

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 проектних характеристик під час капітального ремонту автодорожнього мосту на дорозі III категорії на трасі Р-86 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)

/ Ігор ГАБЧЕНКО /

(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)

/ проф. Олег САБЛІН /

(підпис)

(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 characteristics during the overhaul of a road bridge on a category III road on the P-86 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 / Ihor HABCHEKHO /
(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 Габченку Ігорю Андрійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Відновлення проєктних характеристик під час капітального ремонту автодорожнього мосту на дорозі III категорії на трасі Р-86

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. Ремонт елементів мосту. 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)

Ігор ГАБЧЕНКО

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Віталій МІРОШНИК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

78 стор., 62 рисунків, 6 табл., 18 літературних джерел.

Об'єкт розробки – середній залізобетонний міст.

Мета роботи – розробка проекту капітального ремонту залізобетонного мосту на трасі 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 виконанню капітального ремонту балок прогонових будов та опор мосту, влаштуванню монолітної залізобетонної об'єднуючої плити проїзної частини, що дасть можливість підвищити вантажопідйомність існуючого мосту.

Згідно з проектними рішеннями передбачається виконати наступні роботи: розбирання проїзної частини по всій довжині мосту; ремонт ригелів та стійок опор №№0, 1, 2, 3; ремонт балок прогонових будов; перевлаштування ділянок сполучення мосту з автодорожніми підходами; влаштування об'єднуючої монолітної залізобетонної плити проїзної частини; влаштування деформаційних швів MAURER типу D80; влаштування перильного та бар'єрного огороження 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, БАЛКОВІ ПРОГОНОВІ БУДОВИ, ПАЛЕВІ ОПОРИ, ДЕФЕКТИ, РОЗРАХУНКУ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ, МОНОЛІТНА ПЛИТА, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
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	13
1.5 Підходи до мосту та підмостова зона	14
РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ МОСТУ	17
2.1 По прогонових будовах	17
2.2 По опорах та фундаментах	24
2.3 По мостовому полотну	33
2.4 По підходах до мосту та підмостовій зоні	35
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ	37
3.1 Загальні дані	37
3.2 Розрахунок прогонової будови для пропуску сучасного тимчасового навантаження	39
3.2.1 Визначення зусиль від постійного навантаження в плитах прогонової будови	39
3.2.2 Визначення зусиль від тимчасового навантаження в плитах прогонової будови	41
3.2.3 Розрахунок несної здатності нормального перерізу плити прогонової будови	49
3.3 Висновок:	53
РОЗДІЛ 4 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ МОСТУ	56
4.1 Основні положення	56
4.2 Конструктивні рішення	56
4.3 Дорожня частина, підходи до мосту	65
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
5.1 Основні небезпечні виробничі фактори	66
5.2 Роботи, що виконуються на об'єкті	68
5.3 Експлуатація машин і обладнання	69
5.4. Дії працівників та роботодавця в разі настання нещасного випадку	72
ВИСНОВКИ	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	76

ВСТУП

Поняття вузла сполучення мосту з ґрунтовим масивом берегового насипу, що трактується чинними нормами мостобудування, давно застаріло і не відображає всього різноманіття складних механізмів взаємодії з мостом та впливу несприятливих інженерно-геологічних умов на безпеку, експлуатаційну надійність та довговічність споруди.

У вузлі сполучення мосту з ґрунтовими масивами берегових схилів та підходів насипів слід включати не тільки перехідну плиту, але і певну ділянку схилу та насипу, включаючи їх до складу мостової споруди та проектуючи по мостових нормах.

Примикаючи до мосту берегові схили дуже часто в силу своєї геологічної будови приховують у собі потенційну зсувну небезпеку. Зсуви, що стабілізувалися з часом, активізуються при техногенних впливах на потенційно зсувний схил. Таким впливом є насамперед завантаження схилу вагою насипу підходів.

Перевірка стійкості положення вузла сполучення мосту зі схилом та насипом на зсув по круглоциліндричній або іншій поверхні ковзання із захопленням ґрунтів основи повинна проводитися за будь-якої висоти насипу підходів.

Інженерно-геологічні дослідження повинні включати побудову поздовжнього розрізу з діаметрами, що закінчується не біля кінця мосту, а захоплюючи прилеглі ділянки насипу. Необхідна також спеціальна зсувна зйомка ділянки будівництва мосту.

Найбільш економічно ефективним є влаштування протизсувної армоґрунтової системи із високоміцної геосинтетички, прошарки якої повинні перетинати небезпечну поверхню ковзання та забезпечувати необхідний (нормований) коефіцієнт стійкості не менше 1,4.

Наявність у геомасиві берегового схилу ослаблених ґрунтів з низькими міцнісними та деформативними характеристиками вимагає прийняття

спеціальних технічних рішень щодо мінімізації осад насипу для збереження дорожнього покриття. Найбільш ефективним являється влаштування «висячого», безосадового насипу на палевому полі та мембрані із високоміцної геосинтетички.

При проектуванні мостових споруд у сейсмічних районах слід враховувати не лише зміни фізико-механічних характеристик ґрунтів під дією землетрусів, але й особливість теоретичних рішень взаємодії несучих елементів засад з ґрунтовими середовищами.

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА МОСТУ ТА ЙОГО СКЛАД

1.1 Загальні дані

Автодорожній міст через річку Калюс знаходиться на км 95+873 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.

Міст перетинає річку Калюс під кутом у прогоні 1-2. Течія річки зліва-направо по рахунку кілометрів. Річка несудноплавна, течія - плинна, швидкість течії 0,15 м/с. Регуляційні споруди відсутні. Підмостовий габарит – 4,43 м. Глибина води в річці за даними замірів на період обстеження становить 0,5 м.

Тип споруди – балкова розрізна, із збірного залізобетону. Поздовжня схема 3x16,76 м.

Міст розташований в плані між суміжними кривими, а профілі на опуклій кривій. Підходи до мосту знаходяться на увігнутих кривих – зі сторони м. Дунаївці $R=930$ м, зі сторони м. Могилів-Подільський $R=1500$ м.

Загальна довжина моста 50,41 м. Габарит проїзної частини по ширині 6,92 плюс два тротуари по 1,0 м. Загальна ширина мостового полотна – 9,8 м.

Отвір моста 40,87 м.

Проектне розрахункове навантаження Н-30 і НК-80.

Міст побудований у 1956 р. У 1982 році проводився капітальний ремонт мосту. Проектна 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 48.814522, 27.287141). Схема (план, фасад і розрізи) мосту наведені на аркуші №1.



Рис. 1.1. Загальний вид мосту праворуч по ходу кілометрів

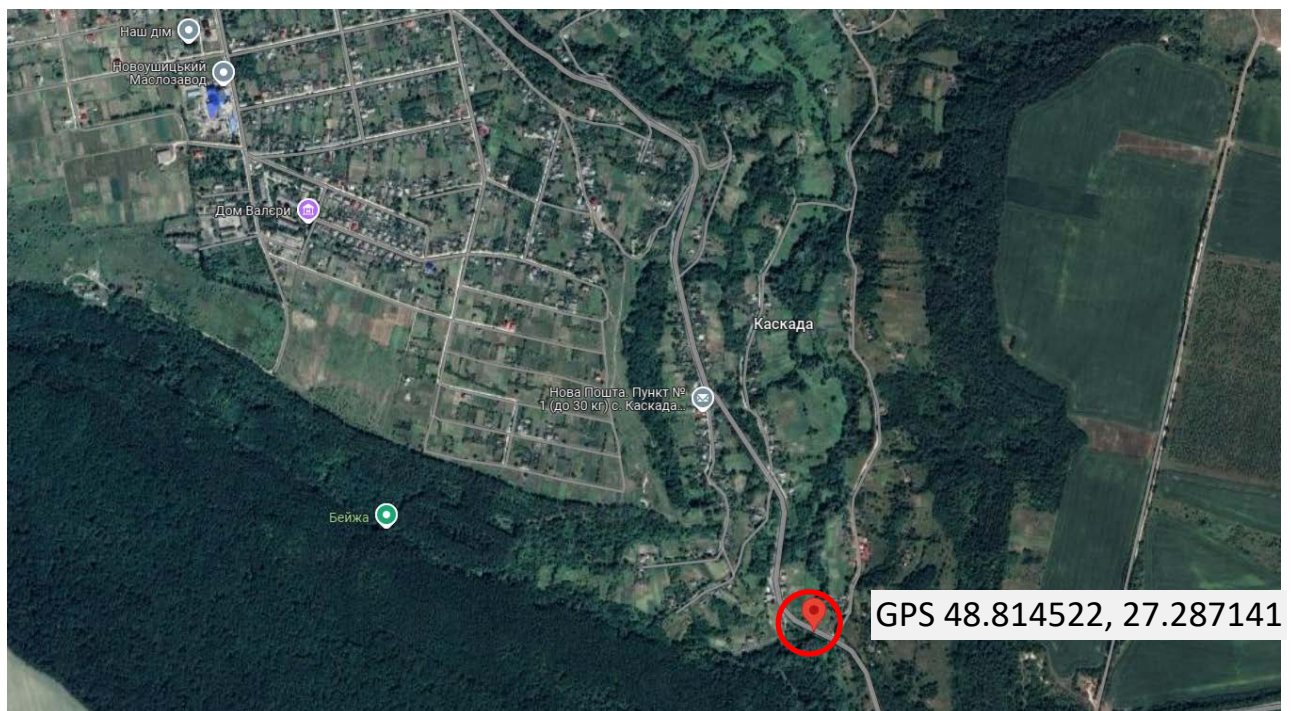


Рис. 1.2. Викопіювання із карти Хмельницької області з позначенням координат мосту (Google maps)

1.2 Прогонові будови

Прогонові будови – балкові, розрізні із збірною залізобетону, двотаврового перерізу, з діафрагмами. Розрахункова довжина прогонової будови – $l_p = 16,2$ м, повна довжина $l_{п} = 16,76$ м.

Розрахункове навантаження Н-30, НК-80.

В прогоні 0-1, 1-2, 2-3 встановлені балки за типовим проектом Вип. ВТП-16 з попередньо напруженою арматурою із високоміцного дроту діаметром 5 мм. Кожна прогонова будова в поперечному напрямку складається із десяти балок, встановлених на оголовках опор із середнім кроком 84 см (рис. 1.3). Між собою балки об'єднані діафрагмами. По довжині прогону встановлено сім діафрагм з кроком 2,7 м. Діафрагми між собою об'єднані за допомогою закладних деталей у вигляді металевих пластин з омонолічуванням бетоном.

