

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні мости»


Виконала: студентка 2-го курсу, групи Б-21мз  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

  
Лазар Г.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н. доцент каф. БМГА

  
Попов В.О.

(прізвище та ініціали)

Опонент:

 к.т.н., доц. каф. ТЕ  
Резидент НВ

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

к.т.н., доц. Швець В. В.

(прізвище та ініціали)

« 16 »

2023 р.



Вінниця ВНТУ - 2023 рік

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА  
Швець В.В.  
" " 2023 року

## ЗАВДАННЯ

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Лазар Г.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні мости

керівник роботи Попов В.О., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " " 2023 року №

2. Строк подання магістрантом роботи 13.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається спосіб реконструкції для забезпечення відповідності вимогам сучасних норм щодо міцності, надійності та довговічності мостової споруди, вимог щодо транспортних габаритів, безпеки руху та пропускної здатності тротуару.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Аналіз сучасного стану теорії та практики проектування асиметричних мостових споруд

2. Моделювання напружено-деформативного стану асиметричних залізобетонних мостів

3. Конструктивні і технологічні пропозиції по улаштуванню асиметричних прогонових будов

4. Технічна частина

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту

6. Економічна частина

7. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 6-8 арк. ( плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
  2. Технічний розділ – 6 арк. (схема розташування монолітних з/б елементів, розташування монолітних з/б елементів, схеми демонтажу, будівельно-генеральний план, експлікація, календарний графік)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ, НДЧ	Долід В.О., к.т.н., доц. каф. БМГА		
Техн. ілюстрації	Долід В.О., к.т.н., доц. каф. БМГА		
ОР та ЦБ	Кабалішвілі І.М., доц. и. каф. и.		
Економ. частини	О.Т. доцент, к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 05.04.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання вступу до МКР	06.04-09.04.23	
2	Науково-дослідна частина	12.04-30.04.23	
3	Технічна частина	03.05-15.05.23	
4	Технологічний розділ	16.05-25.05.23	
5	Охорона праці та цивільний захист	26.05-19.05.23	
6	Економічна частина	20.05-24.05.2	
7	Оформлення МКР	25.05-01.06.23	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	02.06-09.06.23	
9	Попередній захист	05.06-08.06.23	
10	Опонування	12.06-18.06.23	

Магістрант

(підпис)

Лазар Г.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Попов В.О.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 691

Лазар Г.М. Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні мости. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2022. 113с. Укр. мовою. Бібліогр.: 27 назв; рис.: 34; табл. 17.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена питанню покращення енергоефективності стінових конструкцій на основі використання ППСБ блоків, а також організаційно-технічним заходам покращення роботи ППСБ блоків.

У науковій роботі описано конструкцію асиметричних мостових споруд на автомобільних дорогах різного призначення, узагальнено відомості про причини асиметрії будови та конструктивні особливості мостів, їх переваги і недоліки у порівнянні з класичними симетричними мостовими спорудами. На прикладі реального асиметричного мосту, збудованого через р. Сіб у м. Липовець Вінницької області, описано типові дефекти і пошкодження, що виникли на споруді, узагальнено інженерний досвід тривалої експлуатації мосту, а також, окреслено раціональний метод приведення мосту у справний стан.

В технічному розділі наведені техніко-економічні показники, розглянуто архітектурно-конструктивні рішення для асиметричного мосту, збудованого через р. Сіб у м. Липовець Вінницької області. Основний акцент роботи полягає в пропонуванні способу реконструкції, що збільшує не симетричність перерізу, а, забезпечує жорсткі вимоги сучасних норм щодо міцності, надійності та довговічності мостової споруди, вимоги щодо транспортних габаритів, безпеки руху та пропускної здатності тротуару..

У розділі охорони праці проаналізовано умови праці, розглянуто технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі дослідження ефективності процесів.

У економічній частині виконано розрахунок реконструкції мостової споруди. Для цього було складено локальні кошториси за допомогою програми АВК, поточних цін на матеріали.

**Ключові слова:** асиметрична споруда, залізобетонний міст, пролітна будова, балочні та плитні конструкції, підсилення конструкцій.

## ABSTRACT

Lazar H.M. Reinforced concrete two-span asymmetric road bridges. Master's qualification thesis on specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - industrial and civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2022. 113p. Ukraine language Bibliography: 27 titles; Fig.: 34; table 17.

The master's qualification work is devoted to the issue of improving the energy efficiency of wall structures based on the use of PPSB blocks, as well as organizational and technical measures to improve the operation of PPSB blocks.

The scientific work describes the construction of asymmetric bridge structures on highways of various purposes, summarizes information about the causes of asymmetry of the structure and structural features of bridges, their advantages and disadvantages compared to classical symmetrical bridge structures. Using the example of a real asymmetric bridge built across the Sib River in the city of Lypovets, Vinnytsia region, typical defects and damage that occurred on the structure are described, the engineering experience of the long-term operation of the bridge is summarized, and a rational method of bringing the bridge into good condition is outlined.

In the technical section, technical and economic indicators are given, and architectural and structural solutions for an asymmetric bridge built across the Sib River in the city of Lypovets, Vinnytsia region, are considered. The main emphasis of the work is to propose a method of reconstruction, which increases not the symmetry of the section, but ensures the strict requirements of modern standards regarding the strength, reliability and durability of the bridge structure, requirements regarding transport dimensions, traffic safety and pavement capacity.

In the labor protection section, working conditions are analyzed, technical solutions for safe performance of work are considered in the process of researching the effectiveness of processes.

In the economic part, the reconstruction of the bridge structure was calculated. For this, local estimates were drawn up using the AVK program, current prices for materials.

**Keywords:** asymmetric structure, reinforcement concrete bridge, span structure, beams and slabs structures, reinforcement of structures.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ПРОЕКТУВАННЯ АСИМЕТРИЧНИХ МОСТОВИХ СПОРУД	
1.1 Автодорожні мости, як будівельні системи	10
1.1.1 Стисла класифікація автодорожніх мостових споруд	11
1.1.2 Стислий історичний екскурс з проектування асиметричних мостів	12
1.1.3 Нормативні документи з проектування автодорожніх мостів. Стислий перелік	15
1.2 Основи проектування і розрахунку міцності автодорожніх мостів. Поняття мостового габариту	16
1.3 Огляд конструкцій асиметричних мостів	20
1.3.1 Основні причини асиметрії мостів	20
1.3.2 Основні конструктивні елементи асиметричного мосту	21
Висновок	21
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАТИВНОГО СТАНУ АСИМЕТРИЧНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ	
2.1 Опис роботи конструкцій асиметричних мостів під навантаженням	23
2.2 Збір навантаження на асиметричну мостову споруду	25
2.2.1 Кліматичний вплив	27
2.2.2 Технологічні навантаження від рухомого складу та натовпу пішоходів	28
2.2.3 Аварійні впливи	30
2.3 Моделювання роботи асиметричного залізобетонно мосту під навантаженням	2.3.1
Перевірочні розрахунки анкерного поля	33
2.3.2 Перевірочні розрахунки арматури повздовжніх ребер в прольоті «1-3» під проїзною частиною	36
2.3.3 Перевірочні розрахунки плитної частини ребристої плити мостової споруди в прольоті «1-3» під проїзною частиною	36
2.3.4 Перевірочні розрахунки монолітної прогонової плити мостової споруди в прольоті «0-1» під проїзною частиною	47
2.3.5 Перевірка консольного звису тротуарної частини мосту	55
2.3.6 Перевірка міцності перехідної монолітної плити	59

Висновок	62
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТИВНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ ПО УЛАШТУВАННЮ АСИМЕТРИЧНИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ	
3.1 Асиметрична конструкція прогонової будови	64
3.1.1 Опис конструкції, що пропонується	67
3.1.2 Конструктивні елементи асиметричного мосту	67
3.2 Опис технології улаштування асиметричного мосту	67
Висновок	69
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	
4.1 Інженерно-геологічні вишукування	70
4.1.1 Фізико географічні умови	70
4.1.2 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки вишукувань	71
4.2 Характеристика існуючого мосту	75
4.3 Техніко-економічна частина	77
4.4 Архітектурно - будівельні рішення	79
4.4.1 Навантаження	79
4.4.2 Опори та опорні частини	80
4.4.3 Прогонова будова	83
4.4.4 Підходи	86
4.4.5 Електроосвітлення	88
Висновок	89
РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	
5.1 Характеристика умов проведення капітального ремонту	91
5.2 Обґрунтування необхідності в енергоресурсах	92
5.3 Розрахунок тривалості будівництва та потреби в кадрах	93
5.4 Обґрунтування необхідності в тимчасових спорудах, майданчиках	93
5.5 Виконання робіт в зимовий період	94
5.6 Техніка безпеки та охорона праці	94
Висновок	95
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
6.1 Заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів	97

6.2 Токсикологічна, пожежо-вибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів, відходів виробництва, контроль вимог безпеки	100
6.3 Характеристика виробничих приміщень	101
6.4 Освітлення робочих місць, шум, вібрація	102
6.5 Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх та внутрішніх факторів; санітарно - побутові приміщення, медобслуговування	102
6.7 Допустимість праці жінок та підлітків	104
6.8 Пожежна безпека	104
Висновок	106
РОЗДІЛ 7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	108
Висновок	115
ВИСНОВКИ	116
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	120
ДОДАТКИ	124
ДОДАТОК А Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	125
ДОДАТОК Б Відомість аркушів графічної частини	126



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Одним з найважливіших елементів транспортної системи держави є мости. З досвіду розвинених країн Європи відомо, що до 50 відсотків витрат на мостову галузь припадає на утримання споруд (експлуатація, ремонт, реконструкція), природньо постає питання про необхідність покращення стану транспортних споруд та доведення їх до відповідності сучасним вимогам.

На сьогодні більшість мостових споруд Вінницької області збудовані з залізобетону за балочною конструктивною схемою. Серед мостових споруд доволі часто зустрічаються конструкції не симетричні в плані, з однобічним тротуаром, мости з різними повздовжніми прольотами, і, навіть, мости, збудовані у прольотах за різною конструктивною схемою. Більшість асиметричних споруд об'єднує три речі: споруди стали асиметричними внаслідок реконструкції, виконаної в різний час, наявність на будівельному майданчику перешкоди з одного боку мосту, яку складно подолати і, яка унеможливорює забезпечення симетрії мостового перерізу та наявність віражів.

### **Задачі дослідження:**

- проаналізувати існуючі ознаки асиметрії мостової споруди, визначити необхідність проведення науково-практичних досліджень;
- запропонувати ефективний та економічно доцільний спосіб реконструкції для забезпечення відповідності вимогам сучасних норм щодо міцності, надійності та довговічності мостової споруди, вимог щодо транспортних габаритів, безпеки руху та пропускної здатності тротуару;
- провести техніко-економічне обґрунтування обраного способу реконструкції мостової споруди.

**Мета:** запропонувати спосіб реконструкції, який збільшує не симетричність перерізу, а забезпечує жорсткі вимоги сучасних норм щодо міцності, надійності та довговічності мостової споруди, вимоги щодо транспортних габаритів, безпеки руху та пропускної здатності тротуару

**Об'єкт дослідження** асиметрична мостова залізобетонна двохпролітна споруда на прикладі реального мосту, збудованого через р. Сіб у м. Липовець Вінницької області.

**Предмет досліджень** напружено-деформований стан асиметричної мостової споруди, експлуатаційні властивості мостових споруд після реконструкції.

**Наукова новизна** роботи полягає у

- розробці конструктивного рішення асиметричного мосту з однобічним тротуаром та прольотами різної довжини на основі науково-практичних досліджень з раціонального проектування автодорожніх мостів;
- розробці методики аналізу напружено-деформованого стану асиметричних мостів, виготовлених з залізобетону;
- розроблено моделі напружено-деформованого стану асиметричних залізобетонних мостів, які дозволяють оцінити їх поведінку під дією комплексу кліматичних та технологічних навантажень з урахуванням асиметрії силових впливів.

**Практичне значення** роботи полягає у:

- розробленні інженерних рішень щодо раціональної конструкції підсилення асиметричних мостів та розробленні практичних рекомендацій щодо улаштування підсилення таких споруд.

**Програма дослідження:**

- виконано аналіз сучасного стану питання щодо проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації та ремонту автодорожніх залізобетонних асиметричних мостів;
- розробці моделей напружено-деформованого стану конструкцій асиметричних залізобетонних мостів на прикладі реальної споруди, збудованої у м. Липовець Вінницької області;
- розрахунок кошторисної вартості реконструкції сталезалізобетонних мостів за запропонованим способом та порівняння питомих показників вартості із існуючими на сьогодні способами та визначення основних техніко-економічних показників.

