигляду:

$$M_{гр} \geq M_{Н-30} + M_{тр},$$

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:

$$M_{гр} = [M] - M_{пост}$$

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

Для А11:

$$S_{тим}^{доп} = 83.1 \text{ кН} \cdot \text{м} < S^{AK} = 210.1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умову міцності не виконано

Для НК-80

$$S_{тим}^{доп} = 83.1 \text{ кН} \cdot \text{м} < S_{тимч.}^{НК80} = 194.6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умову міцності не виконано

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

$$\text{Навантаження А11:} \quad \delta = \left(1 - \frac{S_{тим}^{доп}}{S^{AK}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{83.1}{210.1}\right) \cdot 100 \approx 60.4\%$$

$$\text{Навантаження НК-80:} \quad \delta = \left(1 - \frac{S_{тим}^{доп}}{S^{НК}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{83.1}{194.6}\right) \cdot 100 \approx 57.3\%$$

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

Пропуск по мосту сучасного навантаження А11 та НК-80 не можливо. Також неможливий пропуск навантажень Н-30 і Н-40.

3.3 Висновок:

1. За результатами розрахунку міст не може пропускати сучасні навантаження А11 і НК-80, а також Н-30 і Н-40.

Міст може пропускати навантаження:

1) За вагою транспортного засобу:

- для трьохвісних вантажівок в колоні – 15,4 т;
- для п'ятивісних вантажівок в колоні – 19,6 т;
- для одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) – 34,2 т.

2) За навантаженням на вісь:

- для 2-хвісного візка – 6,2 т.
- для 3-хвісного візка – 3,9 т.
- для одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) – 14,0 т.

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

2. У залежності від рейтингу споруди визначаються наступні необхідні експлуатаційні заходи: проводяться обстеження за спеціальним графіком, виконують капітальний ремонт, відповідно до дефектів конструкцій обмежують рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами, за потреби розробляють спеціальні заходи із забезпечення безаварійного експлуатування моста.

3. Транспортна огорожа не відповідає вимогам ДБН В.2.3-22:2009;

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

5. Перильна огорожа не відповідає чинним нормам;

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

7. Опори мосту мають дефекти, що впливають на несну здатність конструкції і не відповідають чинним нормам.

8. Для подальшої безпечної експлуатації мосту необхідно виконати капітальний ремонт мосту у відповідності до чинних норм проектування:

- Відремонтувати або посилити опори мосту.
- Виконати ремонт прогонової.
- Перевлаштування сполучення мосту з підходами.
- Влаштування розподільчої монолітної плити проїзної частини із монолітними тротуарами.
- 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 КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ МОСТУ

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 виконати наступні роботи:

- розбирання проїзної частини мосту;
- ремонт кладки опор №0 та №1;
- ремонт плит прогонової будови;
- перевлаштування ділянок сполучення мосту з автодорожніми підходами;
- влаштування об'єднуючої монолітної залізобетонної плити проїзної частини;
- влаштування перильного огороження на мосту згідно вимог ДБН;
- влаштування бар'єрного огороження згідно вимог ДБН;
- влаштування напилювальної гідроізоляції згідно діючих норм;
- укладання асфальтобетонного покриття відповідно до вимог нормативних документів ДСТУ Б В.2.7-119:2011;
- укладання на тротуарах сучасного покриття згідно вимог ДБН;
- влаштування укріплення відкосів насипу;

Несуча здатність мосту, після проведення розробленого комплексу ремонтних робіт, буде задовольняти пропуску розрахункового навантаження (Н30, НК80).