Вид на прогонову будову 1-2 знизу наведено на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Вид на прогонову будову 1-2 знизу та проміжну опору №2

1.3 Опори та опорні частини

Опорні частини – відсутні. Плити прогонових будов встановлені на два шари руберойду.

Стояни мосту №0 і №3 – залізобетонні, пальові дворядні, обсіпні. Палі перерізом 30×35 см. В поперечному напрямку встановлено 12 палей (по 6 у ряду), які поверху об'єднані ригелем (насадкою) довжиною – 8,92 м, шириною – 1,2 м, висотою – 0,4 м.

Загальний вид стояна №3 наведено на рис. 1.4.

Проміжні опори №1 та №2 – залізобетонні, пальові дворядні. Палі перерізом 30×35 см. В поперечному напрямку встановлено 12 палей (по 6 у ряду), які поверху об'єднані ригелем (насадкою) довжиною – 8,92 м, шириною – 1,2 м, висотою – 0,4 м.

З верхової сторони мосту перед проміжними опорами №1 та №2 влаштований льодоріз. Який складається з 3-х забитих палей перерізом 30x35 см, які поверху об'єднані насадкою довжиною – 1,0 м, шириною – 1,2 м, висотою – 0,4 м. На крайній палі влаштований металевий кутик на всю висоту палі. На опорі №1 простір між палями зароблений бетоном.

Загальний вид проміжної опори №1 наведено на рис. 1.5.



Рис. 1.4. Загальний вид стояна №4



Рис. 1.5. Загальний вид проміжної опори №1 (вид зі сторони опори №0)

1.4 Мостове полотно та експлуатаційні облаштування

Габарит проїзної частини по ширині Г6,92 плюс два тротуари по 1,0 м. Загальна ширина мостового полотна – 9,8 м.

На проїзній частині укладено асфальтобетонне покриття.

Горизонтальна розмітка відсутня.

Вид на проїзну частину мосту наведено на рис.1.6.

Тротуари – накладні залізобетонні блоки з колесовідбійним брусом, розміром блоку 2,99x1,65x0,08(h) м. Покриття на тротуарах – відсутнє. Між проїзною частиною та тротуаром влаштована транспортна огорожа парапетного типу, що є частиною накладного залізобетонного тротуарного блоку. Висота транспортної огорожі над проїзною частиною – 0,54-0,59 м.

Поручнева огорожа ліворуч та праворуч по ходу кілометрів – металева, висотою 114 см. Поручень, основа і поручневе заповнення виконані із смугового металу 50x10 мм, крок заповнення 20 см.

На рис. 1.7 наведено вид на тротуар, транспортне і поручневе огородження ліворуч по ходу кілометрів.



Рис. 1.6. Загальний вид на проїзну частину мосту



Рис. 1.7. Транспортне і поручневе огороження ліворуч по ходу кілометрів

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

Над опорами №№0-3 влаштовані деформаційні шви закритого типу.

Освітлення на мосту відсутнє.

1.5 Підходи до мосту та підмостова зона

Підходами до мосту є автомобільна дорога загального користування державного значення Р-86 Гуків - Дунаївці - Могилів-Подільський. Категорія автомобільної дороги – III.

Ширина автодороги на підходах до мосту:

- зі сторони м. Дунаївці становить 5,6 м;
- зі сторони м. Могилів-Подільський становить 5,5 м.

Підхід до мосту зі сторони м. Дунаївці та м. Могилів-Подільський наведено на рис. 1.8 та 1.9.

Покриття проїзної частини на підходах – асфальтобетон.

Перехідні плити – відсутні.

На проїзній частині підходів горизонтальна дорожня розмітка відсутня.



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



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

На підходах до мосту з обох сторін встановлені дорожні знаки 1.5.1 «Звуження дороги» з обох сторін. Дорожні знаки, які б обмежували швидкість руху автотранспорту чи вантажопідйомність відсутні.

На підходах до мосту встановлена бар'єрна огорожа з профільної балки W-подібного перерізу на металевих стояках із швелера №12, крок стійок – 2,0 м. Висота огороження 67-83 см від проїзної частини.

На підходах до мосту над опорами №0 та №3 влаштовано по одному накладному залізобетонному тротуарному блоку з колесовідбійним брусом, розміром блоку 2,99x2,15x0,08(h) м. Далі на підходах до мосту пішохідні тротуари відсутні.

На підході до мосту зі сторони м. Дунаївці на відстані 15 м від опори №0 проїзну частину під кутом перетинають 2 електрокабелі, що змонтовані на дерев'яних опорах.

На підході до мосту зі сторони м. Могилів-Подільський на відстані 16 м від опори №3 проїзну частину під кутом перетинають 7 електрокабелів, що змонтовані на залізобетонних опорах. Відразу за з/б стовпом ліворуч за ходом кілометражу поворот на ґрунтову дорогу.

Конуси насипів біля опор №0 та №3 укріплені 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;
- 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 прогонових будов мосту виявлені наступні дефекти:

1. Патьоки брудного та зеленого кольору по нижній та боковій поверхні балок Б1 та Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (рис. 2.1).

2. Відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією горизонтальної каркасної арматури ребра балки Б1 та Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (рис. 2.1).

3. Відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поздовжньої арматури по низу плити проїзної частини балки Б1 та Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (рис. 2.1).

4. Скол бетону на торцевій частині зовнішньої консолі плити балок Б1, Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Патьоки брудного та зеленого кольору по нижній та боковій поверхні балки Б10 прогонових будов 0-1 та 1-2, відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією каркасної арматури ребра балки Б10 та корозією поздовжньої арматури по низу плити проїзної частини балки, скол бетону на торцевій частині зовнішньої консолі плити балки Б10

5. Руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури у діафрагмах з зовнішньої сторони балок Б1 та Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (рис. 2.2).

Щоб усунути вказані дефекти необхідно влаштувати монолітну плиту проїзної частини із монолітними тротуарами. Рекомендується виконати підсилення або заміну балок Б1 та Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3.



Рис. 2.2. Руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури у діафрагмах з зовнішньої сторони балки Б10 прогонової будови 0-1

6. Розладнання в герметизації поздовжніх швів між балками Б1-Б2 та Б9-Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (рис. 2.3).

7. Іржаві патьоки та сліди вилуговування цементного каменю між балками Б1-Б2 та Б9-Б10 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (див. рис. 2.3).

8. Сліди вилуговування цементного каменю між балками Б2-Б9 прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3 (див. рис. 2.4).

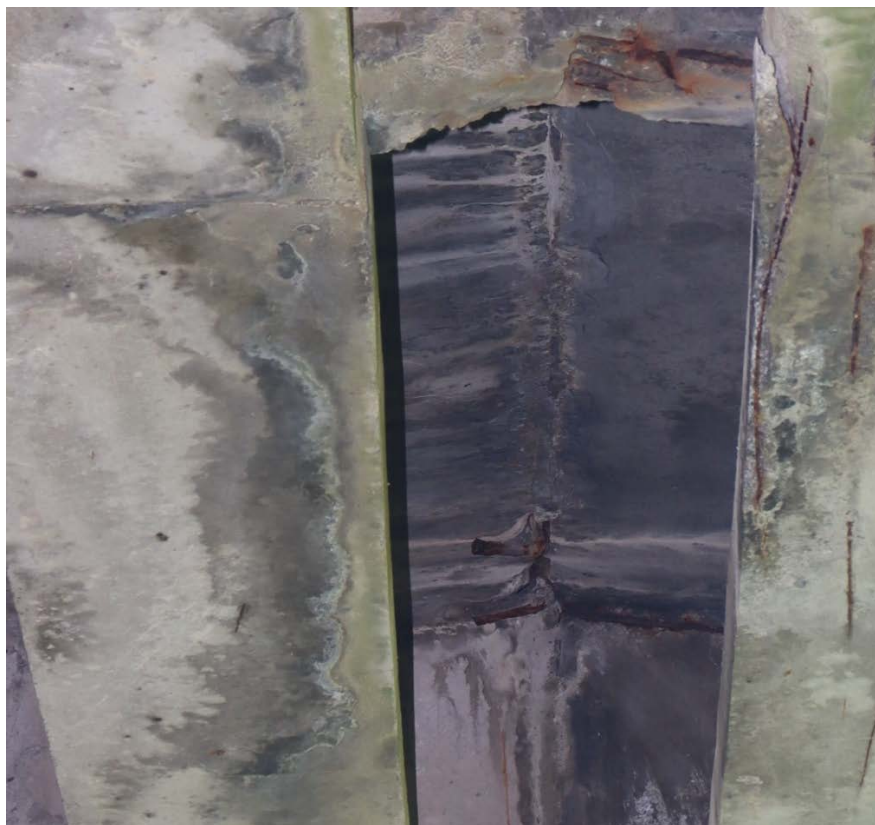


Рис. 2.3. Розладнання в герметизації поздовжніх швів, іржаві патьоки та сліди вилуговування цементного каменю між балками Б9-Б10 прогонової будови 2-3



Рис. 2.4. Сліди вилугування цементного каменю між балками Б2-Б3 прогонової будови 0-1

9. Корозія закладних деталей та розрив накладок в об'єднаннях діафрагм між балками Б1-Б2 та Б9-Б10 прогонових будов 0-1, 1-2 та 2-3 (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Корозія закладних деталей та розрив накладок в об'єднаннях діафрагм Д4 між балками Б9-Б10 прогонової будови 0-1

10. Відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поздовжньої попередньо напруженої арматури понизу ребра балок Б1, Б2, Б4, Б9, Б10 прогонової будови 0-1; балок Б1, Б2, Б3, Б6, Б7, Б9, Б10 прогонової будови 1-2; балок Б1-Б5, Б9, Б10 прогонової будови 2-3 (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Відшарування захисного шару бетону з оголенням і поздовжньої попередньо напруженої арматури понизу ребра балки Б3 прогонової будови 2-3

11. Руйнування бетону з вивалами, оголенням, корозією, провисанням та розривом поздовжньої робочої попередньо напруженої арматури по низу ребра балок Б1, Б9, Б10 прогонової будови 0-1 (рис. 2.7); по низу ребра балок Б2, Б9, Б10 прогонової будови 1-2; по низу ребра балки Б10 прогонової будови 2-3 (рис. 2.8).