**Методи досліджень:** для аналізу напружено-деформованого стану моделі залізобетонного асиметричного мосту використано класичні методи будівельної механіки та опору матеріалів.

**Апробація результатів магістерської роботи**

Основні результати магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися на ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 17 травня 2023 року.

### **Публікації.**

За матеріалами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано друковану працю [1]:

1. Попов В.О. Залізобетонні асиметричні балочні мости / В.О. Попов, Г.М. Лазар // [Електронний ресурс] Тези доповіді на ЛІІ науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023) ВНТУ – Електрон. текст. дані. – 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17703/14732>

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ПРОЕКТУВАННЯ АСИМЕТРИЧНИХ МОСТОВИХ СПОРУД

#### 1.1 Автодорожні мости, як будівельні системи

Одним з найважливіших елементів транспортної системи держави є мости. Міст – споруда для пропуску через перешкоди потоків залізничного, автомобільного транспорту, пішоходів і комунікацій різного призначення. Основними елементами мосту є фундаменти, опори, прогонові будови, мостове полотно [1]. За призначенням мости бувають:

- пішохідні – такі мости призначені для пішоходів, які з легкістю та безпечно подолують будь-яку перешкоду, як природну так і штучну. Замовивши проект на такий міст, наші проєктанти зможуть задовільнити усі ваші побажання, врахувати велику кількість індивідуальних факторів. Будуються пішохідні мости над транспортними магістралями, природними та штучними перешкодами, між міськими спорудами, які мають різне призначення, навантаження та будову;

- залізничні – зводять мости такого типу для проведення залізничних колій, що дозволяє безпечно здійснювати рух над перешкодами, автошляхами, водоймами та іншими перешкодами. Такі мости вимагають встановлення жорстких прогонів, мінімальний прогин конструкції, особливо під час руху потяга. Наші досвідчені фахівці обов'язково дадуть консультацію щодо створення такого мосту та запропонують гарний варіант, який надійно служитиме для експлуатації та створить безпеку під час руху

- автодорожні – проєкт таких мостів розраховано для руху автомобілів по дорозі, що має перешкоду ( водойми, гори), чи перетин декількох автошляхів. Проєктанти враховують усі необхідні нюанси, а саме елементи, які мають розміщатись на автодорозі, навантаження даного моста, інтенсивність руху транспорту.

автомобільні мости - це одна з ланок транспортної інфраструктури країни, яка потребує постійної уваги зі сторони експлуатаційних та будівельних організацій. Сьогодні перекриття автомобільного руху через гостродефектний стан мосту призводить до великих економічних втрат. Поступово, в процесі експлуатації, стан автодорожніх

мостів погіршується, до цього додається низька якість робіт з експлуатації, що може призвести до відмови мостових будівельних конструкцій.

Більшість автодорожніх мостів запроектовано та побудовано з використанням найдешевшого матеріалу в мостобудуванні - залізобетону, типовими збірними залізобетонними конструкціями (89,3% від загальної кількості). В основному автодорожні мости побудовано за технічними нормами, що діяли до 1962 року і не відповідають умовам за вантажопідйомності та габаритам проїзної частини сьогодення. На автодорогах загального користування експлуатуються безліч мостів, які мають ширину проїжджої частини меншу ніж 8 м, де повністю або частково відсутня смуга безпеки. На автодорогах, де експлуатантом є органи самоврядування населених пунктів, габаритність та вантажопідйомність більше відповідають ДБН, з причин незначного збільшення навантаження та інтенсивності руху автомобільного транспорту, тому в своїй більшості не підлягали суттєвому реконструюванню для підвищення категорії. Але слід зауважити, що експлуатаційні служби на автодорогах місцевого призначення працюють гірше ніж на автодорогах загального користування, тому на цих мостах частіше виникають пошкодження та дефекти конструкцій і мостового полотна. Занепокоюють фахівців деформації, які виникають доволі часто, а саме дефекти в місцях сполучення з насипами підходів, стан водовідводних споруд, опор, тротуарних консолей та інше.

#### 1.1.1 Стисла класифікація автодорожніх мостових споруд

За своїм призначенням мости бувають: автодорожні; залізничні; сполучені; пішохідні; акведуки; спеціальні.

За матеріалами мостові споруди поділяють на:

- залізобетонні;
- металеві;
- сталезалізобетонні;
- кам'яні;
- дерев'яні;
- комбіновані.

За типом несучих конструкцій прогонових будов: плитні; ребристі; коробчатого перетину.

За типом залізобетону:

- збірні;
- монолітні;
- збірно-монолітні.

Проектування мостів за конструкціями поділяють на:

1. Балкові мости. Це найпростіший за конструкцією міст. Основою такого моста є балки та ферми, ще їх називають прольотами, які розташовані на опорах та передають усе навантаження. Будують балкові мости переважно із залізобетону, сталі, інколи будують і дерев'яні конструкції, які теж характеризуються надійністю.
2. Арочні (звідні) мости. За конструкцією будуються аркою, з матеріалу сталі чи залізобетону, інколи блоків залізобетонних. Така конструкція може мати один прольот (навантаження лягає на крайні опори) та декілька, що розподіляє навантаження на всі опори мосту (крайні та проміжні).
3. Висячі мости. Основна конструкція даного мосту виконується із гнучких елементів, таких як канати, ланцюги тощо. Такий тип використовується, коли відсутня можливість встановити проміжні опори. Щоб зменшити навантаження на висячий міст, встановлюють додаткові опори з міцних сталевих канатів, які створюють надійність під час руху. Такі мости мають переваги, адже вони здатні під впливом вітру згинатись не отримавши пошкоджень, можливість їх спорудження високо над водою.
4. Вантові мости. Складаються з одного або декількох пілонів, що з'єднані з дорожнім полотном сталевими тросами, це і є відмінність від висячих мостів. У таких мостах дорожнє полотно менш рухоме, тому найбільш використовується при залізничних переправах.

### 1.1.2 Стислий історичний екскурс з проектування асиметричних мостів

Переважає більшість споруд возводиться в відносно сприятливих умовах. Мости ж возводяться там, де зустрічаються природні або штучні перешкоди: яри, ріки, дороги. Особливі умови потребують відповідних конструкцій і способів їх возведення. Крім того, мости несуть рухоме навантаження-пішоходів, автомобілів, метро, поїздів. Тому вони проектуються як конструкції з великими відстанями між опорами. Історія

містобудівництва – це в значній ступені історія боротьби за перекриття як можна більшого прольоту. Зараз це прольоти в 2000м. Значними мостами є міст «Акаші-Кайке» (Японія) з прольотом 1991м, міст в Сан-Франціско (США) «Золоті ворота» з прольотом 1280м. ,на Україні «Московський міст » в Києві прольот 300м.

У світі існує безліч мостів, що мають асиметричну будову. До найвідоміших з них можна віднести міст Даньцзян, Тайбей, Тайвань (Рис. 1). Довжина мосту складає 900 метрів – за даними компанії, це найдовший у світі міст з одинарним пілоном і асиметричним розташуванням вант. Простий дизайн створює візуальний ефект, при цьому не заважаючи насолоджуватися заходом сонця.



Рисунок 1. Міст Даньцзян, Тайбей, Тайвань.

Ще одним прекрасним зразком являється міст Рами VIII, Бангкок (Рис.2). Названий на честь короля Ананди Махидона міст є асиметричним, оскільки має тільки одну велику вежу.



Рисунок 2. Міст Рами VIII, Бангкок

Яскравим представником асиметричних споруд є Міст Еразма (Рис.3) — вантовий міст через річку Ньїве-Маас у центрі нідерландського міста Роттердама, перший з боку Північного моря. Через свою незвичну конструкцію та пізнаваним контурам швидко став одним із символів міста й дістав красномовну народну назву «Лебідь-міст». Довжина мосту Еразма становить 802 метри, він має пілон заввишки 139 м асиметричної форми, який власне й заслужив споруді назву «Лебідь» за схожість із цим птахом. У південній (віддаленішій від роттердамського середмістя) частині споруди є розвідний прогін, який вважається найбільшим і найважчим у Західній Європі.



Рисунок 3. Міст Еразма

### 1.1.3 Нормативні документи з проектування автодорожніх мостів. Стислий перелік.

При проектуванні автомобільних доріг основним документом, що регламентує дії інженера-проектувальника, є дорожньо-будівельні норми. У цій статті пропонується



розглянути відмінність нормативних вимог українського стандарту від вимог стандарту, розробленого за іншими принципами.

В Україні таким документом є ДБН В-2.3.4-2015 [1]. Згідно з цим документом, категорія автомобільної дороги визначається залежно від розрахункової середньорічної добової перспективної інтенсивності руху в транспортних одиницях або приведених до легкового автомобіля та ділиться на п'ять категорій: I (I-A; I-B), II, III, IV та V.

Таблиця 1 – Технічна класифікація автомобільних доріг в Україні [2]

Категорія автомобільної дороги	Інтенсивність руху за добу, аат/добу	
	В транспортних одиницях	В приведених до легкового автомобіля одиницях
I-A, I-B	$\geq 10000$	$\geq 14000$
II	3000 10000	5000 14000
III	1000 3000	2500 5000
IV	150 1000	300 2500
V	$\leq 150$	$\leq 300$

До переліку відносять

- ДБН В.2.3. - 4: 2015 Сооружения транспорта. Автомобильные дороги. Государственные строительные нормы Украины. - [Д Действителен от 2016-04-01]. Киев, 2015. 112 с.

– ДБН В.2.3-22:2009 «Мости та труби. Основні вимоги проектування» згідно договору від 30.08.21 № 94-21;

– ДБН В.2.3-26:2010 «Мости та труби. Сталеві конструкції. Проектування» згідно договору від 30.08.21 № 95-21;

– зміна № 1 до ДБН В.2.3-14:2006 «Мости та труби. Правила проектування» згідно договору від 03.07.2020 № 59-20.

- ДСТУ 8989:2020 Настанова з утримання автодорожніх мостів

- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія

- ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови

- ДСТУ 2587:2010 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування

- ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб.

1.2 Основи проектування і розрахунку міцності автодорожніх мостів. Поняття мостового габариту.

Мости і інші штучні споруди проектуються в складі автомобільних доріг. Окремими об'єктами проектування можуть бути тільки мости через великі ріки.

Спочатку проектні організації на основі схем розвитку мережі автомобільних доріг розробляють техніко–екологічне обґрунтування інвестицій, в якому уточнюють очередність проектування об'єктів на основі додаткових економічних і інженерних вишукувань.

При розробці техніко–екологічного обґрунтування інвестицій вирішують наступні питання:

- визначають кількість смуг руху, призначають габарит мостів;
- на підставі техніко–екологічного порівняння варіантів визначають оптимальний;
- намічають план і повздовжній профіль переходу, довжину підходів і схему моста, тип конструкцій прольотних будов, опор, фундаменту, тип земляного полотна і дорожнього одягу на підходах;
- намічають рішення по організації будівництва, охороні праці;
- визначають розрахункову вартість будівництва;
- визначають екологічну ефективність об'єкту;

ТЕО інвестицій проходять експертизу. Потім для технічно–нескладних об'єктів проектування виконують в одну стадію – розробляють робочий проект.

Для технічно складених об'єктів – проектування виконуються у дві стадії: розробляють проект і робочу документацію.

Необхідність виконання розрахунків виникає при рішенні наступних задач:

- 1) визначення необхідних розмірів елементів для пропуску заданого навантаження – задача проектування конструкцій;
- 2) визначення можливості пропуску навантаження по існуючим конструкціям – задача перевірки міцності елементів конструкції;
- 3) визначення гранично можливого навантаження для існуючої конструкції – задача визначення вантажопідйомності конструкцій;

Несучі конструкції і основи мостів і труб розраховують на дію постійних і несприятливих сполучень тимчасових навантажень. Розрахунки виконуються за методом граничних станів. Цей метод був створений Стрелецьким М.С., Гвоздевим А.А., Келдешем В.М., Евграфовим Г.К. і інші.

Під граничними розуміють стани, за межами яких споруда та її елемент не задовольняє вимогам експлуатації.

Розлічать дві групи граничних станів:

- 1 група – стани, що приводять до повної непридатності до експлуатації конструкції, основ або втрати несучої спроможності споруди в цілому;
- 2 група – стани, що зважають нормальній експлуатації споруди або змінюють її довговічність порівняння з проектним терміном служби.