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:

- сполучення мосту з насипами підходів виконано із влаштуванням монолітних залізобетонних перехідних плит МПП напівзануреного типу з обпиранням на монолітний лежень МЛ;

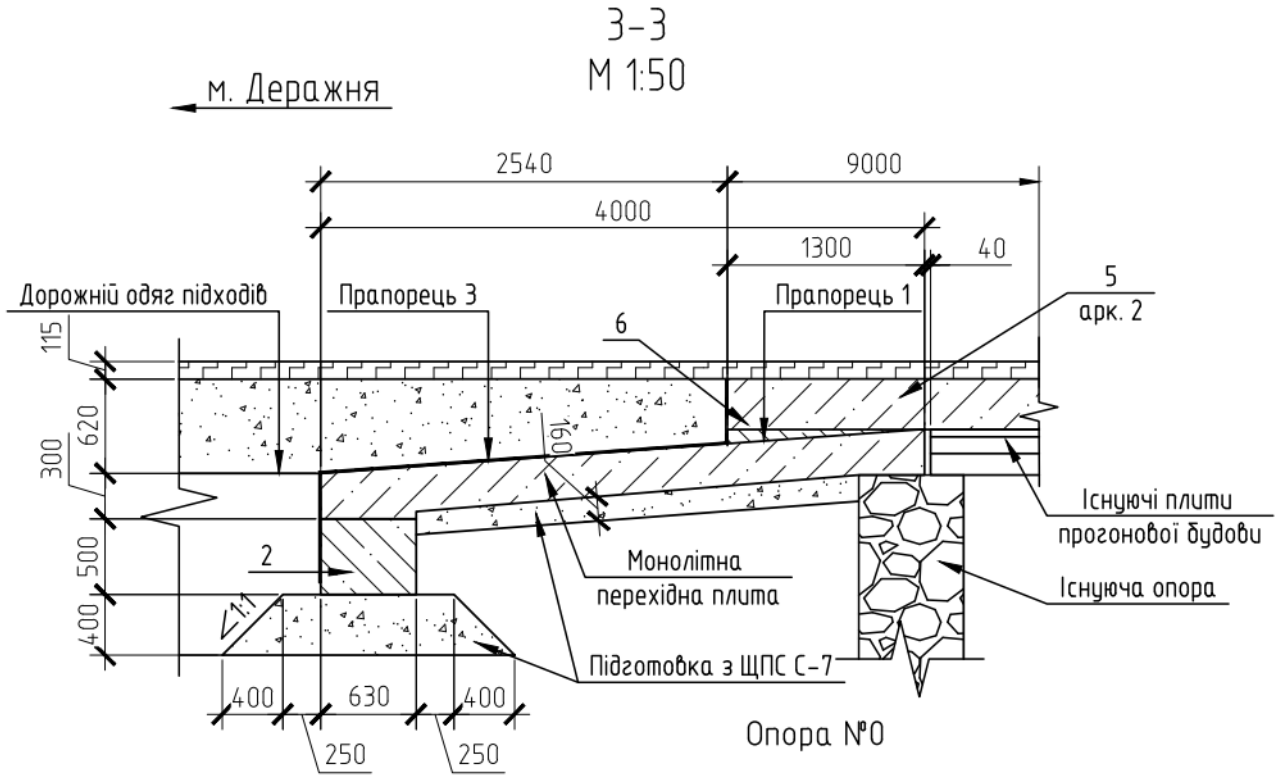


Рисунок 4.1 Переріз 3-3.