Рис. 2.7. Руйнування бетону з вивалами, оголенням, корозією, провисанням та розривом поздовжньої робочої попередньо напруженої арматури по низу ребра балки Б10 прогонової будови 0-1



Рис. 2.8. Руйнування бетону з вивалами, оголенням, корозією, провисанням та розривом поздовжньої робочої попередньо напруженої арматури по низу ребра балки Б10 прогонової будови 2-3

12. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією поздовжньої робочої попередньо напруженої арматури в місці обпирання балок Б1, Б2, Б9, Б10 прогонової будови 0-1 на опорі №1 (рис 2.9); балок Б1, Б2 прогонової будови 1-2 на опорі №1; балок Б2, Б3 прогонової будови 2-3 на опорі №2.



Рис. 2.9. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури в місці обпирання балок Б9 та Б10 прогонової будови 0-1 на опорі №1

13. Плями іржі по низу балок Б1-Б10 прогонових будов 1-2, 2-3. Причиною появи вказаного дефекту є перебування конструкції у вологому середовищі, а також дія навколишнього середовища.



Рис. 2.10. Плями іржі по низу балок Б1-Б10 прогонової будови 1-2

14. Щербенистість, сколи і каверни в бетоні на нижньому поясі балок Б1-Б10 прогонових будов 0-1, 1-2 та 2-3 (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Щербенистість, сколи і каверни в бетоні на нижньому поясі балки Б1 прогонової будови 0-1

2.2 По опорах та фундаментах

При обстеженні опор мосту небезпечних деформацій, кренів чи просідання не виявлено.

Виявленні наступні загальні дефекти і пошкодження на опорах та фундаментах мосту №0, №1, №2 та №3:

1. Щербенистість бетону по нижній поверхні ригелів та локально у палях опор №№0-3 (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Щербенистість бетону по нижній поверхні ригеля та локально у палі П1 на опорі №1

2. Бетон ригелів і палей усіх опор має білий колір з брудними і зеленкуватими патьоками, проти природнього сірого. Що є ознаками фізичної і біологічної корозії бетону ригелів опор. Причиною появи вказаного дефекту є розладнання в деформаційних швах із-за чого волога з проїзної частини просочується на поверхню ригеля і призводить до його замочування. Внаслідок чого в бетоні відбуваються корозійні процеси з вимиванням його складових, в даному випадку вилуговування цементного каменю (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Сліди вилуговування і діяльності мікроорганізмів на поверхні ригеля та палі опори № 2

Опора № 0.

1. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури до 10% перерізу по поверхні ригеля зверху під балкою Б1 та над палею П5 по низу ригеля (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури до 10% перерізу по поверхні ригеля зверху під балкою Б1 та над палею П5 по низу ригеля

Опора № 1.

1. Сітка усадочних тріщин з перевагою похилих по торцю ригеля праворуч по ходу кілометрів (рис. 2.15). Причина появи дефекту – порушення технології виготовлення. Тріщини виникли при твердінні бетону із-за нерівномірності процесу усадки. При подальшому розвитку дефекту без його усунення тріщини можуть розвинутися у силові.



Рис. 2.15. Сітка усадочних тріщин з перевагою похилих по торцю ригеля опори №1 праворуч по ходу кілометрів

2. Відшарування захисного шару бетону, вертикальна тріщина вздовж робочої арматури на всю висоту палі П5 першого ряду зі сторони опори №0 (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Відшарування захисного шару бетону, вертикальна тріщина вздовж робочої арматури на всю висоту палі П5 на опорі №1 зі сторони опори №0

3. Вертикальна тріщина вздовж робочої арматури у палі П6 першого ряду та у палі П5 другого ряду в місці її об'єднання із ригелем (рис. 2.17).

4. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури у палях П1 та П5 першого ряду та палі П5 другого ряду в місці їх об'єднання з ригелем (див. рис. 2.12 та 2.18).



Рис. 2.17. Вертикальна тріщина вздовж робочої арматури у палі П6 першого ряду в місці її об'єднання із ригелем



Рис. 2.18. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури у палі П5 першого ряду в місці її об'єднання з ригелем

5. Локальне відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поперечної арматури по палям П3, П4 та П5 першого ряду та палі П4 другого ряду (рис. 2.19).

6. Локальне руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією поздовжньої (вертикальної) арматури палі П1 у двох рядах (рис. 2.20).



Рис. 2.19. Локальне відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поперечної арматури по палям П3, П4 та П5 першого ряду та палі П4 другого ряду



Рис. 2.20. Локальне руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією поздовжньої (вертикальної) арматури палі П1 у першому рядуі

7. Поздовжні тріщини по боковій поверхні ригеля вздовж робочої арматури зверху та знизу між палями П2-П5 зі сторони опори №2 (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Поздовжні тріщини по боковій поверхні ригеля вздовж робочої арматури зверху та знизу між палями П2-П5 зі сторони опори №2

Опора № 2.

1. Поздовжня тріщина по низу ригеля вздовж робочої арматури між палями П5-П6 зі сторони опори №3 (рис. 2.22).

2. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури до 15% перерізу по низу ригеля між палями П5-П6 та по низу й боковій поверхні ригеля знизу від торця до палі П2 зі сторони опори №3 (див. рис. 2.22, 2.23).



Рис. 2.22. Поздовжня тріщина по низу ригеля вздовж робочої арматури між палями П5-П6 зі сторони опори №3, руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури до 15% перерізу по низу ригеля між палями П5-П6



Рис. 2.23. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури до 15% перерізу по низу й боковій поверхні ригеля знизу від торця до палі П2 зі сторони опори №3

3. Локальне відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поперечної арматури по палям П1, П2, П5 та П6 першого ряду (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Локальне відшарування захисного шару бетону з оголенням і корозією поперечної арматури по палям П5 першого ряду

4. По низу всіх палей у змінному рівні води бетон має брудний колір і сліди вилуговування цементного каменю (рис. 2.25).

5. Відхилення палі П6 першого ряду від проектного положення (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Відхилення палі П6 першого ряду від проєктного положення
Опора № 3.

1. Вертикальна тріщина, руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури у палях П1 та П2 в місці її об'єднання із ригелем (рис. 2.26).

2. Похила силова тріщина з переходом у горизонтальну вздовж робочої арматури ригеля під балками Б1-Б2 прогонової будови 2-3 (рис. 2.27).



Рис. 2.26. Вертикальна тріщина, руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури у палі П2 в місці її об'єднання із ригелем



Рис. 2.27. Похила силова тріщина з переходом у горизонтальну вздовж робочої арматури ригеля під балками Б1-Б2 прогонової будови 2-3

3. Відшарування захисного шару бетону, поздовжні тріщини по боковій поверхні ригеля вздовж робочої арматури знизу від торця до палі П5 (рис. 2.28).



Рис. 2.29. Відшарування захисного шару бетону, поздовжні тріщини по боковій поверхні ригеля вздовж робочої арматури знизу від торця до палі П5

4. Скол бетону на куті шафової стінки праворуч по ходу кілометражу (рис. 2.30).



Рис. 2.30. Скол бетону на куті шафової стінки праворуч по ходу кілометражу

2.3 По мостовому полотну

При обстеженні мостового полотна виявлені наступні дефекти і пошкодження.

1. Лущення фарби на металевій поручневій огорожі, висота огороження не відповідає чинним нормам (рис. 2.31).

2. Відсутнє покриття на пішохідних тротуарах ліворуч та праворуч по ходу кілометрів (рис. 2.31).



Рис. 2.31. Лущення фарби на металевій поручневій огорожі, висота огороження не відповідає чинним нормам, відсутнє покриття на пішохідних тротуарах

3. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та корозією арматури парапетного огороження з внутрішньої сторони тротуару на опорі №2 ліворуч по ходу кілометражу.

4. Сітка тріщин в асфальтобетонному покритті проїзної частині мосту (рис. 2.32).
5. Вибоїни та ями в покритті глибиною до 5 см площею 20% від загальної площі проїзної частини (рис. 2.32).
6. Отвори водовідвідних трубок у прогонах 0-1..2-3 закриті асфальтобетонним покриттям на проїзній частині мосту.
7. Розладнання в роботі деформаційних швів і просочування води на оголовки всіх опор.
8. Поперечні тріщини та руйнування асфальтобетонного покриття на проїзній частині мосту в місці влаштування деформаційних швів на опорах №№0-3 (рис. 2.33).



Рис. 2.32. Сітка тріщин в асфальтобетонному покритті проїзної частини мосту, вибоїни та ями в покритті глибиною до 5 см площею 20% від загальної площі проїзної частини



Рис. 2.33. Поперечні тріщини та руйнування асфальтобетонного покриття в місці влаштування деформаційного шва на опорі №0

2.4 По підходах до мосту та підмостовій зоні

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

1. Сітка тріщин в асфальтобетонному покритті проїзної частині підходів до мосту (рис. 2.34).
2. Вибоїни та ями глибиною до 3 см в асфальтобетонному покритті проїзної частини (рис. 2.34).



Рис 2.34. Сітка тріщин, вибоїни та ями в асфальтобетонному покритті на підходах до мосту зі сторони м. Могилів-Подільський

3. Відсутність плавного заїзду на міст з обох сторін (рис. 2.35).



Рис. 2.35. Відсутність плавного заїзду на міст зі сторони м. Могилів-Подільський

4. Відсутність укріплення (мостіння) конусів насипів безпосередньо під спорудою на стоянах №0 та №3. Поверхня конусів не спланована, має глибокі промоїни і потребує значних обсягів досипки у зв'язку з просіданням та вимиванням ґрунту (рис. 2.36).



Рис. 2.36. Відсутність укріплення (мостіння) конусу насипу безпосередньо під спорудою на стояні №0

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

Таблиця 2.1

Група конструктивних елементів	Експлуатаційний стан	Надійність, Pt	Характеристика безпеки, bi
Мостове полотно	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9648	1,81
Прогонові будови	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9756	1,97
Опори	Стан 3 - працездатний	0,9834	2,13
Фундамент	Стан 3 - працездатний	0,9898	2,32
Підходи	Стан 4 - обмежено працездатний	0,9648	1,81

Експлуатаційний стан моста класифікується як найнижчий із показників експлуатаційних станів елементів визначальної групи (прогонової будови, опор, фундаментів), і приймається як **стан 4 – обмежено працездатний стан**.