Іншими словами:

- при 1 групі – повна неспроможність експлуатації конструкцій, основ або втрата несучої спроможності споруди в цілому;
- при 2 групі – перешкода нормальній експлуатації, зменшення проектної довговічності споруди.

Граничні стани/групи, або аварійне руйнування конструкцій:

- втрата несучої спроможності ґрунтів, основи (зсуви, розливи і т.і.);
- втрата стійкості положення;
- втрата міцності;
- втрата стійкості форми;
- втрата витривалості.

Граничні стани 2 групи, ускладнення або зупинення нормальній експлуатації:

- надмірні деформації конструкції під статичними тимчасовими навантаженнями;

- небезпечні для конструкції або для людей коливання (небезпечні для конструкції: галопування, флатер та інше; небезпечні для людей: збільшення прискорення та частоти коливань до величини, які заборонені санітарними нормами);

- виникнення тріщин або досягнення тріщинами граничного розкриття або довжини;

- інші ознаки, які є загрозливими в утриманні та експлуатації споруди.

Розрахунок конструкцій повинен гарантувати їх від можливості настути будь якого з двох груп граничного стану.

Для будь якого елемента конструкції будь який з першої групи граничний стан не наступить, якщо найбільше можливе зусилля в елементі  $N_{\max}$  не буде привищувати найменше значення його несучої спроможності  $\Phi_{\min}$

$$\Phi_{\min} \geq N_{\max} \quad (1.1)$$

де  $N_{\max}$  – залежить від навантаження, яке діє на конструкцію, розрахункової схеми і розмірів конструкції.

$\Phi_{\min}$  – залежить від міцності матеріалів, форми і геометричних розмірів поперечного перерізу елемента конструкції.

Навантаження, характеристики міцності матеріали конструкції, геометричні розміри не є строго визначеними величинами, а їм властива статична мінливість.

Статичний характер міцності матеріалу і навантажень враховується шляхом введення нормативних і розрахункових значень на основі аналізу кривих розподілу.

Нормативні значення тимчасових навантажень встановлені ДБН В.2.3-14:2006. Для постійних навантажень за проектними розмірами і середніми значеннями питомої ваги матеріалу.

Розрахункові навантаження дорівнюють:

$$P = P_H \cdot \gamma_f \quad (1.2)$$

де  $P_H$  – нормативне навантаження;

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності за навантаженням.

Коефіцієнти надійності за навантаженням для постійних навантажень приймають за табл. 2.5 ДБН, для тимчасових п.2.29 ДБН (для візків  $\gamma_{fk} = 1,5$ ; для рівномірно розподіленого навантаження  $\gamma_f = 1,15$ , для НК-100/80  $\gamma_{fk} = 1,0$ ; для пішоходів на тротуарах  $\gamma_f = 1,2$ ).

При одночасній дії декількох навантажень розрахунок виконують з врахуванням їх сполучення шляхом введення коефіцієнту  $\eta$ , що враховує зменшення ймовірності одночасної появи розрахункових навантажень, його приймають за п.2.1.2.2.23 ДБН.

Розрахунок за 1 групою граничних станів виконують на дію розрахункових навантажень, а за 2 групою – на дію нормативних, тобто  $\gamma_f = 1,0$ .

Механічні властивості матеріалів також статично лінійні. Основними характеристиками опору матеріалів є нормативні опори  $R_n$ , які встановлений нормативним проектуванням:

$$R_n = R (1-xV); \quad (1.3)$$

де  $R$  – середнє значення опору.

$$R = \sum^n n_i r_i / n_i; \quad (1.4)$$

$V = \delta/R$  – коефіцієнт мінливості міцності матеріалу;

$\delta$  – середнє квадратичне відхилення

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (R_i - R)^2 \times n_i}{n - 1}}; \quad (1.5)$$

$X$  – приймається з умови задовільнення забезпеченості не менш 0,95.

Розрахунковий опір  $R$  матеріалів дорівнює:

$$R = R_n / \gamma_m; \quad (1.6)$$

де  $R_n$  – нормативне значення

$\gamma_m$  – коефіцієнт надійності з матеріалом ( $\gamma_m \geq 1$ )

Фактори, які не враховують безпосередньо в розрахунках, але здатні вплинути на несучу здатність або деформаційність (наприклад сонячна радіація і т.і.) враховуючи коефіцієнт умов роботи. Штучні споруди на дорогах повинні задовольняти експлуатаційним, економічним, екологічним, архітектурним і розрахунково-конструктивним вимогам.

Експлуатаційні вимоги є основними і зводять до того, що споруда протягом заданого строку експлуатації забезпечувала безпеку руху. Для цього споруди повинні:

- мати ширину проїжджої частини і тротуарів, яка відповідає інтенсивності руху транспортних засобів і пішоходів;
- мати ефективну систему водовідведення з проїзної частини, що забезпечує довговічність;
- забезпечувати вимоги судноплавства;

- забезпечувати безпечний пропуск павідкових вод і льодоходу;
- забезпечувати можливість догляду, ремонту і реконструкції.

Екологічні вимоги зводяться до необхідності одержання такого конструктивного рішення, для якого при заданому строку його служби повна його вартість, до якої входить вартість будівництва, утримання, ремонту і можливої реконструкції, були б мінімальними. Екологічні вимоги визначаються інтересами охорони навколишнього середовища: тут важливо виконання принципу найменшого до нього втручання. Архітектурні вимоги – форма споруди повинна гармонувати з навколишньою місцевістю і міською забудовою. Розрахунково-конструктивні вимоги – споруда в цілому і її елементи повинні задовольняти вимогам міцності, жорсткості, стійкості і надійності протягом заданого строку експлуатації.

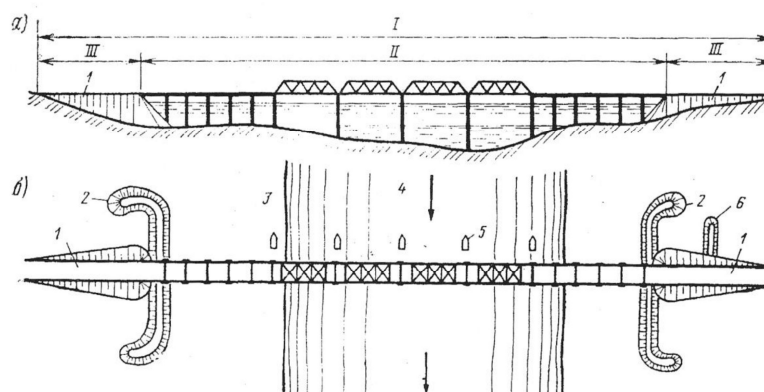
### 1.3 Огляд конструкцій асиметричних мостів

#### 1.3.1 Основні причини асиметрії мостів

Серед мостових споруд доволі часто зустрічаються конструкції не симетричні в плані, з одnobічним тротуаром, мости з різними повздожніми прольотами, і, навіть, мости, збудовані у прольотах за різною конструктивною схемою. Більшість асиметричних споруд об'єднує три речі: споруди стали асиметричними внаслідок реконструкції, виконаної в різний час, наявність на будівельному майданчику перешкоди з одного боку мосту, яку складно подолати і, яка унеможлиблює забезпечення симетрії мостового перерізу та наявність віражів.

#### 1.3.2 Основні конструктивні елементи автодорожнього мосту

Мостовий перехід – це комплекс споруд, які возводяться при пересіченні дорогою ріки (рис. 4) До його складу входять: міст, підходи, льодорізи, регуляційні і берегоукріпні споруди.



I – мостовий перехід; II – міст; III – підходи до мосту.

1 – насип підходу; 2 – дамба, яка направляє струмінь; 3 – заплавина ріки; 4 – русло ріки; 5 – льодоріз; 6 – траверса.

Рисунок 4. Схема мостового переходу [3]

## Висновок

1. Одним з найважливіших елементів транспортної системи держави є мости. Міст – споруда для пропуску через перешкоди потоків залізничного, автомобільного транспорту, пішоходів і комунікацій різного призначення.
2. При проектуванні автомобільних доріг основним документом, що регламентує дії інженера-проектувальника, є дорожньо-будівельні норми. У цій статті пропонується розглянути відмінність нормативних вимог українського стандарту від вимог стандарту, розробленого за іншими принципами.
3. Спочатку проектні організації на основі схем розвитку мережі автомобільних доріг розробляють техніко-екологічне обґрунтування інвестицій, в якому уточнюють очередність проектування об'єктів на основі додаткових економічних і інженерних вишукувань.
4. Штучні споруди на дорогах повинні задовольняти експлуатаційним, економічним, екологічним, архітектурним і розрахунково-конструктивним вимогам.
5. Серед мостових споруд доволі часто зустрічаються конструкції не симетричні в плані, з одnobічним тротуаром, мости з різними повздовжніми прольотами, і, навіть, мости, збудовані у прольотах за різною конструктивною схемою. Більшість асиметричних споруд об'єднує три речі: споруди стали асиметричними внаслідок реконструкції, виконаної в різний час, наявність на будівельному майданчику перешкоди

з одного боку мосту, яку складно подолати і, яка унеможлиблює забезпечення симетрії мостового перерізу та наявність віражів.



## РОЗДІЛ 2

### МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАТИВНОГО СТАНУ АСИМЕТРИЧНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ

#### 2.1 Опис роботи конструкцій асиметричних мостів під навантаженням

Навантаження та впливи на конструкції споруди, прийняті згідно з ДБН В.1.2-15:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи» [1] та ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування» [3].

- власна вага монолітного залізобетонних конструкцій мостової споруди  $\gamma_f = 1,25$  (табл. 6.2 [1]), прикладається програмою автоматично у відповідності до перерізів елементів;

- власна вага їздового полотна (асфальтобетон 110 мм), наплавної гідроізоляції, а також, бордюрного огородження  $\gamma_f = 2,0$  (табл. 6.2 [1]). Тиск від асфальтобетонного покриття на проїзну частину (експлуатаційне значення):

$$q_{1n} = 0,11 \cdot 2,45 \cdot 10 = 2,7 \text{ (кПа)},$$

- граничний тиск:

$$q_1 = q_{1n} \cdot \gamma_f = 2,7 \cdot 2,0 = 5,4 \text{ (кПа)};$$

- вага тонкостінного покриття тротуарів (в бік запасу прийнято асфальтобетон 50 мм, який, з часом, може бути укладений на тротуарах).

- Експлуатаційне значення тиску  $q_{3n} = 3,92 \text{ кПа}$ , граничний тиск  $q_3 = q_{3n} \cdot \gamma_f = 3,92 \cdot 1,4 = 5,5 \text{ (кПа)}$ ;

- вітровий тиск для 3-го вітрового району згідно з [3]  $q_{wf} = 0,5 \text{ кПа}$ ;

- сніговий тиск для 4-го вітрового району згідно з [3]  $q_{sf} = 1,4 \text{ кПа}$  (не враховується разом з НК-100 чи А-15, як взаємо виключаючі, оскільки снігові намети загромождають проїзне полотно);

- товщина кірки ожеледі – 19 мм для 3-го ожеледного району згідно з [3] (не враховується разом з НК-100 чи А-15, як взаємо виключаючі).

При розрахунку по 1-й групі граничних станів використовувались розрахункові навантаження, по 2-й групі граничних станів – експлуатаційні. Скінчено елементні моделі мостової споруди для розрахунку пролітної будови показані на рис.19, рис.20 та рис.21.