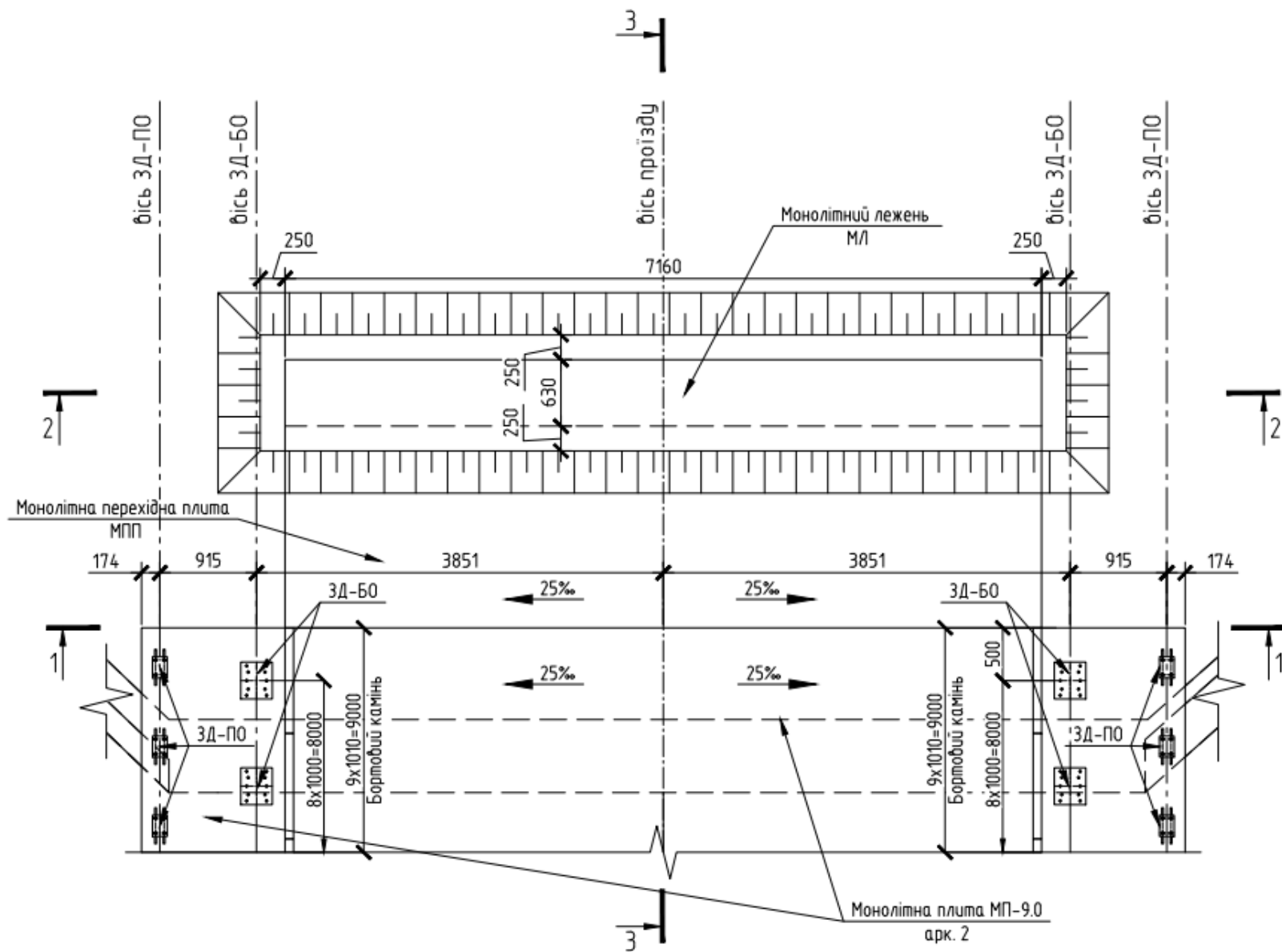


Рисунок 4.2 План сполучення мосту з насипом підходів.