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 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

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 балка, збираємо навантаження саме на неї. Поперечний переріз прогонової будови наведено на рис. 3.1. Збір навантажень проведено у таблиці 3.1.

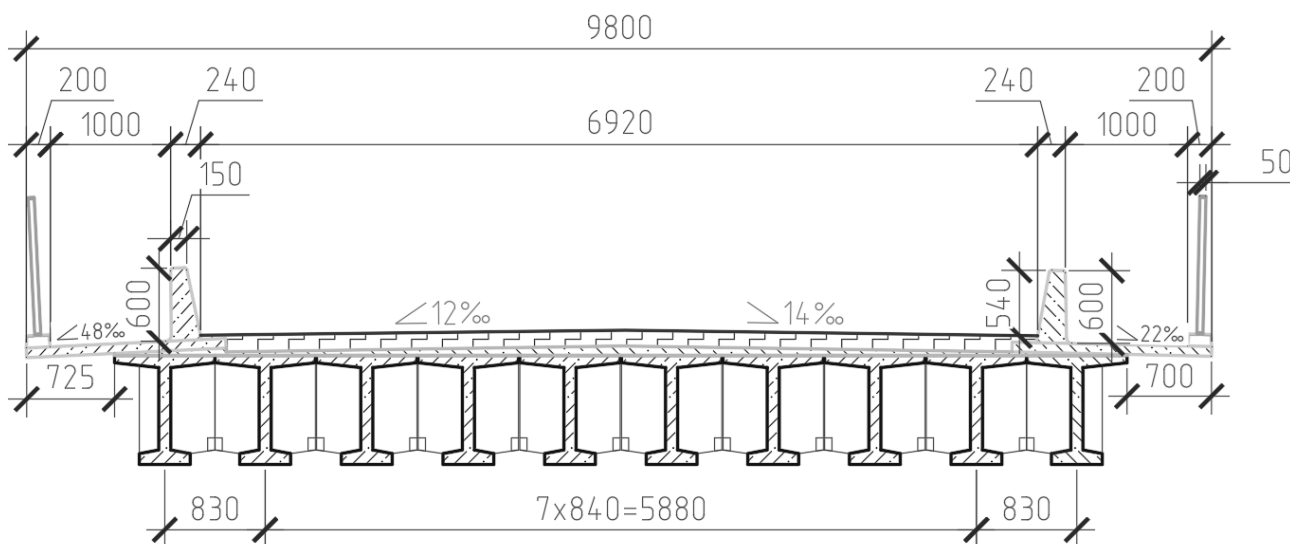


Рисунок 3.1. Поперечний переріз прогонової будови моста

Згідно з табл. 6.2 ДБН В.1.2-15 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 13 см площа $A = 6.9 \times 0.13 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 23 \text{ кН/м}^3$	20,63	2	41,26
2	Вирівнюючий шар бетону середньою товщиною 4 см площа $A = 8.37 \times 0.04 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24 \text{ кН/м}^3$	8,04	2	16,07
3	Балки прогонової будови за типовим 0,612 т/м кількість $n = 10$ шт	60,04	1,25	75,05
4	Бар'єрне огороження з тротуарним блоком і підливкою площа $A = 0,246 \text{ м}^2$ щільність $\rho = 24 \text{ кН/м}^3$	11,81	1,25	14,76
5	Перильне огороження по 0,7 кН/м	1,40	1,25	1,75
6	Навантаження на п.б. Σ	101,91	–	148,89

За результатами розрахунку визначені такі постійні навантаження на прогонову будову: характеристичне постійне навантаження $\Sigma g_{\text{пост,хар}} = 101,91 \text{ кН/м}$ та розрахункове постійне навантаження $\Sigma g_{\text{пост}} = 148,89 \text{ кН/м}$. Виходячи з припущення, що постійне навантаження розподіляється рівномірно між усіма десятьма плитами прогонової будови, постійні навантаження на одну плиту становитимуть:

- характеристичне постійне навантаження $g_{\text{пост,хар}} = 10,19 \text{ кН/м}$;
- розрахункове постійне навантаження $g_{\text{пост}} = 14,89 \text{ кН/м}$.

Прогонова будова моста – статично розрізна із загальною довжиною прогону 16,76 м. За розрахункову довжину прогону приймаємо 16,2 м у відповідності до типового проєкту. 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:

$$M = 1,1 \cdot q \times \frac{l_p^2}{8} = 1,1 \cdot (14,89) \cdot \frac{16,2^2}{8} = 610,5 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.2)$$

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.

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.

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

Навантаження від автотранспортних засобів на кожен смугу навантаження приймається у вигляді рівномірно розподіленого з інтенсивністю $v = 0,98K$ кН/м (0,1К 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.

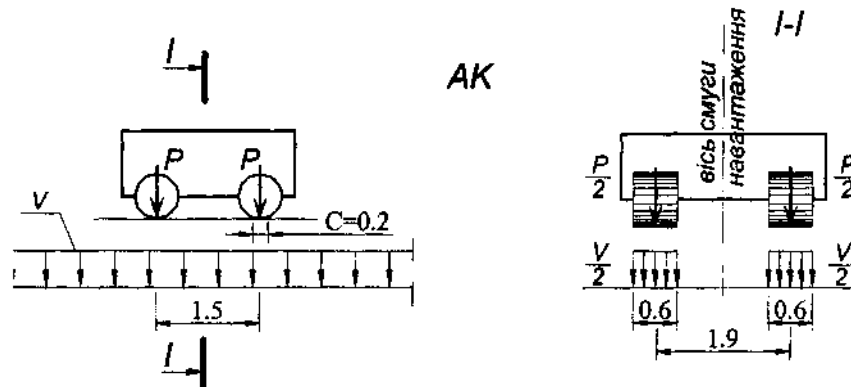


Рисунок 3.2. Поздовжня (а) та поперечна проєкції навантаження АК

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	$1 + \mu = 1,0$

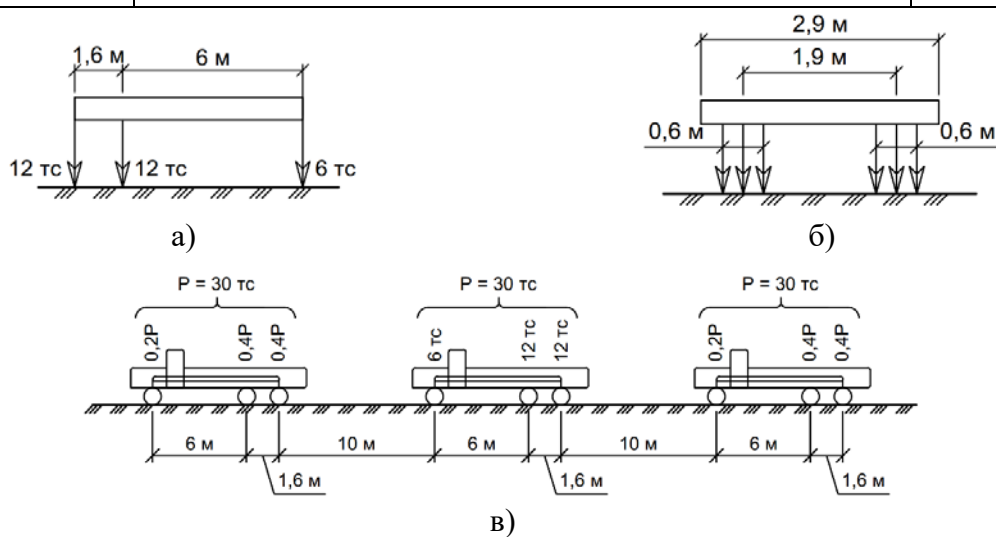


Рисунок 3.3. Поздовжня (а) та поперечна (б) проєкції навантаження Н-30 та вид колони навантаження Н-30 (в)

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:

$$(1 + \mu)_{H-30} = 1 + \frac{12}{40 + L} = 1 + \frac{12}{40 + 16,2} = 1,214, \quad (3.3)$$

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. Д.9), приймається коефіцієнт смуг руху: 1, 0.9, 0.8 відповідно

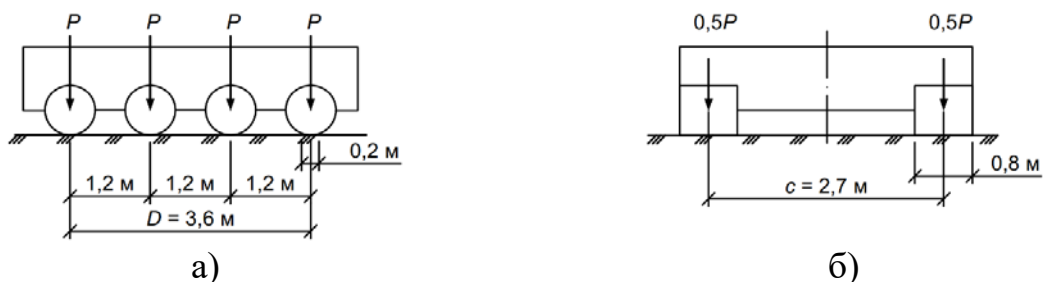


Рисунок 3.4. Поздовжня (а) та поперечна (б) проєкції навантаження НК-100 (навантаження на вісь $P = 25$ Тс)

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 $p_{тр} = 1,96$ 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:

$$(1 + \mu)_{тр} = 1,0.$$

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. 3.5-3.8 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.