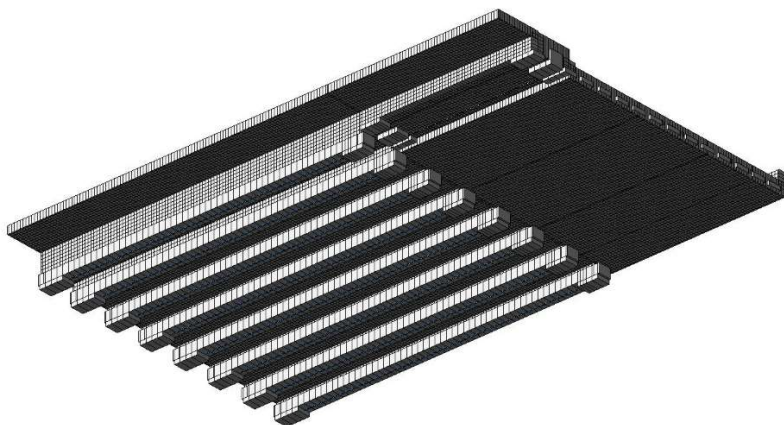
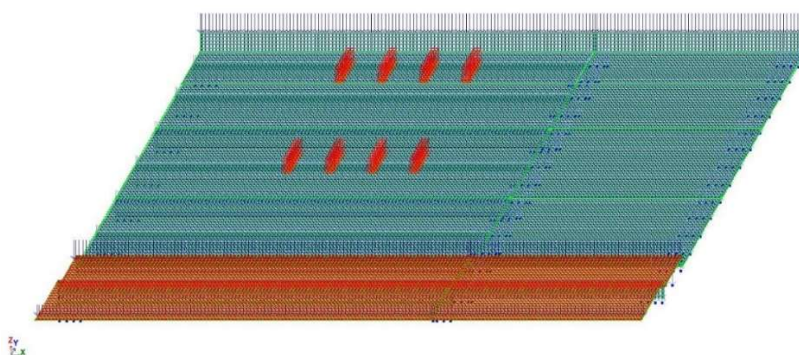
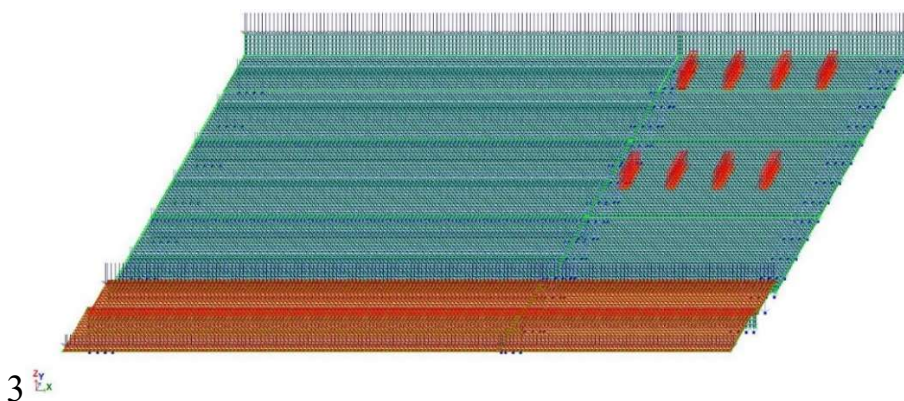


Рис. 19. Тривимірна візуалізація розрахункової моделі мостової споруди в осях «0-3» (вид знизу).



а)



б)

Рис. 5. Розрахункова модель мостової споруди з тимчасовим впливом НК-100.

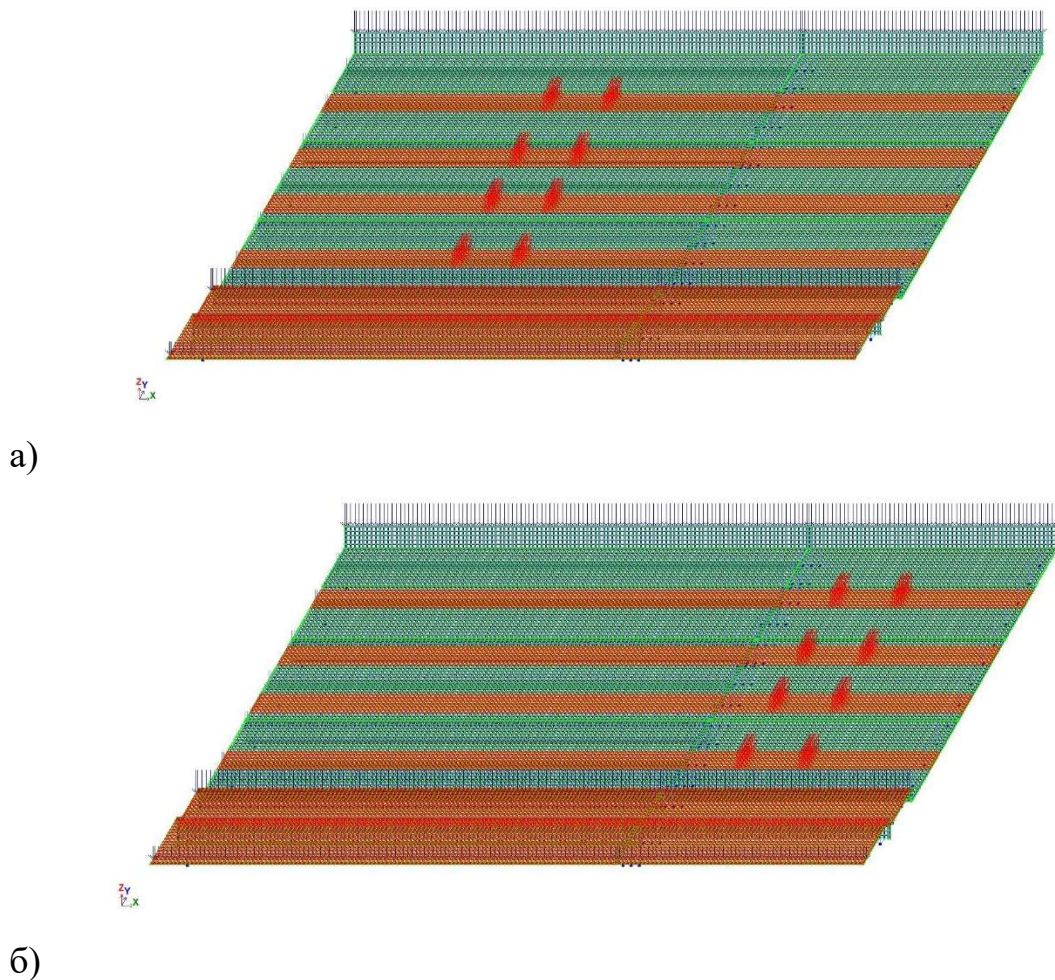


Рис. 6. Розрахункова модель мостової споруди з тимчасовим впливом А-15.

## 2.2 Збір навантаження на асиметричну мостову споруду

### Визначення навантажень на берегову та проміжну опори

Навантаження на монолітний ригель проміжної опори по осі «1», який перерозподіляє тиск від мостової пролітної плити на кладку з тесаних гранітних блоків, складається з корисного навантаження від проєктованих прогонових конструкцій, постійних та тимчасових впливів на них. Аналогічна ситуація – і по береговим опорам по осям «0» і «3». У подальшому розглядається берегова опора по осі «3», як більш навантажена.

Згідно з результатами скінчено елементного розрахунку моделі мостової споруди при різних невігідних комбінаціях впливів, навантаження на проміжну опору мостової

споруди, улаштованої по осі «1» та берегову опору по осі «3», зібрані у таблиці 5 та показані на рис. 22. Згинальні моменти,  $M_{ai} = N_i \cdot e_a$ , від випадкових ексцентриситетів прикладання осьової сили ( $e_a = 30$  мм). З двох величин  $M_i$  та  $M_{ai}$  вибирають більше значення.

Навантаження подані в рівні верхнього обрізу наросувань монолітних ригелів (поясів) опор.

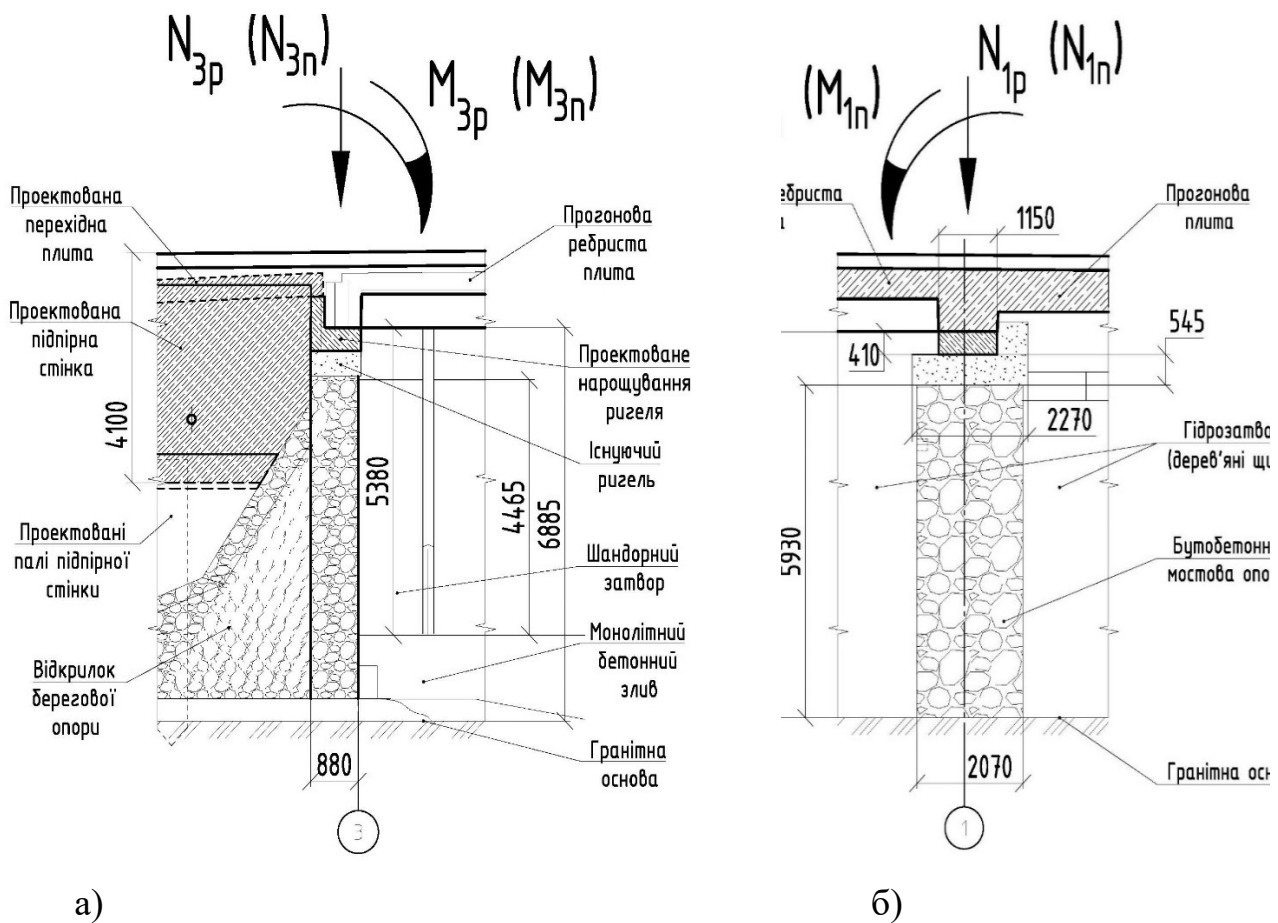


Рис. 7. Схема навантажень в рівні верхнього обрізу монолітного ригеля мостової опори по осі «1» (в дужках – нормативні впливи): а – на берегову опору по осі «3», б – на проміжну опору по осі «1».

З боку запрудженої частини річки Сіб на стінки водоспинного переливного щита регуляційної споруди діє гідравлічний тиск висотою стовпа води, з урахуванням мулистих відкладень, до 6 м.

Таблиця 5 – Навантаження на проміжну та берегову опори мостової споруди

Силовий фактор	Варіант завантаження 1 (max осьова сила)		Варіант завантаження 2 (max згинальний момент)	
	нормативне	розрахункове	нормативне	розрахункове
<b>Навантаження на проміжну опору по осі «1»</b>				
$N_{1p}(N_{1n}), кН$	2 908	3 732	2 839	3 643
$M_{1p}(M_{1n}), кН \cdot м$	253,7	300,3	344,8	406,8
$M_{ap1}(M_{an1}), кН \cdot м$	87,3	112,0	85,2	109,3
<b>Навантаження на берегову опору по осі «3»</b>				
$N_{3p}(N_{3n}), кН$	1 959	2 514	1 818	2 205
$M_{3p}(M_{3n}), кН \cdot м$	166,0	195,9	204,0	241,0
$M_{ap3}(M_{an3}), кН \cdot м$	58,8	75,4	51,6	66,2

### 2.2.1 Кліматичний вплив

Найбільший вплив погодно-кліматичні фактори мають на зміну геометричних параметрів та транспортно-експлуатаційних характеристик доріг. Встановлено, що кожному стану метеорологічних умов та кожному періоду року відповідають характерні стани автомобільних доріг та умов руху, які залежать від їх технічного рівня та змісту [4].