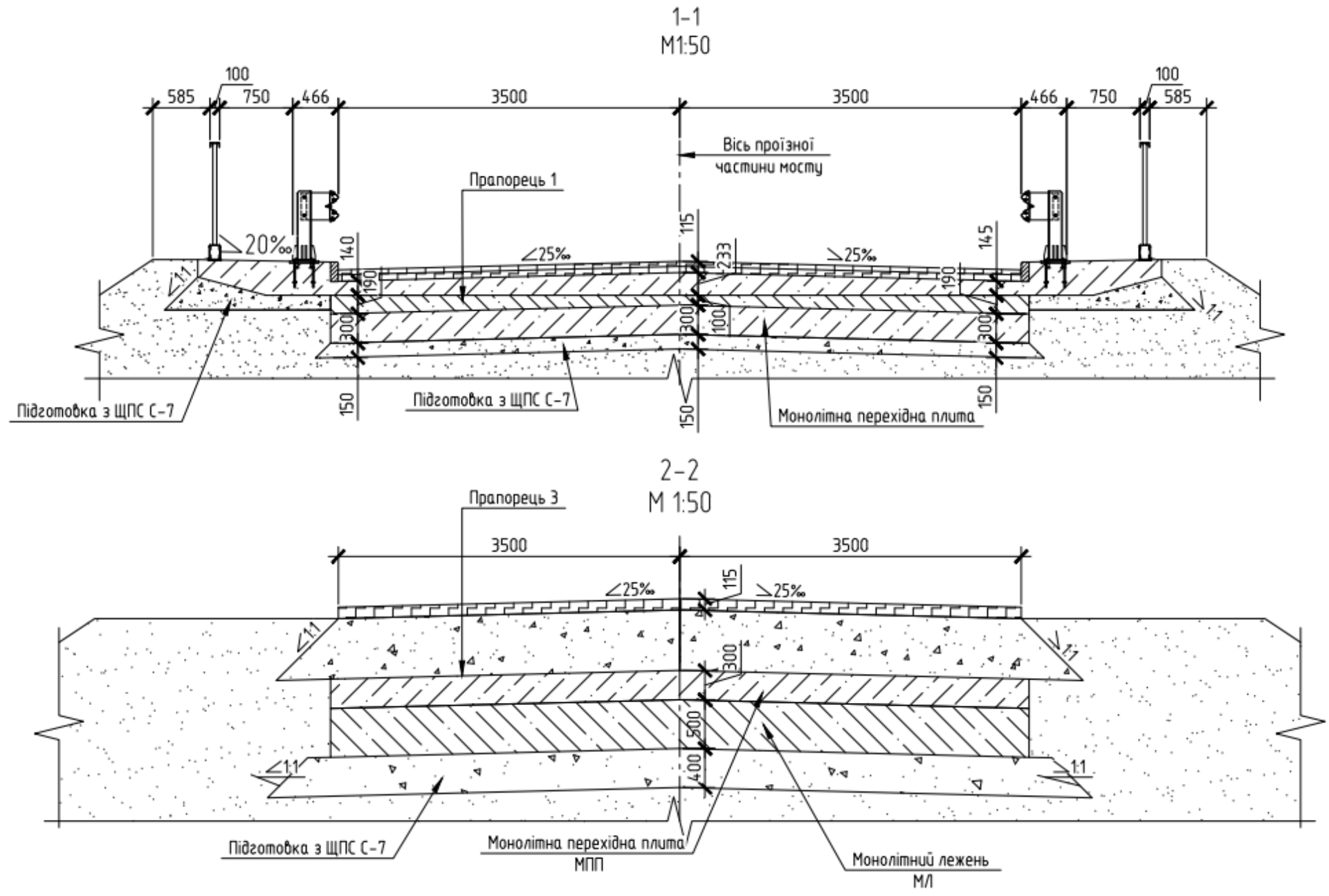


Рисунок 4.3 Перерізи 1-1 та 2-2.

- монолітна залізобетонна об'єднуюча плита проїзної частини, що укладається по плитам прогонових будов, товщиною 140-230 мм. Бетон дрібнозернистий важкий, класу В 35 по міцності, марки F300 по морозостійкості та водонепроникністю W8);
- монолітні службові тротуари шириною прохідної частини 0,75 м з установленням закладних деталей для кріплення стійок перильного та бар'єрного огороження;
- монолітна плита проїзної частини разом із тротуарами заходить на перехідні плити на 1,3 м, щоб не влаштовувати деформаційні шви;
- арматура періодичного профілю класу А500С, гладка арматура класу А240С за ДСТУ 3760:2019;
- бортовий камінь 1000x200x80 марки ГП-5 згідно ДСТУ Б В.2.7-246:2010;
- металеве бар'єрне огороження проїзної частини оцинковане, висотою огорожувальної частини 80 см, конструкція якого розроблена згідно вимог ДБН В.2.3-14:2006 "Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування." та ДСТУ Б.В.2.3-12-2004 "Споруди транспорту. Огороження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови";
- перильне огороження – металеве оцинковане, висотою огорожувальної частини 1,2 м, розроблено згідно вимог ДСТУ Б В.2.3-11-2004 "Огороження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови", кріплення панелей перил до закладних деталей в монолітних тротуарах;
- антикорозійне покриття закладних деталей (видимої частини) складається з одного шару ґрунтовки Sika Cor Zinc R товщиною 60 мкм, епоксидного розчину Sika Cor EG 1 товщиною 80 мкм та фінішного покриття Sika Cor EG 5 товщиною 80 мкм;