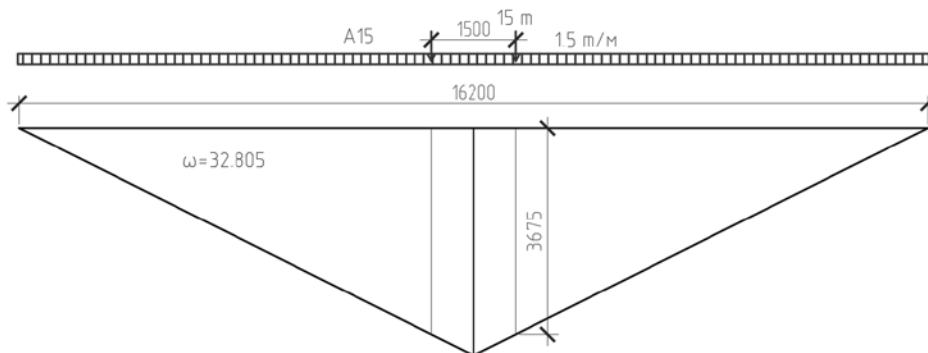


Рисунок 3.5. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням АК і пішохідним навантаженням (ординати збільшено в 10^3)

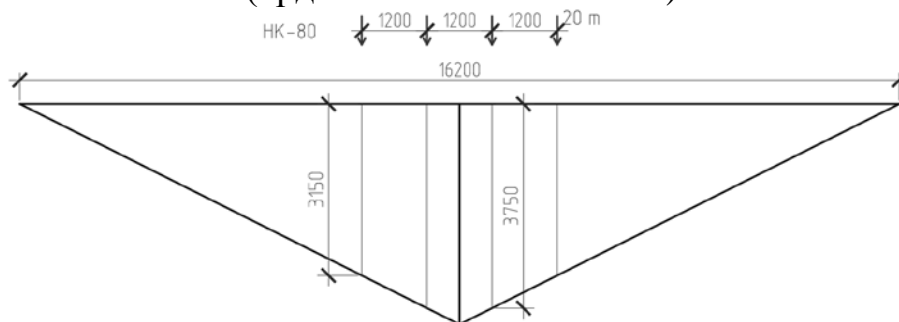


Рисунок 3.6. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням НК (ординати збільшено в 10^3)

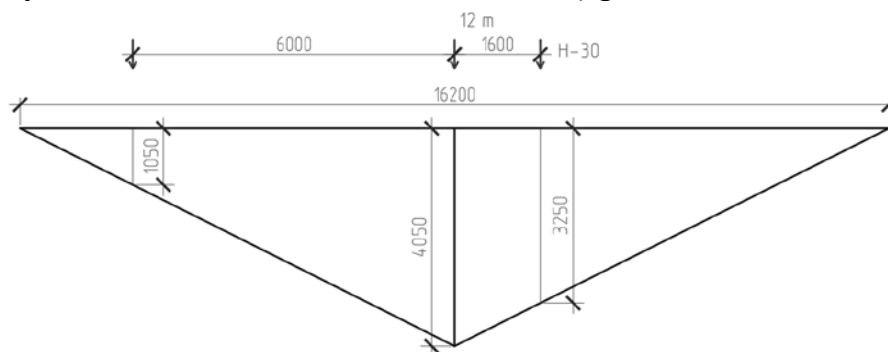


Рисунок 3.7. Завантаження лінії впливу згинального моменту посередині прогону тимчасовим навантаженням Н-30 (ординати збільшено в 10^3)

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

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

$$n_1 := \frac{1}{10} + \frac{(7.54)^2}{2 \cdot [7.54^2 + (5.88)^2 + 4.20^2 + 2.52^2 + 0.84^2]} = 0.345 \quad (3.5)$$

Ордината лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу під плитою П-10 для лівої прогонової будови становитиме:

$$n_{10} := \frac{1}{10} - \frac{(7.54)^2}{2 \cdot [7.54^2 + (5.88)^2 + 4.20^2 + 2.52^2 + 0.84^2]} = -0.145 \quad (3.6)$$

Здійснивши розміщення у поперечному перерізі моста тимчасових навантажень згідно з правилами, описаними вище, та натовпу на тротуарі, графоаналітичним способом із рис. Д.9 визначені ординати лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу для навантажень.

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

$$M_{A15} = 1,1 \times \gamma_{v,A15T} \times (1 + \mu)_{A15T} \times P_{A15T} \times \sum (s_i \times \eta_{A-15,i}) \times \sum y_{A-15,i} +$$

$$+ 1,1 \times \gamma_{v,A15v} \times (1 + \mu)_{A15v} \times v_{A15v} \times \sum (s_i \times \eta_{A-15,i}) \times \omega =$$

$$= 1,1 \times 1,5 \times 1,3 \times 147,15 \text{ кН} \times (0.261) \times (2 \cdot 3.675) +$$

$$+ 1,1 \times 1,3 \times 1 \times 14,7 \times (0.248) \times 32,805 = 802.7 \text{ кНм}, \quad (3.7)$$

де s_i – коефіцієнт смуг руху;

γ_f – коефіцієнт надійності для навантаження АК;

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

$P = 147,15 \text{ кН}$ – навантаження на вісь А15;

$v = 14.7 \text{ кН}$ – 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:

$$M_{H-30} = 1,1 \times \gamma_{v,H-30} \times (1 + \mu)_{H-30} \times \sum (s_i \times \eta_{H-30,i}) \times (\sum y_{H-30,i} \times P_{2,H-30}) = 1,1 \times 1,3 \times 1,214 \times (0.258) \times ((4.05 + 3.25) \cdot 117,7 + 1.05 \cdot 58.9) = 411.9 \text{кНм}, \quad (3.9)$$

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:

$$M_{H-40} = 1,1 \times \gamma_{v,H-40} \times (1 + \mu)_{H-40} \times \sum (s_i \times \eta_{H-40,i}) \times (\sum y_{H-40,i} \times P_{2,H-40} + \sum y_{H-40,i} \times P_{1,H-40}) = 1,1 \times 1,2 \times 1,214 \times (0.258) \times (78,5 \cdot (4.05 + 3.30 + 2.55) + 98.1 \cdot 1.3) = 373.4 \text{кНм}, \quad (3.10)$$

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:

$$\begin{aligned}
 M_{HK} &= \gamma_{f, HK} \times (1 + \mu)_{HK} \times P_{HK} \times \sum y_{HK, i} \times \eta_{HK} = \\
 &= 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 245 \text{ кН} \times (3,75 \cdot 2 + 3,15 \cdot 2) \times 0,212 = 789,3 \text{ кНм},
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

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

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

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

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

η_{HK} – ордината лінії впливу коефіцієнта поперечного розподілу згинального моменту для навантаження НК-100.

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

$$\begin{aligned}
 M_{niu} &= 1,1 \times \gamma_{niu} \times (1 + \mu)_{niu} \times v_{niu} \times a \times \sum (\eta_{A-15, i}) \times \omega = \\
 &= 1,1 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,96 \text{ кН} \times 1,0 \times 0,374 \times (32,805) = 31,7 \text{ кНм},
 \end{aligned}
 \tag{3.13}$$

3.2.3 Розрахунок несної здатності нормального перерізу плити прогонової будови

Несними елементами прогонової будови є залізобетонні попередньо напружені двотаврові балки довжиною 16,76 м та висотою 0,90 м, об'єднані у поперечному напрямку за допомогою зварювання по закладних деталях, розміщених діафрагмах. Армування балок приймається за типовим проектом ВТП-16. Поперечний переріз головної балки та її приведений переріз наведено на рис. 3.10.

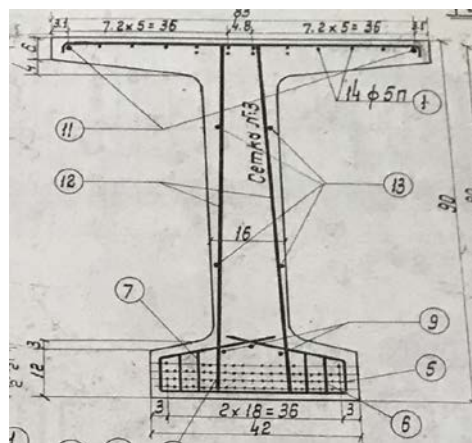


Рисунок 3.10. Поперечний переріз балки прогонової будови

Розрахунковий переріз балки прийнятий двотавровим із такими геометричними характеристиками:

- висота перерізу $h = 0,9$ м;
- товщина ребра перерізу $b_1 = 0,16$ м;
- висота ребра перерізу (без врахування полиць) $h_1 = 0,67$ м;
- ширина верхньої полиці двотавра $b_f = 0,83$ м;
- висота верхньої полиці двотавра $h_f = 0,08$ м;
- ширина нижньої полиці двотавра $b_{f1} = 0,42$ м;
- висота нижньої полиці двотавра $h_{f1} = 0,15$ м.

Клас бетону балок прогонової будови приймається за результатами визначення – класу В30 із такими характеристиками:

- розрахунковий опір бетону осьовому стисненню згідно з табл. 3.6 ДБН В.2.3-14 приймається рівним $R_b = 15,5$ МПа;
- модуль пружності бетону згідно з табл. 3.11 ДБН В.2.3-14 приймається рівним $E_b = 32,5 \times 10^3$ МПа.

Армування балок 69Ø5П знизу і 14Ø5П згори за ГОСТ 8480-57.

Межа міцності сталі дротин на розрив (нормативний опір розтягу) становить $17\ 000$ кг/см² (1668 МПа). Згідно з рекомендаціями "Технических условий проектирования бетонных и железобетонных конструкций" (1960 г., НИИЖБ и Гипротис) для арматури за ГОСТ 8480-57 розрахунковий опір встановлюється введенням коефіцієнта 0,8 до нормативного опору. Таким чином:

- нормативний опір арматури осьовому розтягненню приймається рівним $R_{pn} = 1570$ МПа;
- розрахунковий опір арматури осьовому розтягненню приймається рівним $R_p = 0,8 \times R_{pn} = 1256$ МПа;
- Напруження в верхній арматурі після втрат приймаємо оціночно як 80% від розрахункового: $\sigma_p = 0,8 \times R_p = 1005$ МПа;
- модуль пружності арматури згідно з табл. 3.17 ДБН В.2.3-14 приймається рівним $E_p = 1,96 \times 10^5$ МПа.

Відношення модуля пружності арматури до модуля пружності бетону становить:

$$n = \frac{E_p}{E_b} = \frac{1,96 \times 10^5 \text{ МПа}}{32,5 \times 10^3 \text{ МПа}} = 6,03 \quad (3.14)$$

Площа однієї струни Ø5 мм приймається рівною $A_{d5} = 19,635 \text{ мм}^2$.