Умови руху на дорогах у період дії несприятливих метеорологічних явищ значно складніше, ніж у літній період при сухому, чистому покритті та узбіччях. Відмінності визначаються низкою факторів, основними з яких є:

- зниження зчіпних якостей, зміна механічної взаємодії автомобіля з дорогою та погіршення рівності покриття під впливом опадів, ожеледиці, туману, підвищеної вологості повітря та інших факторів;

- збільшення опору руху за рахунок відкладень снігу, бруду, ожеледиці, появи нерівностей на дорозі, внаслідок чого скорочується вільна потужність двигуна автомобіля;

– зміна зовнішнього вигляду та обриси проїжджої частини та узбіччя, зміна параметрів поперечного профілю за рахунок снігових відкладень та утворення смуг накату, що наводить до зміни сприйняття дороги водієм;

– зменшення метеорологічної видимості в періоди туманів, опадів, завірюхи, запорошених бур, сліпучої дії сонця, що змінює сприйняття умов руху водієм;

– погіршення експлуатаційно-технічних якостей автомобіля та насамперед систем забезпечення зручності та безпеки руху, до яких відноситься гальмівна система, кермо, система забезпечення оглядовості та видимості, сигнальна система.

Отже, можна виділити сприятливі та несприятливі для руху періоди року, стани доріг та метеорологічні умови. Під сприятливими розуміються такі умови руху, дорожні та метеорологічні умови, негативні дії яких легко компенсуються за рахунок зміни режиму роботи автомобіля та нервово-емоційної напруженості водія без зниження загальний надійності, продуктивності та ефективності функціонування комплексу «водій – автомобіль – дорога – середовище» та режиму руху.

Стан умов руху, дорожніх та метеорологічних умов, які не можуть бути компенсовані змінами режиму роботи автомобіля та водія, називаються несприятливими.

Найчастіше несприятливими будуть умови руху в зимовий та осінньо-весняний періоди року, а умови руху на літній період – лише окремим, найлегшими випадком взаємодії всіх систем та функціонування комплексу «водій – автомобіль – дорога – середовище».

### 2.2.2 Технологічні навантаження від рухомого складу та натовпу пішоходів

- Експлуатаційне значення тиску:

- на тротуар  $q_{2n} = 0,05 \cdot 2,45 \cdot 10 = 1,225 \text{ (кПа)}$ , Г

- раничний тиск  $q_2 = q_{2n} \cdot \gamma_f = 1,225 \cdot 2,0 = 2,45 \text{ (кПа)}$ ;

- власна вага металоконструкцій бар'єрного огороження (довідкова маса за ДСТУ Б В.2.3-28:2011, табл. 1, – 60 кг/м.п.) та поруччя (довідкова маса 34 кг/м.п.)  $\gamma_f = 1,25$  (табл. 6.2 [1]);

- тимчасовий вплив на споруду – НК-100 (невигідне для розрахунку повздовжнього армування у прогонових конструкціях). Навантаження НК-100 прикладене як

умовно рівномірно розподілений тиск на 8 майданчиках 0,8 х 0,2 м, що улаштовані з кроком  $1,2 \times 2,7$  м (рис. 17) граничною інтенсивністю

$$P_{НК-100} = \frac{P/2}{C \cdot B} = \frac{245/2}{0,2 \cdot 0,8} = 766 \text{ (кПа)}$$

Найбільш невідне розрахункове розташування тисків  $P_{НК-100}$  для розрахунку проектованої монолітної ребристої плити в осях «1-3» мостової споруди показано на рис. 4, а), монолітної плоскої прогонової плити в осях «0-1» – на рис. 4, б). При цьому, пара коліс другої осі візка НК-100 – прикладається в середині прольоту максимально близько до краю прогонової будови.

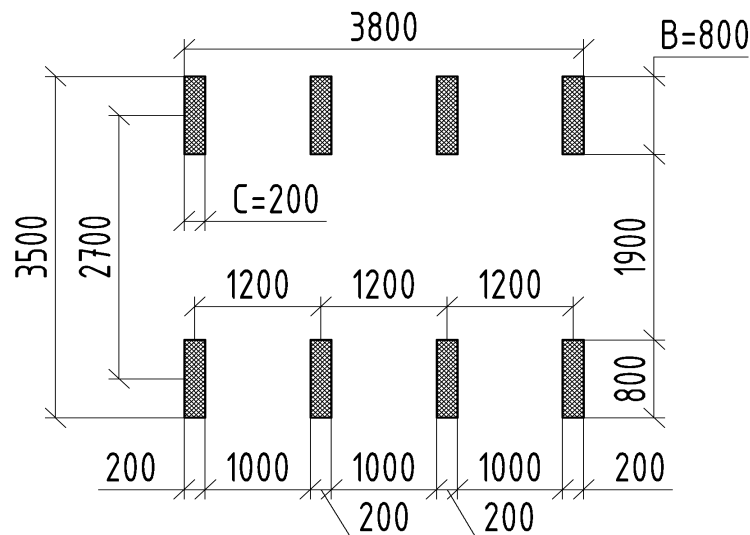


Рис 8. Схема прикладання навантаження НК-100 для просторової моделі.

- тимчасовий вплив на споруду – А-15 (два розрахункових візки  $\gamma_f = 1,5$ ,  $1 + \mu = 1,3$ ). Навантаження А-15 прикладене, як умовно рівномірно розподілений тиск на 4 майданчиках 0,6 х 0,2 м, що улаштовані з кроком  $1,5 \times 1,9$  м (рис. 18) нормативною інтенсивністю

$$P_{A-15, n} = \frac{(P_n / 2) \cdot (1 + \mu) / 2}{C \cdot B} = \frac{(147,15 / 2) \cdot 1,3 / 2}{0,2 \cdot 0,6} = 399 \text{ (кПа)}$$

- та граничною величиною  $P_{A-15} = P_{A-15, n} \cdot \gamma_f = 399 \cdot 1,5 = 598,5 \text{ (кПа)}$ . Та смуга рівномірно розподіленого навантаження по стрічці, шириною 600 мм. Нормативне значення:

$$v_{A-15, n} = \frac{V_n / 2}{B} = \frac{14,7 / 2}{0,6} = 12,25 \text{ (кПа)}$$

- розрахункове значення  $v_{A-15} = v_{A-15, n} \cdot \gamma_f = 12,25 \cdot 1,5 = 18,38 \text{ (кПа)}$ . Найбільш

невигідне розрахункове розташування смуг  $v_{A-15}$  та плям  $P_{A-15}$  тисків для розрахунку проектованої монолітної плити мостової споруди показано на рис. 5.

При цьому колеса умовних візків співосні.

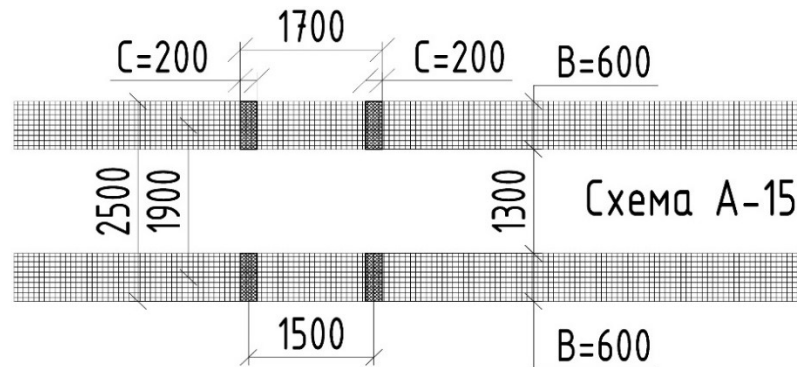


Рис 9. Схема прикладання навантаження А-15 для просторової моделі.

тимчасового навантаження від натопту пішоходів (3,92 кПа,  $\gamma_f = 1,4$ ).

### 2.2.3 Аварійні впливи

До аварійних навантажень слід віднести вірогідні наїзди автомобіля на елементи мосту (опори шляхопроводів, розкоси ферм, ванти та підвіси мостів підвісних систем тощо).

Для елементів, наїзд на які може бути здійснено під кутом 90 до напрямку руху (елементи розташовані поперек руху автомобіля), характеристичне значення навантаження приймається 1000 кН (100 т), воно може бути спрямоване вздовж та поперек напрямку руху і прикладене на рівні 1 м від рівня проїзду. Сила вздовж і поперек напрямку руху до розрахунків приймається окремо.

Для елементів, наїзд на які може бути здійснено під кутом 20о до напрямку руху (елементи розташовані вздовж руху автомобіля), характеристичне значення навантаження приймається таким, що дорівнює 300 кН (30 т), і спрямоване вздовж або поперек напрямку руху і прикладене на рівні 1 м від рівня проїзду. Сили вздовж і поперек напрямку руху до розрахунків приймаються окремо.



### 2.3 Моделювання роботи асиметричного залізобетонно мосту під навантаженням

Основні результати розрахунку деформацій моделей прогонової будови мостової споруди з можливими не вигідними розташуваннями тимчасового впливу А-15 (два візки у розрахунковому перерізі) наведені, відповідно, на рис. 23 та рис. 24.

Аналіз результатів розрахунку комп'ютерних моделі прогонової будови за 2 групою граничних станів показав, що максимальні вертикальні переміщення вузлів споруди від дії розрахункових впливів виникають при корисному тимчасовому навантаженні А-15.

Прогини від розрахункових впливів в прольоті в осях «1-3»  
 $f = \Delta z_{\max} \cdot \gamma_r = 10,3 \cdot 1,0 = 10,3 \text{ (мм)}$ , що менше гранично допустимого значення.

$$f_u = \frac{1}{400} \cdot L_{02} = \frac{10700}{400} = 26,8 \text{ (мм)}$$

Оскільки фактичний прогин  $f$  ребристої плити в осях «1-3», навіть, від розрахункових впливів, менше гранично допустимого прогину  $f_u$ :

$$f = 10,3 \text{ мм} < f_u = 26,8 \text{ мм}, \text{ умову жорсткості виконано.}$$

Прогини від розрахункових впливів в прольоті в осях «0-1»  
 $f = \Delta z_{\max} \cdot \gamma_r = 2,0 \cdot 1,0 = 2,0 \text{ (мм)}$ , що менше гранично допустимого значення.

$$f_u = \frac{1}{400} \cdot L_{01} = \frac{5500}{400} = 13,8 \text{ (мм)}$$

Оскільки фактичний прогин  $f$  ребристої плити в осях «1-3», навіть, від розрахункових впливів, менше гранично допустимого прогину  $f_u$ :

$$f = 2,0 \text{ мм} < f_u = 13,8 \text{ мм}, \text{ умову жорсткості виконано.}$$

Отже, загальна жорсткість прогонової будови мостової споруди від дії основних сполучень навантажень забезпечена.

На рис. 10 видно, що у найбільш не вигідному випадку край прогонових конструкцій по осях «0» та «3», монолітної плити може припідніматися від проектного положення до 1 мм від розрахункових впливів тимчасового навантаження А-15. Ці деформації має

компенсувати передбачена проектом деформаційна вставка між під'їзною плитою та прогоновою плитою.