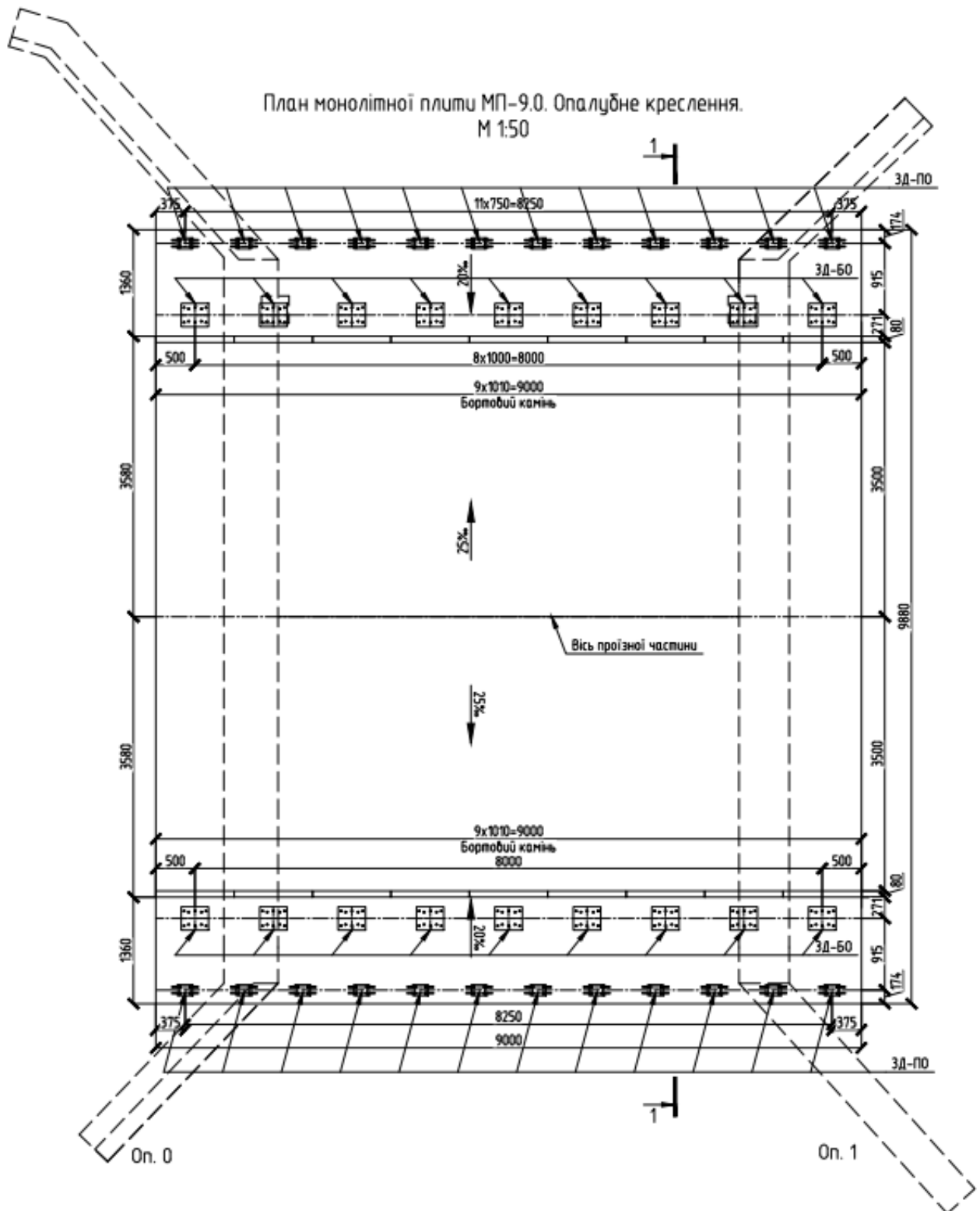


Рисунок 4.4 План монолітної плити.