Обчислюємо сумарну площу нижньої арматури в перерізі:

$$A_p = 69 \times A_{d5} = 69 \times 19,635 \text{ мм}^2 = 1354,8 \text{ мм}^2 = 13,548 \text{ см}^2. \quad (3.15)$$

Відстані від нижньої грані балки до центрів ваги рядів арматури становитимуть:

- першого ряду: $a_1 = 4 \text{ см}$;
- другого ряду: $a_2 = 6 \text{ см}$;
- третього ряду: $a_3 = 8 \text{ см}$;
- четвертого ряду: $a_4 = 10 \text{ см}$

Відстань від нижньої грані перерізу до центру маси робочої арматури становитиме:

$$a_p = \frac{S_{н.з}}{A_p} = \frac{19 \cdot 4 + 19 \cdot 6 + 19 \cdot 8 + 12 \cdot 10}{69} = 6,696 \text{ см}. \quad (3.16)$$

Верхня напружувана арматура має 14 дротів Ø5 мм

Обчислюємо сумарну площу верхньої напружуваної арматури в перерізі:

$$A_p = 14 \times A_{d5} = 14 \times 19,635 \text{ мм}^2 = 274,89 \text{ мм}^2 = 2,749 \text{ см}^2. \quad (3.17)$$

Відстань від верху балки до центру мас арматури складає 3,5 см.

Визначаємо несну здатність перерізу за ДБН В.2.3-14:2006:

Стиснута зона бетону:

$$x = \frac{R_p A_p - \sigma_{pc} A_p'}{R_b b} = \frac{1256 \cdot 13,548 - 1005 \cdot 2,749}{15,5 \cdot 83} = 11,08 \text{ см} \quad (3.18)$$

Стиснута зона бетону знаходиться в межах ребра.

Тоді стиснута зону бетону складатиме:

$$x = \frac{R_p A_p - \sigma_{pc} A_p' - R_b (b_f' - b) h_f'}{R_b b} = \frac{1256 \cdot 13,548 - 1005 \cdot 2,749 - 15,5 \cdot (83 - 16) \cdot 8}{15,5 \cdot 16} = 24,0 \text{ см}$$

Тоді несна здатність прогонової будови складатиме:

$$\begin{aligned}
 M &= R_b b x (h_0 - 0.5x) + R_b (b_f' - b) h_f' (h_0 - 0.5h_f') + \sigma_{pc} A_p' (h_0 - a_p') = \\
 &= 1,55 \cdot 16 \cdot 24.0 (83.3 - 0,5 \cdot 24.0) + 1,55 (83 - 16) \cdot 8 \cdot (83.3 - 0.5 \cdot 8) + \\
 &+ 100,5 \cdot 2.749 \cdot (83.3 - 3,5) = 130366.9 \text{ кН} \cdot \text{см} = 1303.7 \text{ кН} \cdot \text{м}
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

Приймаємо послаблення несної здатності крайніх балок в наслідок обриву струн у 25%.

Тоді за несну здатність приймаємо:

$$M = M(1 - 0,25) = 1303.7(1 - 0,25) = 977.8 \text{ кН} \cdot \text{м} \tag{3.20}$$

За результатами розрахунків, була визначена низка числових параметрів для нормального перерізу балок прогонової будови, які наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 Числові параметри для нормального перерізу прогонової будови

№	Параметр	Позначення	Значення, кНм
1	Несна здатність перерізу	[M]	977.8
2	Зусилля від постійних навантажень	M_{nocm}	610.5
3	Допустиме тимчасове навантаження	$M_{cp} = [M] - M_{nocm}$	367.3
4	Зусилля від навантаження Н-30	M_{H-30}	411.9
5	Зусилля від навантаження Н-40	M_{H-40}	373.4
6	Зусилля від навантаження А15	M_{A15}	802.7
7	Зусилля від навантаження НК-100	$M_{НК}$	789.3
8	Зусилля від пішохідного навантаження	$M_{пiш}$	31.7

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/А15 перевірочне рівняння набуває вигляду:

$$M_{cp} \geq M_{H-30} + M_{tp},$$

де M_{cp} – 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:

$$S_{тим}^{доп} = 367.3 \text{ кН} \cdot \text{м} < S^{AK} = 802.7 + 31.7 = 834.4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умову міцності не виконано

Для НК-100

$$S_{тим}^{доп} = 367.3 \text{ кН} \cdot \text{м} < S_{тимч.}^{НК100} = 789.3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Умову міцності не виконано

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

$$\text{Навантаження А15:} \quad \delta = \left(1 - \frac{S_{тим}^{доп}}{S^{AK}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{367.3}{834.4}\right) \cdot 100 \approx 56.0\%$$

$$\text{Навантаження НК-100:} \quad \delta = \left(1 - \frac{S_{тим}^{доп}}{S^{AK}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{367.3}{802.7}\right) \cdot 100 \approx 54.2\%$$

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.

Міст може пропускати навантаження:

1) За вагою транспортного засобу:

- для трьохвісних вантажівок в колоні – 24,4 т;
- для п'ятивісних вантажівок в колоні – 36,0 т;
- для одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) – 46,5 т.

2) За навантаженням на вісь:

- для 2-хвісного візка – 9,8 т.
- для 3-хвісного візка – 7,2 т.
- для одиночного колісного транспортного засобу (типу НК) – 11,6 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. Поперечні ухили проїзної частини не відповідають сучасним вимогам ДБН В.2.3-22:2009.

4. Асфальтобетонне покриття має дефекти, що знижують швидкість руху та комфорт проїзду автотранспорту.

5. Габарит проїзної частини не відповідає (менше) габариту для дороги III технічної категорії.

6. Розладнання у роботі деформаційний швів і просочування води на поверхню опор №№0-3.

7. Водовідвідні трубки на проїзній частині мосту закриті асфальтобетонним покриттям.

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

9. Опори мосту мають дефекти, що впливають на несну здатність конструкції.

10. Відсутні опорні частини.

11. Парапетне з/б огороження на мосту не відповідає вимогам чинних норм.

12. Для подальшої безпечної експлуатації мосту необхідно виконати капітальний ремонт мосту шляхом відновлення проектних характеристик у відповідності до чинних норм проектування:

- Ремонт опор мосту;
- Встановлення опорних частин;
- Ремонт балок Б2-Б9 усіх прогонових будов;
- Підсилити балки Б1 та Б10 усіх прогонових будов;
- Влаштування розподільчої монолітної плити проїзної частини із монолітними тротуарами;
- Встановлення деформаційних швів у відповідності до чинних норм;
- Перевлаштування сполучення мосту з підходами;
- Укладання асфальтобетонного покриття;
- Влаштування організованого водовідведення з проїзної частини мосту згідно чинних норм;
- 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 по всій довжині мосту;
- ремонт ригелів та стійок опор №№0, 1, 2, 3;
- ремонт балок прогонових будов 0-1, 1-2, 2-3;
- перевлаштування ділянок сполучення мосту з автодорожніми підходами;
- влаштування об'єднуючої монолітної залізобетонної плити проїзної частини;
- влаштування деформаційних швів;
- влаштування перильного огородження на мосту згідно вимог ДБН;
- влаштування бар'єрного огородження 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 (А11, НК80).

4.2 Конструктивні рішення

Проектом передбачається:

- сполучення мосту з насипами підходів виконано із влаштуванням монолітних залізобетонних перехідних плит МПП-1 напівзануреного типу з обпиранням на монолітний лежень МЛ-1;

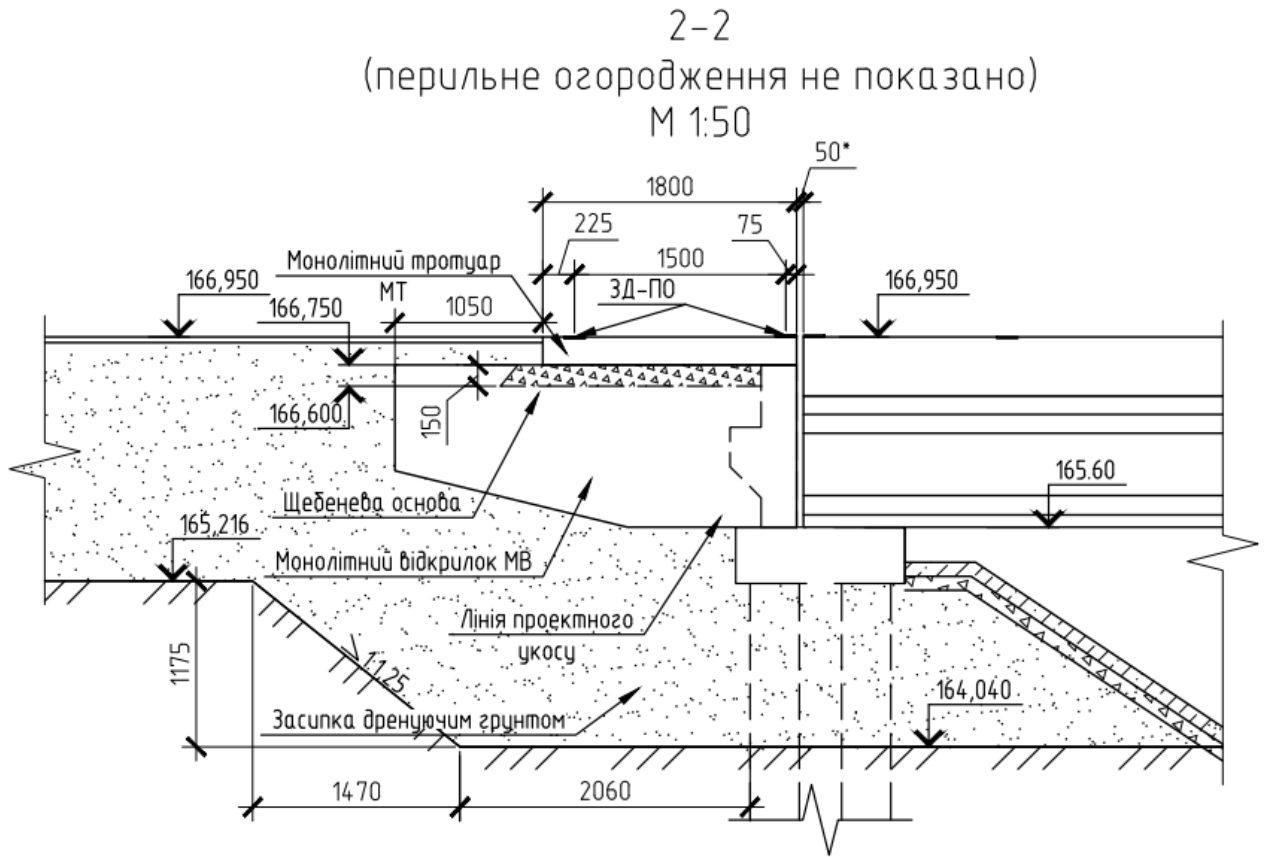


Рисунок 4.1 Переріз 2-2.