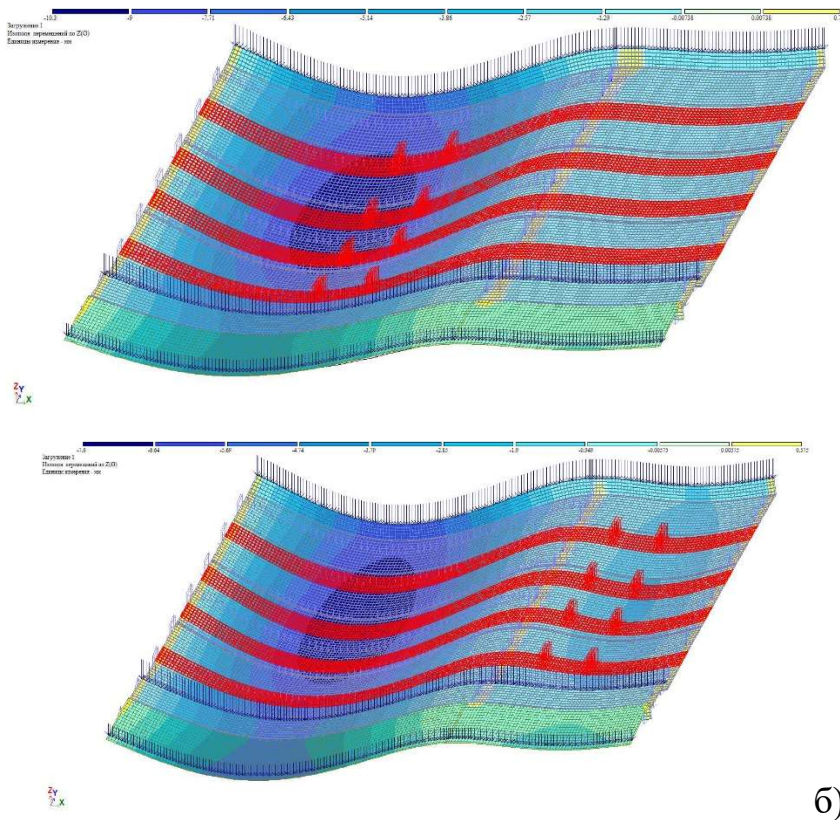


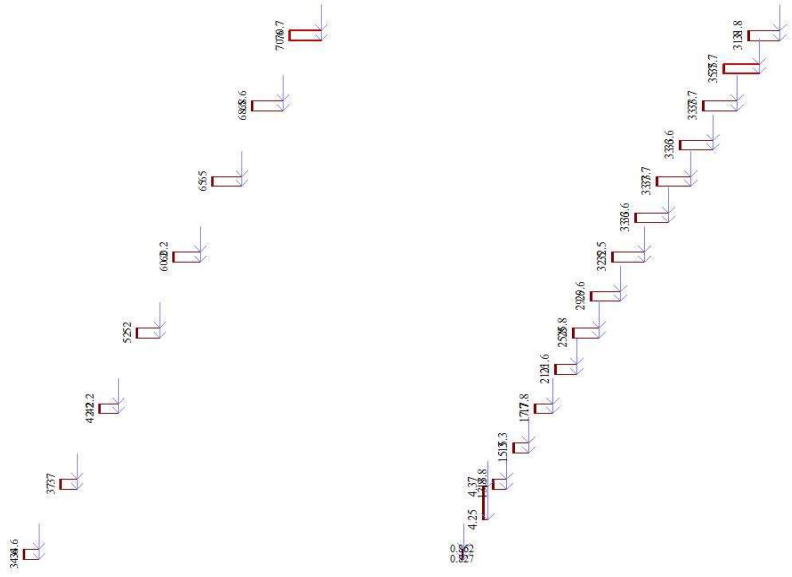
Рис. 10. Результати розрахунку деформацій пролітної частини мостової споруди по осі Oz (варіант 1) від навантаження А-15: а – для візків А-15, які знаходяться у прольоті в осях «1-3», б – в осях «0-1».

### 2.3.1 Перевірочні розрахунки анкерного поля

Для перевірки, чи може запроектоване анкерне поле сприймати опорний згинальний момент, що виникає при роботі споруди, було визначено зусилля розтягу у анкерних групах берегових та проміжних опор. Найбільш не вигідним є варіант розрахункової моделі споруди з тимчасовими впливами НК-100. Невигідний стан (спрацювання на розтяг анкерних елементів) спостерігається на берегових опорах по осях «3» та «0». Зусилля розтягу у анкерах, за умови спрацювання усього анкерного поля показані на рис. 11.

Згружене 1  
Этера N  
Елипсид измерення - t

Z-Y  
X  
Максимальное усилие 70.664



а)

б)

Рис. 11. Зусилля розтягу (в тонах) у анкерній групі при завантаженні схеми тимчасовим навантаженням А-15, за умови спрацювання усього анкерного поля: а – зусилля у анкерах з найбільш навантаженого боку (по осі «3»), б – зусилля у анкерах з найбільш навантаженого боку (по осі «0»).

З рис. 11 добре видно, що анкери завантажені не рівномірно по довжині та ширині мостової споруди. Найбільш навантаженими є анкери з боку перехідних плит мостової споруди (найвіддаленіші від центра мосту анкери).

На анкерне поле з 19 анкерів діаметром 16 мм найбільш віддаленого ряду на берегової опорі по осі «3» припадає загальне зовнішнє зусилля розтягу:

$$\sum N_{i3} = 707 + 686 + 650 + 603 + 520 + 422 + 370 + 346 = 4304 \text{ (кН)}$$

На анкерне поле з 19 анкерів діаметром 16 мм найбільш віддаленого ряду на берегової опорі по осі «1» припадає загальне зовнішнє зусилля розтягу:

$$\sum N_{i0} = 318 + 357 + 337 + 336 + 337 + 336 + 325 + 296 + 258 + 216 + 178 + 153 + 138 + 6 = 3591 \text{ (кН)}$$

Несуча здатність одного анкера  $\varnothing 16$  мм, що вмонтований в тіло ригеля на клейовій суміші Sikadur 31, за умови дотримання всіх технологічних регламентів вклеювання, на 7-й день встановлення, враховуючи сервісний коефіцієнт запасу  $\gamma_{sf} = 2$ , дорівнюватиметься:

$$Q_u = \frac{R_{u \text{ anch}} \cdot A_n}{\gamma_{sf}} = \frac{230 \cdot 10^6 \cdot 201 \cdot 10^{-6}}{2} = 23 \text{ (кН)}$$

де  $R_{u \text{ anch}} = 230 \text{ МПа}$  – напруження, що може витримати анкер на 7-й день встановлення згідно з «Технічною картою матеріалу Sikadur 31»,  
 $A_n = \pi \cdot 16^2 / 4 = 201 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{)}$  – площа металевого анкера.

$$\text{Несуча здатність анкерного поля } \sum Q_u = Q_u \cdot n = 23 \cdot 19 = 437 \text{ (кН)}$$

Добре видно, що  $\sum N_{i3} = 4304 \text{ кН} \gg \sum Q_u = 437 \text{ кН}$ ,  $\sum N_{i0} = 3591 \text{ кН} \gg \sum Q_u = 437 \text{ кН}$ .

Отже, розтягнуте анкерне поле, як по осі «3», так і по осі «1» не може сприйняти опорного згинального моменту за умови не вигідного прикладання тимчасового навантаження НК-100. Оскільки значне нарощування перерізу та кількості анкерів не доцільне з конструктивних міркувань, в подальшому слід розглядати варіанти розрахункових схем з умовно шарнірним обпиранням прогонових конструкцій по осях «0» та «3».

Запроектовані анкери будуть виконувати лише технологічну функцію тримання арматурних елементів при монолітних роботах. Анкери переднього ряду, в яких виникають зусилля стиску, будуть перешкоджати ковзанню монолітної прогонової плити по ригелях.

### 2.3.2 Перевірочні розрахунки арматури повздожніх ребер в прольоті «1-3» під проїзною частиною

Для перевірки правильності підбору проектного армування елементів споруди для кожної з варіантів розрахункових схем та варіантів тимчасового завантаження були визначені внутрішні силові фактори в елементах мостової споруди.

Для оцінки внутрішніх напружень, що виникають в розтягнутій арматурі повздожніх ребер ребристої плити в осях «1-3» були створені спеціальні моделі, які виключають з роботи не працюючий (розтягнутий) бетон вертикальних ребер.

Армування імітувалося стрижневими елементами круглого перерізу, еквівалентним за площею усій розтягнутій арматурі кожного повздожнього ребра.

З допомогою цих моделей було визначено граничні значення внутрішніх зусиль в арматурі при невідному варіанті розрахункової схеми при тимчасових впливах – А-15 та НК-100, дивись рис. 12.

Добре видно, що присутній ефект перерозподілу внутрішніх зусиль між елементами споруди (внутрішні зусилля в арматурі всіх ребер близькі за абсолютним значенням).

Пікове значення внутрішнього зусилля розтягу (в ребрі під колесами тимчасового впливу НК-100) рівне  $N_s = 621 \text{ кН}$  (на одне повздожнє ребро).

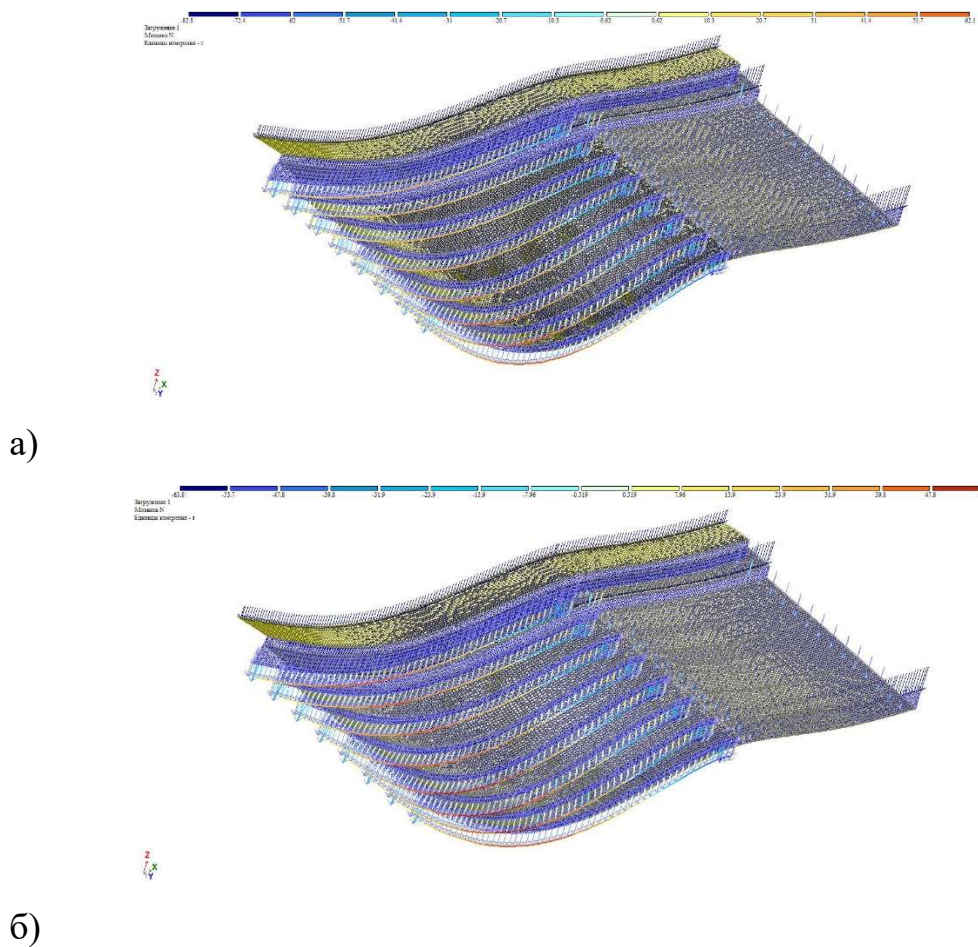


Рис. 12. Зусилля розтягу у робочому армуванні повздожніх ребер при завантаженні схеми тимчасовими навантаженнями: а – НК-100, б – А-15.

Враховуючи площу розтягнутих арматурних стрижнів, прийнятих за проектом, а саме, 8 шт. діаметром 32 мм класу А-III (А400),  $A_s = 6434 \text{ мм}^2$ , улаштованих в кожному повздожньому ребрі, граничні напруження розтягу в арматурі будуть рівні:

$$\sigma_{\max} = N_s \cdot \gamma_r / A_s = 621 \cdot 10^3 \cdot 1,0 / 6434 \cdot 10^{-6} = 97 \text{ (МПа)}$$

Оскільки  $\sigma_{\max} = 97 \text{ МПа} < f_{yd} = R_s = 350 \text{ МПа}$ , умову міцності розтягнутого армування виконано.

2.3.3 Перевірочні розрахунки плитної частини ребристої плити мостової споруди в прольоті «1-3» під проїзною частиною

Розглянуто варіанти завантаження прогонової будови навантаженнями НК-100 та А-15 (умовно шарнірне обпирання на берегові опори по осях «0» та «3»). Ізополя згинальних моментів в елементах мостової споруди при найбільш не вигідному розташуванні візків тимчасових впливів НК-100 та А-15 в прольоті «1-3» показані на рис. 13 і рис. 14.