- система гідроізоляції проїзної частини мосту наноситься на підготовлену бетону поверхню у наступній технологічній послідовності з обов'язковим додаванням каталізатору (відповідно до технічних карт матеріалів):
 - ґрунтування поверхні праймером PAR 1 Primer;
 - напилювальне гідроізоляційне покриття Eliminator Part A та Eliminator Part B;
 - сполучний шар, гідроізоляційного покриття з асфальтобетоном, із праймеру Bond Coat 3;
- зносостійке покриття тротуарів на мосту наноситься на підготовлену бетону поверхню у наступній технологічній послідовності:
 - ґрунтування поверхні праймером PAR 1 Primer;
 - напилювальне гідроізоляційне покриття Eliminator Part A та Eliminator Part B;
 - кольорове протиковзне покриття Safetrack SC, з присипкою базальтовою крихтою фр. 0,63-1,8 мм;
- дренажна система складається із дренажних блоків, ПЕ-6 атм. трубок Ø50 мм;
- дренажні канали виконуються із дренажних блоків мостового полотна полімербетонний 600x200x40, які укладаються на проїзній частині вздовж монолітних тротуарів на прогоновій будові, а також влаштовуються поперечні канали в місцях розташування дренажних трубок. Пазухи між гідроізоляцією та дренажними блоками заповнюються мілким гравієм;
- спеціальні дрібнозернисті розчини для захисту бетонних поверхонь від корозії торгової марки «Sika» або аналог;
- асфальтобетонне покриття проїзної частини двошарове, загальною товщиною 110 мм:
 - нижній шар $\delta=60\text{мм}$ - Дрібнозернистий асфальтобетон АСГ.Др.Щ.А.НП.І згідно з ДСТУ Б В.2.7-119:2011 на бітумі БНД 70/100 згідно ДСТУ 4044:2019;

- верхній шар $\delta=50\text{мм}$ – щебенево-мастиковий асфальтобетон ЩМА-20 на бітумі БМПП 50/70-65 згідно ДСТУ Б В.2.7-127:2015;
- укріплення конусу насипу виконується монолітним бетоном В20, F200, W6 $h=8$ товщиною 10 см, армований сіткою з вічком 200x200 мм катанкою $\Phi 6,5$, по шару щебня $h=10\text{см}$.