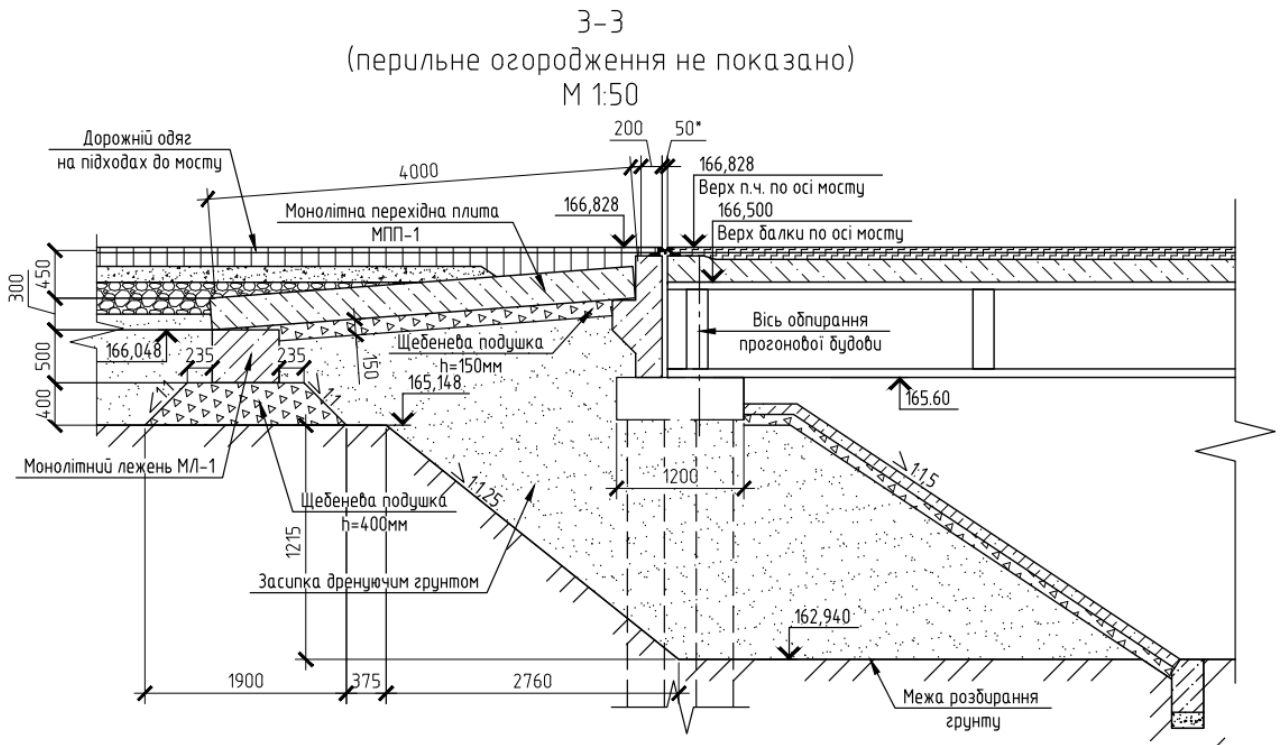


Рисунок 4.2 Переріз 3-3.

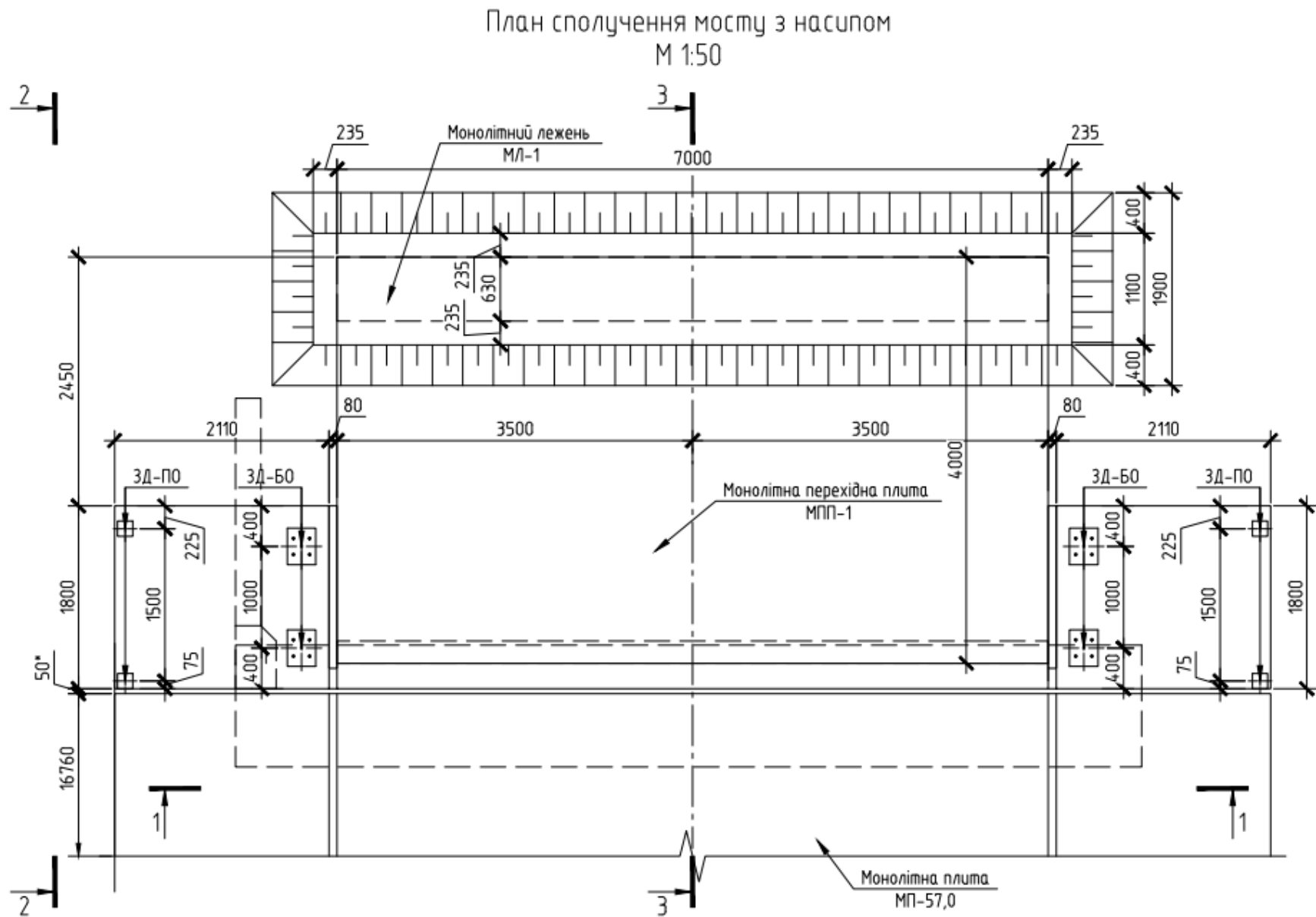


Рисунок 4.3 План сполучення мосту з насипом підходів.

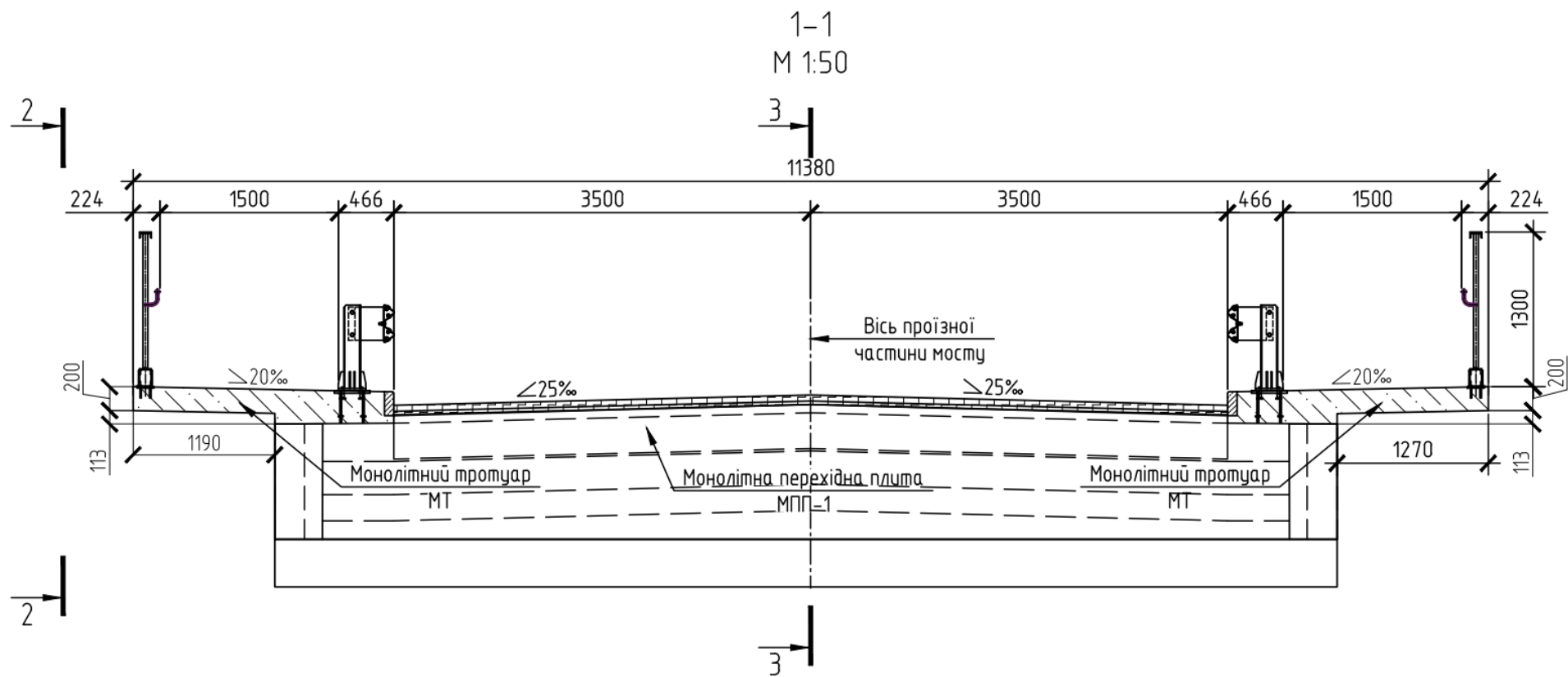


Рисунок 4.4 Переріз 1-1.