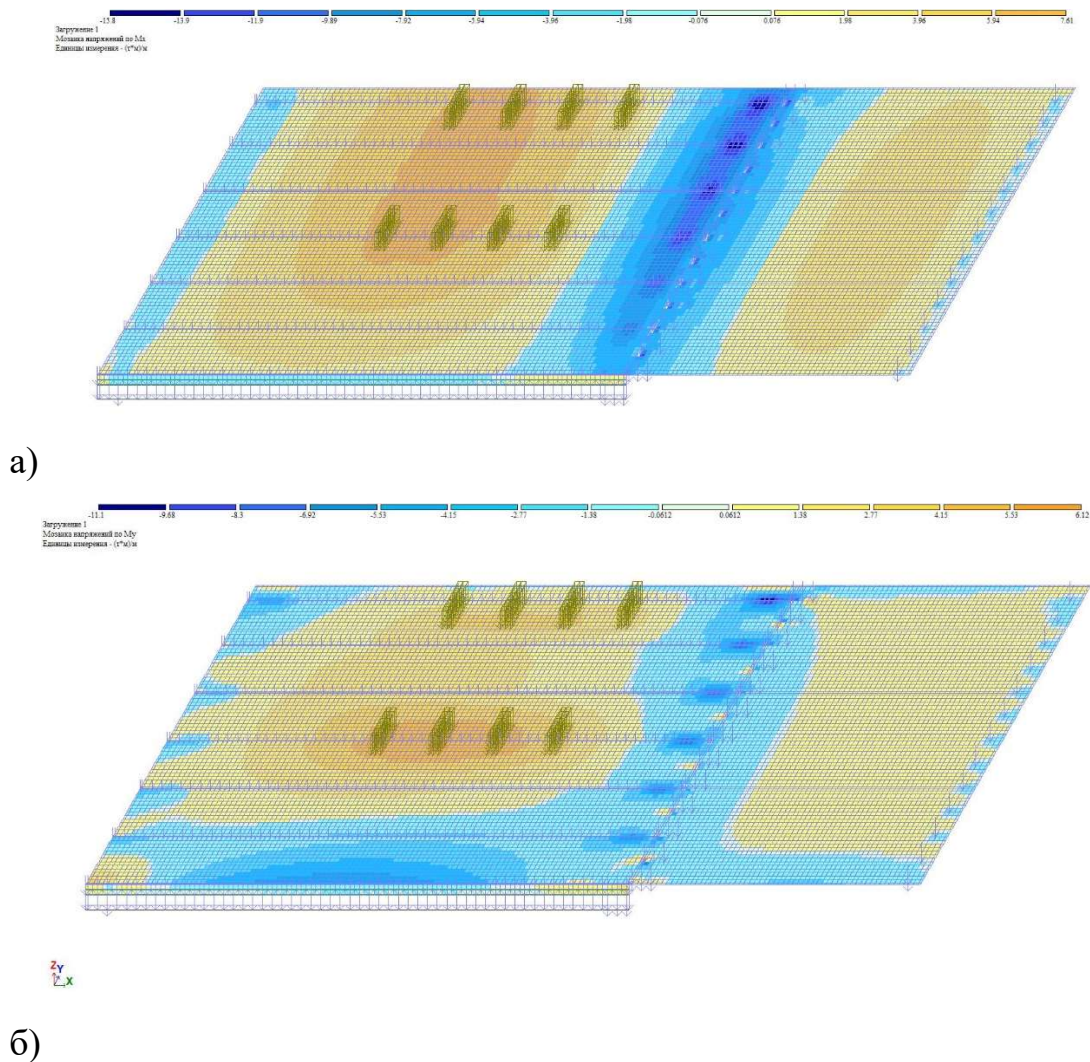
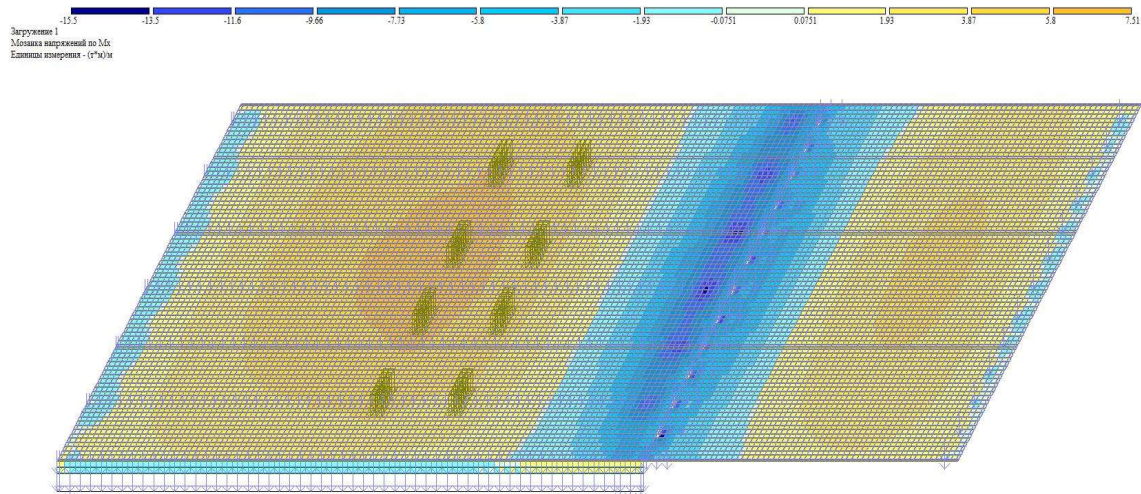
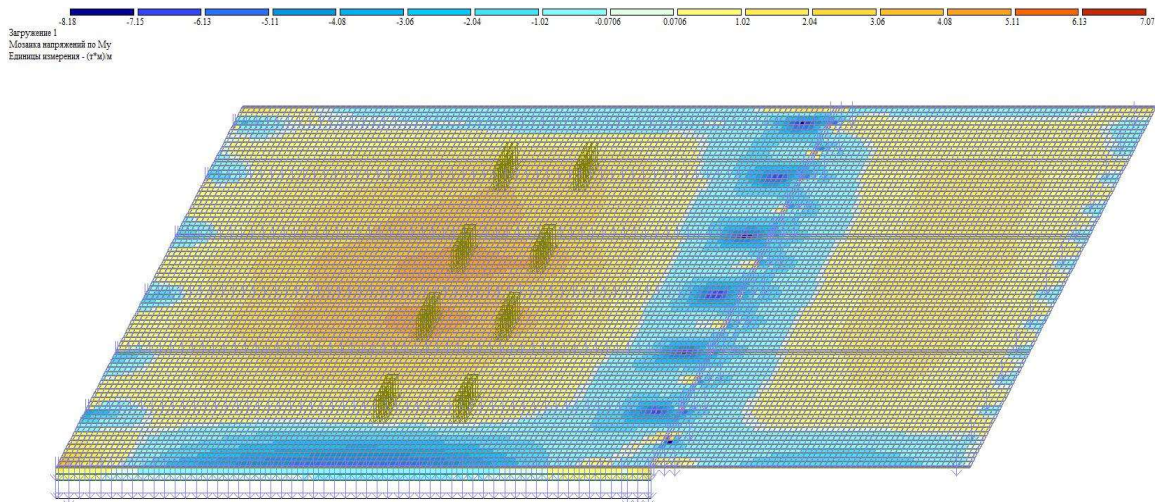


Рис. 13. Згинальні моменти полиці ребристої плити в осях «1-3» та плоскої прогонової плити в осях «0-1» мостової споруди при тимчасовому навантаженні НК-100 (колесо візка в центрі прольоту «1-3»): а –  $M_x$ , б –  $M_y$ , тм/м.п.



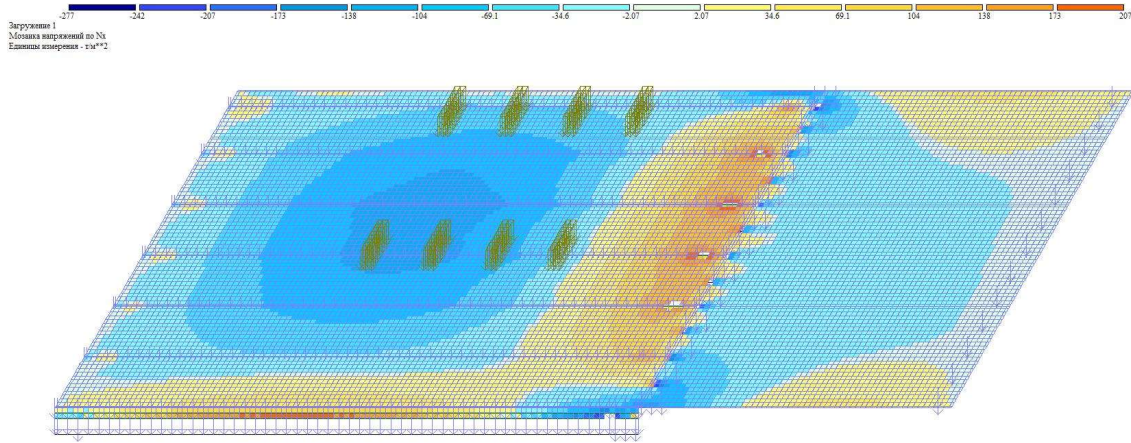
а)



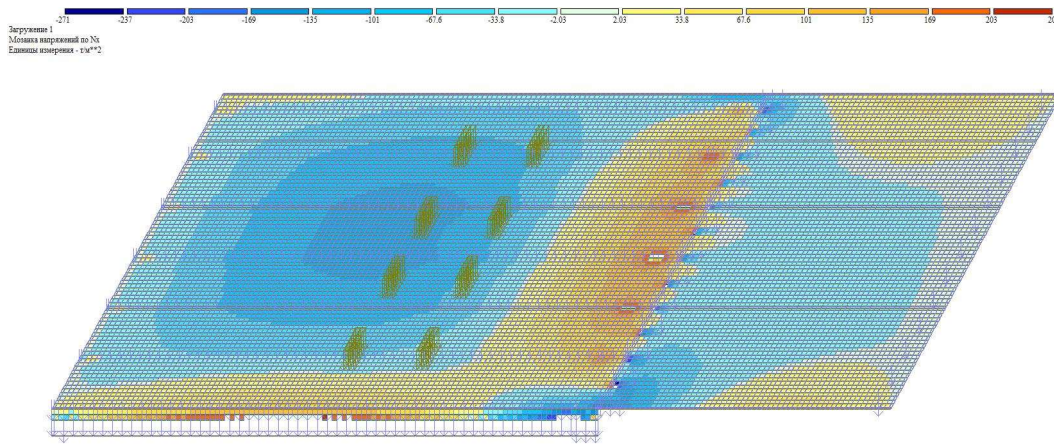
б)

Рис. 14. Згинальні моменти полиці ребристої плити в осях «1-3» та плоскої прогонової плити в осях «0-1» мостової споруди при тимчасовому навантаженні А-15 (колесо візків в центрі прольоту «1-3»): а –  $M_x$ , б –  $M_y$ , тм/м.п.

Ізополя осьових напружень  $N_x$ , т/м<sup>2</sup>, показані на рис. 15 тільки для випадку тимчасових впливів НК-10 та А-15 в прольоті в осях «1-3», оскільки ці напруження мають вплив виключно на ребристій конструкції.



а)



б)

Рис. 15. Ізополя осевих напружень  $N_x$ , т/м<sup>2</sup>, полиці ребристої плити в осях «1-3» та плоскої прогонової плити в осях «0-1» мостової споруди (колесо візка в центрі прольоту «1-3») при тимчасовому навантаженні: а – НК-100, б – А-15.

З рис. 15, а) видно, що розрахунковий пролітний згинальний момент плитної частини, що зосереджений в центрі прольоту,  $M_{x, \max} = +76,1 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$  (впливає на армування плитної частини вздовж мостової споруди). Розрахунковий опорний згинальний момент в плитній частині ребристої прогонової плити вздовж мостової споруди  $M_{x, \min} = -158 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$  (у міжреберному просторі). Те саме по осі  $O_y$  (впливає на робоче армування плитної частини ребристої плити армування поперек



мостової споруди у міжреберному просторі):  $M_{y, \max} = +70,7 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$ ,  
 $M_{y, \min} = -71,5 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$

Водночас, в плиті, розташованій над ребрами, на приопорних ділянках, виникають додаткові напруження розтягу  $N_{x, \max} = +2070 \text{ кН} / \text{м}^2$ , які довантажують опорний переріз згинальним моментом  $M_N = N_{x, \max} \cdot A \cdot e$ , де  $e = 0,515 \text{ м}$  – плече між центром ваги розтягнутої арматури і центром ваги плитної частини,  $A = b \cdot h = 1,0 \cdot 0,35 = 0,35 \text{ (м}^2\text{)}$  – площа умовної розрахункової плитної смуги.

Таким чином, додатковий момент  $M_N = -2070 \cdot 0,35 \cdot 0,515 = -373 \text{ (кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.)}$ .  
 Знак «мінус» свідчить про розтяг верхніх волокон плити.

Загальний згинальний момент на приопорній ділянці  
 $M_{x, \text{оп}} = M_{x, \text{мін}} + M_N = -158 - 373 = -531 \text{ (кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.)}$ .

Епюри на рис. 27 ... рис. 29 ілюструють внутрішні силові фактори за умови стаціонарного розташування візків в невідповідному місці. Однак візки можуть змінювати своє розташування, як по довжині, так і по ширині. Тому за вказаним згинальним моментом було виконано підбір армування небезпечних зон, яке було розповсюджено на всю мостову споруду.