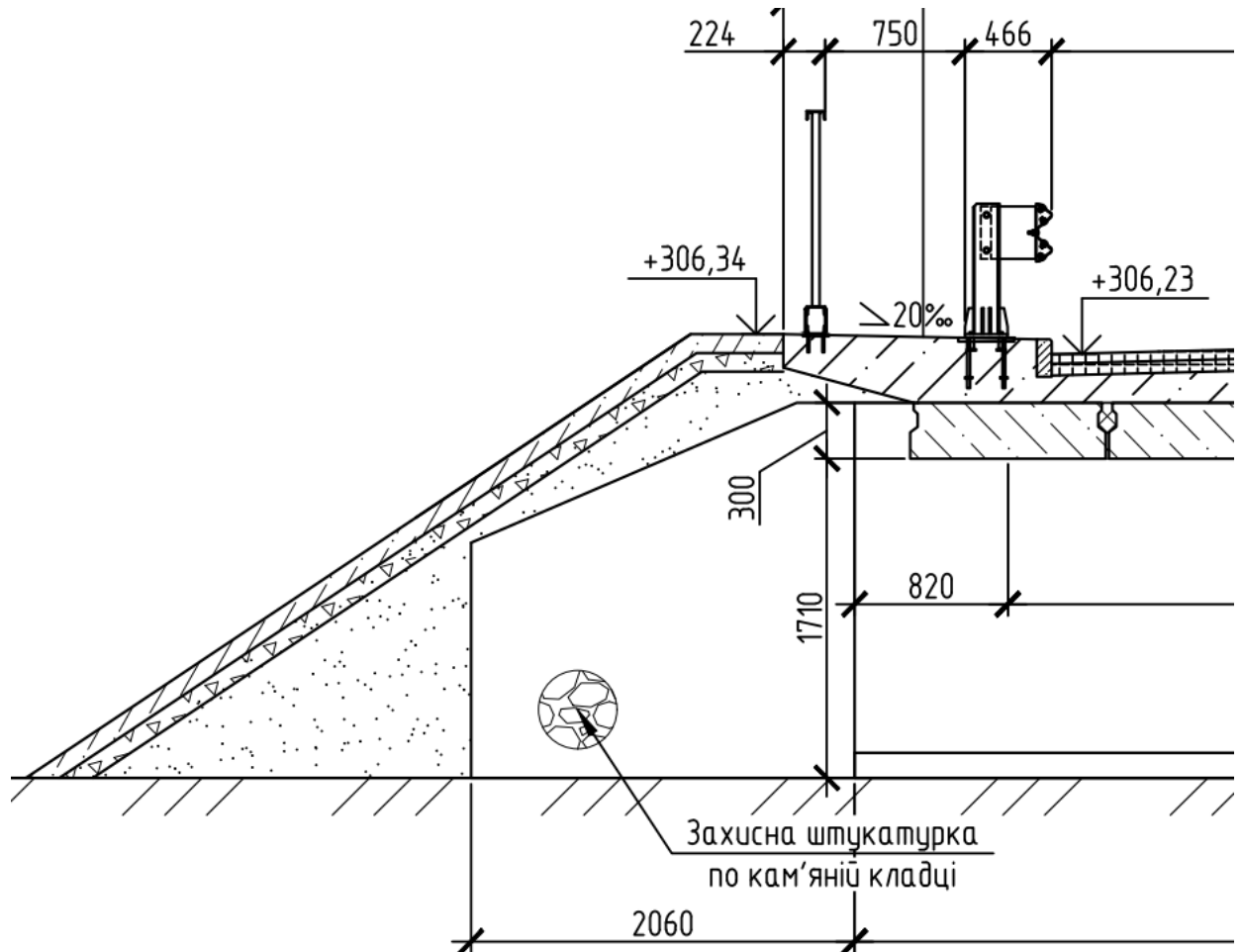


Рисунок 4.6 Укріплення конусу насипу монолітним бетоном

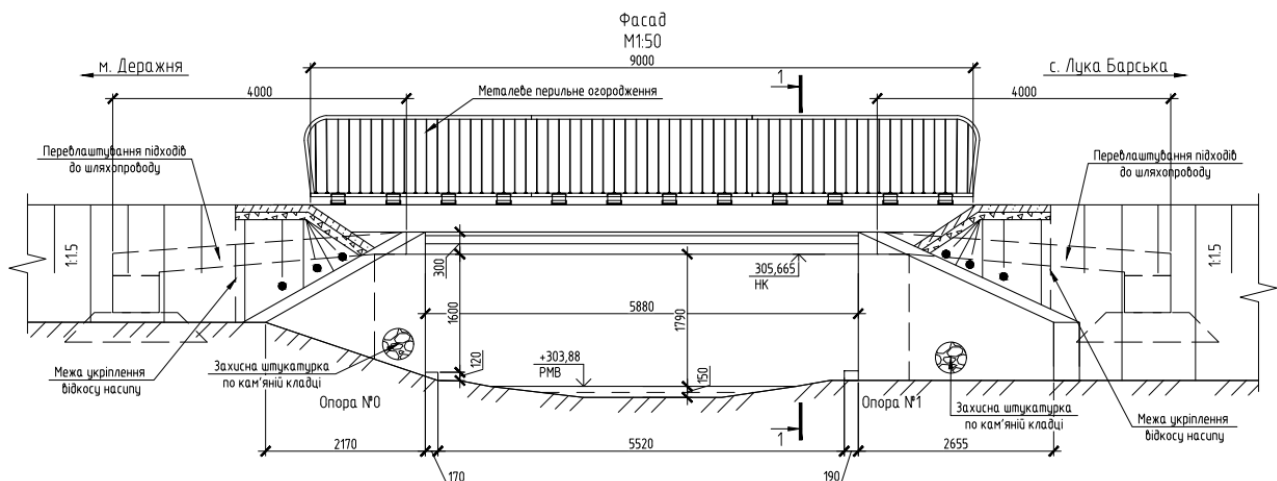


Рисунок 4.7 Фасад відремонтованого мосту.