- монолітна залізобетонна об'єднуюча плита проїзної частини, що укладається по балкам прогонових будов, товщиною від 140 мм (згідно з вимогами п. 7.2.4 і додатка Е ДБН В.2.3-22:2009 з дрібнозернистий важкого бетону, що відповідає ДСТУ Б В.2.7-43-96, класу В 35 по міцності, марки F300 по морозостійкості та водонепроникністю W8);
- монолітні тротуари шириною прохідної частини 1,5 м з установленням закладних деталей для кріплення стійок перильного та бар'єрного огороження;
- бетон монолітних конструкцій дрібнозернистий за ДСТУ Б В.2.7-43-96 з додаванням домішок виробництва Sika або аналог. Клас бетону, марка за морозостійкістю та водонепроникністю наведені на відповідних кресленнях даної кваліфікаційної роботи;
- 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) виконати холодним цинком;

План монолітної плити МП-16.76. Опалубне креслення.

М 1:75

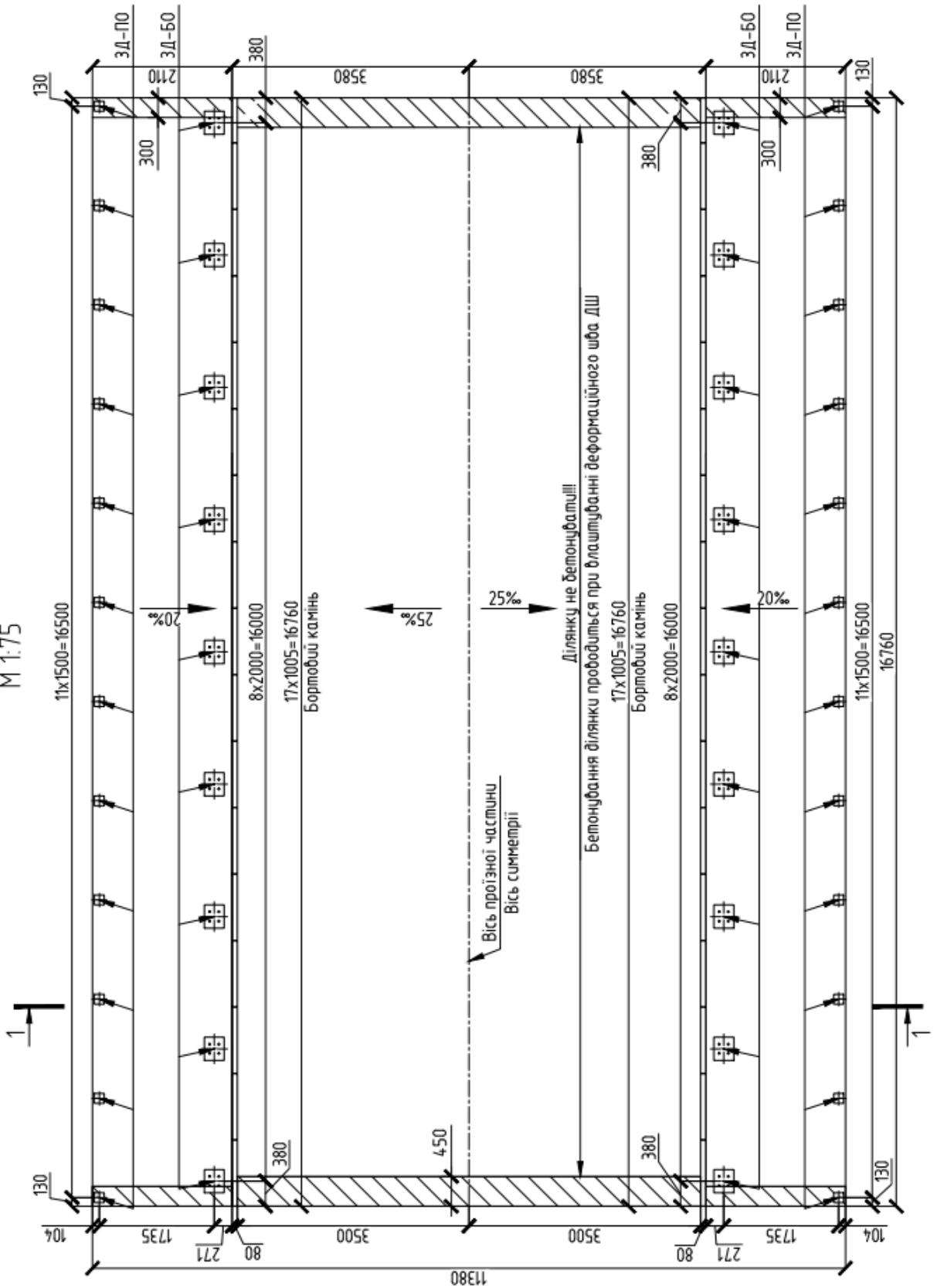


Рисунок 4.5 План монолітної плити.

- 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 $h=10\text{см}$.

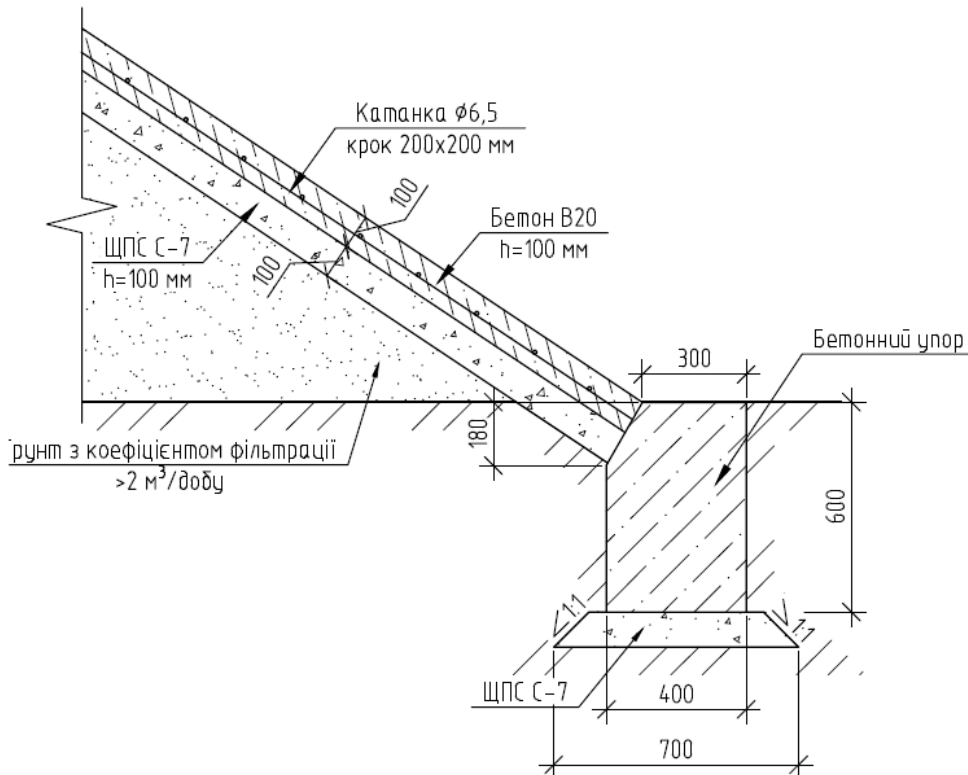


Рисунок 4.7 Укріплення конусу насипу монолітним бетоном

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.

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 %. Пішохідні тротуари шириною 1,5 м.

Виконання демонтажних і ремонтних робіт на мосту передбачається виконати із поетапним закриттям руху автотранспорту і пішоходів по мосту.

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.

В залежності від типів дефектів, їх місцезнаходження, глибини пошкодження бетону визначено спосіб відновлювального ремонту, технологія виконання робіт і склад ремонтних матеріалів.

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

4.3 Дорожня частина, підходи до мосту

Параметри поперечного профілю:

- Кількість смуг руху – 2;
- Ширина смуги руху – 3,5 м;
- Ширина проїзної частини – 7,0 м;
- Ширина двосторонніх тротуарів – 1,5 м.
- Склад транспортного потоку – змішаний.

Проєктом передбачаються наступні заходи щодо безпеки дорожнього руху:

- доведення параметрів проїзної частини до нормативних;
- відновлення твердого покриття проїзної частини;
- встановлення бар'єрного та перильного огородження в межах мосту;
- нанесення дорожньої розмітки.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Даним розділом установлюються основні вимоги до безпеки організації і виконання робіт по капітальному ремонту мосту на км 95+873 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 виконання капітального ремонту мосту.

2. На основі проведених розрахунків, прийнято рішення по виконанню капітального ремонту балок прогонових будов та опор мосту, 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 по всій довжині мосту із поетапним закриттям руху;

- 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-1 напівзануреного типу з обпиранням на монолітний лежень МЛ-1;

- монолітна залізобетонна об'єднуюча плита проїзної частини, що укладається по плитам прогонових будов, товщиною від 140 мм з дрібнозернистий важкого бетону, класу В 35 по міцності, марки F300 по морозостійкості та водонепроникністю W8;

- деформаційні шви MAURER типу D80;

- монолітні тротуари шириною прохідної частини 1,5 м з установленням закладних деталей для кріплення стійок перильного та бар'єрного огородження;

- арматура періодичного профілю класу А500С, гладка арматура класу А240С 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 III категорії дороги) та смуги безпеки по 0,5 м з обох сторін.

6. Бар'єрне огороження проїзної частини (висотою 80 см) та перильне огороження пішохідного тротуару (висотою 1,2 м) - металеве. Антикоровий захист виконується методом «гарячого цинкування». Кріплення огороження виконується до закладних деталей які влаштовані у монолітних тротуарах. Антикоровий захист закладних деталей (видимої частини) виконати холодним цинком.

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 А11, 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.