Згідно ДБН В.1.2-14:2018 п.5.2 основні конструкції мосту (палі, ригелі, прогонові будови, перехідні плити) відповідають категорії відповідальності конструкції А1. Елементи мостового полотна відповідають категорії відповідальності конструкції Б. Укріплення конусу насипу відповідає категорії відповідальності конструкції В.

Ремонт дефектних ділянок залізобетонних поверхонь на мосту передбачений комплексом матеріалів і технологій «Sika» або аналог, з застосуванням спеціальних полімерних сумішей та композицій у суворій відповідності до затверджених технологічних карт на кожний вид робіт.

Всі поверхні конструкцій, що засипаються ґрунтом, покриваються обмазувальною гідроізоляцією.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Даним розділом установлюються основні вимоги до безпеки організації і виконання робіт по капітальному ремонту мосту км 32+520 автомобільної дороги загального користування державного значення Т-23-10 Голосків – Деражня – Лука Барська біля с. Згарок Хмельницького 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 виконання капітального ремонту мосту.

2. На основі проведених розрахунків, прийнято рішення по виконанню капітального ремонту плит прогонових будов мосту, ремонт кладки опор №0 та №1, влаштуванню монолітної залізобетонної об'єднуючої плити проїзної частини, що дасть можливість підвищити вантажопідйомність існуючого мосту.

3. Для виконання поставленої задачі необхідно виконати:

- розбирання проїзної частини мосту із повним закриттям руху;
- ремонт кладки опор №0 та №1;
- ремонт дефектних ділянок залізобетонних поверхонь на мосту передбачений комплексом матеріалів і технологій «Sika» або аналог, з застосуванням спеціальних полімерних сумішей та композицій у суворій відповідності до затверджених технологічних карт на кожний вид робіт;
- сполучення мосту з насипами підходів виконано із влаштуванням монолітних залізобетонних перехідних плит МПП напівзануреного типу з обпиранням на монолітний лежень МЛ;
- монолітна залізобетонна об'єднуюча плита проїзної частини, що укладається по плитам прогонових будов, товщиною від 140 мм до 230 мм з дрібнозернистий важкого бетону, класу В 35 по міцності, марки F300 по морозостійкості та водонепроникністю W8;
- монолітні службові тротуари шириною прохідної частини 0,75 м з установленням закладних деталей для кріплення стійок перильного та бар'єрного огородження;
- монолітна плита проїзної частини разом із тротуарами заходить на перехідні плити на 1,3 м, щоб не влаштовувати деформаційні шви;
- арматура періодичного профілю класу А500С, гладка арматура класу

A240C за ДСТУ 3760:2019;

- влаштування бортового каменю 1000x200x80 марки ГП-5 між проїзною частиною та монолітним тротуаром;

4. Формування монолітної плити здійснюється з урахуванням необхідності забезпечення поперечного двоскатного профілю проїзної частини, рівного 25 %. Профіль монолітного тротуару прийнятий односкатний у сторону проїзної частини та становить 20 %.

5. Габарит проїзної частини мосту Г-7,0 м, що забезпечує пропуск автотранспорту по двох смугах руху в кожному напрямку (b=3,0 м для IV категорії дороги) та смуги безпеки по 0,5 м з обох сторін.

6. Бар'єрне огороження проїзної частини (висотою 80 см) та перильне огороження службового тротуару (висотою 1,2 м) - металеве. Антикоровічний захист виконується методом «гарячого цинкування».

7. Влаштування системи гідроізоляції проїзної частини та зносостійкого покриття тротуарів мосту виконується на підготовлену бетону поверхню відповідно до технічних карт матеріалів.

8. Проведення капітального ремонту мосту, дає можливість підвищити існуючу вантажопідйомність та буде забезпечувати пропуск тимчасового навантаження Н30, НК80.

9. Обґрунтовано виконання капітального ремонту мосту. Забезпечено послідовність виконання робіт при будівництві. 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.