А) Уточнена перевірка міцності ребристої плити в осях «1-3» на приопорному фрагменті за результатами просторового моделювання.

На умовну стрічку плитної частини ребристої плити в прольоті «1-3» взято смугу шириною 1,28 м (вздовж ребер). Робоче розтягнуте (верхнє) армування полиці буде поблизу проміжної опорою по осі «1». На цю смугу буде припадати опорний згинальний момент  $M_X = M_{x, \text{оп}} \cdot b = -531 \cdot 1,28 = -680 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$ . Розрахунковий переріз фрагмента прогонової будови показаний на рис. 30.

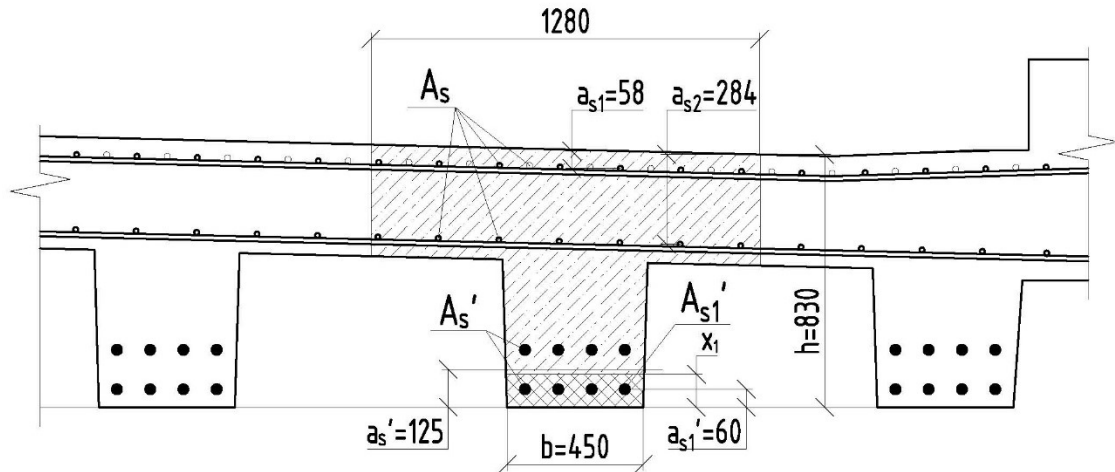


Рис. 16. Розрахунковий переріз прогонової ребристої конструкції в осях «1-3» вздовж прольоту, по умовній осі Ох.

Верхня повздовжня арматура (вздовж прольоту) на умовну ширину  $b_f = 1280 \text{ мм}$ , за проектом являє собою окремі стрижні класу А-III (А400) діаметром 16 мм, які встановлені з кроком 200 мм (6,5 шт.) та додаткові стрижні діаметром 20 мм класу А-III (А400), 6,5 шт.,  $A_{s1} = 3349 \text{ мм}^2$ , з відстанню від центра ваги до краю перерізу  $a_{s1} = 58 \text{ мм}$ . Крім того, в роботу на розтяг включається арматура нижнього ряду плити у кількості 7 шт. класу А-III (А400) діаметром 16 мм,  $A_{s2} = 1407 \text{ мм}^2$ ,  $a_{s2} = 284 \text{ мм}$ .

Загальна площа розтягнутої арматури  $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 3349 + 1407 = 4756 \text{ (мм}^2\text{)}$ .

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої арматури до найбільш розтягнутого волокна перерізу:

$$a_s = \frac{a_{s1} \cdot A_{s1} + a_{s2} \cdot A_{s2}}{A_s} = \frac{58 \cdot 3349 + 284 \cdot 1407}{4756} = 124 \text{ (мм)}$$

Стиснута (нижня) арматура за проектом – 8 стрижнів діаметром 32 мм, класу А-III (А400),  $A_s' = 6434 \text{ мм}^2$ ,  $a_s' = 125 \text{ мм}$ .

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої арматури до найбільш стиснутої точки перерізу розрахункового фрагмента мосту  $d = h - a_s = 830 - 124 = 706 \text{ (мм)}$ . Для бетону В30 визначаємо коефіцієнт  $\lambda$  за формулою:

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{c3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = \frac{(300 - 68) \cdot 10^{-5}}{300 \cdot 10^{-5}} = 0,773$$

Поперечник розглядаємо, як прямокутний, з двохрядним армуванням.

Визначаємо граничну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s,0}} = \frac{706 \cdot 300 \cdot 10^{-5}}{(300 + 178) \cdot 10^{-5}} = 443 \text{ (мм)}$$

де  $\varepsilon_{s,0}$  – відносні деформації видовження арматури А-III на межі текучості, визначаються за формулою,

$$\varepsilon_{s,0} = f_{yd} / E_s = 350 / 1,96 \cdot 10^5 = 178 \cdot 10^{-5};$$

$$f_{yd} = R_s = 350 \text{ МПа} \text{ – розрахункове значення опору розтягу арматури А-III.}$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята бетоном розрахункової балки в граничному стані:

$$F_c = \frac{(1 + \lambda) \cdot x_{1u} \cdot b \cdot f_{cd}}{2} = \frac{(1 + 0,773) \cdot 0,443 \cdot 0,45 \cdot 15,5 \cdot 10^3}{2} = 2739 \text{ (кН)}.$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята стиснутою (нижньою) арматурою (класу А-III) в граничному стані:

$$F' = f_{yd}' \cdot A_s' = 350 \cdot 10^3 \cdot 6434 \cdot 10^{-6} = 2252 \text{ (кН)}.$$

Обчислюємо загальну граничну несучу здатність стиснутої частини перерізу:

$$F_c + F' = 2739 + 2252 = 4991 \text{ (кН)}.$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята розтягнутою арматурою в граничному стані:

$$F = f_{yd} \cdot A_s = 350 \cdot 10^3 \cdot 4756 \cdot 10^{-6} = 1665 \text{ (кН)}.$$

$$(F_c + F' = 4991 \text{ кН}) > (F = 1665 \text{ кН}).$$

Умову виконано. Переріз плитної частини заармовано раціонально. Несуча здатність перерізу встановлюється по розтягнутій (верхній) арматурі.

Оскільки  $(F' = 2252 \text{ кН}) > (F = 1665 \text{ кН})$ , стиснута зона бетону розташована на відстані не більше відстані від центра ваги стиснутої арматури до краю перерізу  $a_s' = 0,125 \text{ м}$ . Отже, функцію стиснутої арматури виконує тільки ближній до низу

перерізу ряд арматури площею  $A_{s1}' = A_s' / 2 = 6434 / 2 = 3217 \text{ (мм}^2\text{)}, a_{s1}' = 60 \text{ мм}$ .

Перераховуємо  $F_1' = f_{yd}' \cdot A_{s1}' = 350 \cdot 10^3 \cdot 3217 \cdot 10^{-6} = 1126 \text{ (кН)}$ .

$$F_c + F_1' = 2739 + 1126 = 3865 \text{ (кН)}$$

Обчислюємо фактичну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_1 = \frac{2 \cdot (F - F_1')}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot (1665 - 1126) \cdot 10^3}{(1 + 0,773) \cdot 0,45 \cdot 15,5 \cdot 10^6} = 0,087 \text{ (м)}$$

$(x_1 = 0,087 \text{ м}) < (x_{1u} = 0,443 \text{ м})$ . Умову виконано.

$$(a_{s1}' = 0,060 \text{ м}) < (x_1 = 0,087 \text{ м}) < (a_s' = 0,125 \text{ м})$$

Визначасмо плече рівнодійної бетону до краю перерізу:

$$a_c = \frac{x_1 \cdot (1 + \lambda + \lambda^2)}{3 \cdot (\lambda + 1)} = \frac{0,087 \cdot (1 + 0,773 + 0,773^2)}{3 \cdot (1 + 0,773)} = 0,039 \text{ (м)}$$

Граничне значення згинального моменту, який може сприйняти переріз прогонової ребристої плити по арматурі:

$$M_u = F \cdot (d - a_c) = 1665 \cdot (0,706 - 0,039) = 1110 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

$(|M_x| \cdot \gamma_r = |-680| \cdot 1,0 = 680 \text{ кН} \cdot \text{м}) > (M_u = 1110 \text{ кН} \cdot \text{м})$ . Умову міцності виконано.

Міцність при опорного нормального перерізу ребристої плити забезпечена.

Коефіцієнт використання перерізу 0,62.

Рекомендоване постпроцесором армування верхньої частини плити по осі Ох показано на рис. 17.

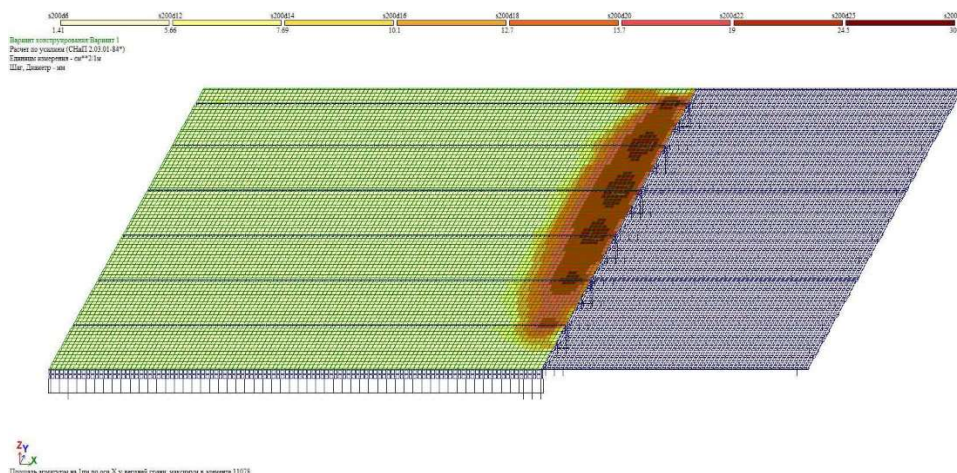


Рис. 17. Розрахункова верхня повздожня арматура по Ох плитної частини мосту в осях «1-3» при тимчасовому навантаженні НК-100 (колесо візка в центрі прольоту «1-3»).

Б) Перевірка міцності плитної частини в осях «1-3» поперек мостової споруди між повздожніми ребрами за результатами просторового моделювання.

Максимальний згинальний момент в плитній частині вздовж прольоту мосту  $M_{y, \max} = +70,7 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$  (рис. 32).

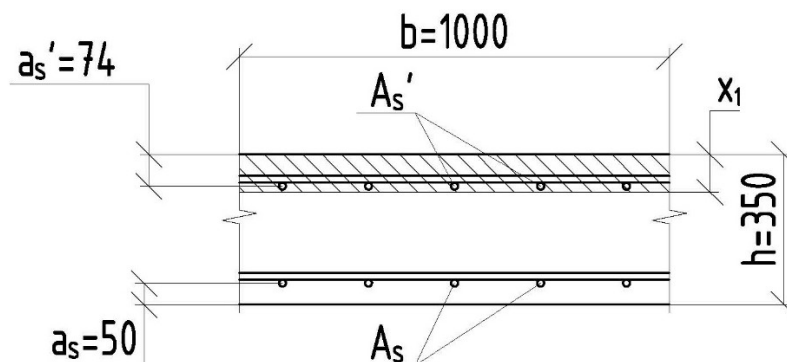


Рис. 18. Розрахунковий переріз плитної частини в осях «1-3» (над ребрами, поперек мосту).

Розтягнутою в даному випадку є нижня повздожня арматура, улаштована поперек ребер, що за проектом являє собою окремі стрижні класу А-III (А400) діаметром 16 мм у кількості 5 шт. та підсилена стрижнями діаметром 12 мм у кількості 5 шт. А-III (А400) на умовну ширину  $b = 1000 \text{ мм}$ ),  $A_s = 1570 \text{ мм}^2$ , з відстанню від центра ваги до краю перерізу  $a_s = 50 \text{ мм}$ .

Стиснута верхня арматура за проектом також діаметром 16 мм, класу А-III (А400), встановлена з кроком 200 мм,  $A_s' = 1005 \text{ мм}^2$ ,  $a_s' = 74 \text{ мм}$ . Поперечник розглядаємо як прямокутний з двохрядним армуванням.

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої арматури до найбільш стиснутої точки перерізу фрагмента плити  $d = h - a_s = 350 - 50 = 300 \text{ (мм)}$ . Раніше визначено  $\lambda = 0,773$ .

Визначаємо граничну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s,0}} = \frac{300 \cdot 300 \cdot 10^{-5}}{(300 + 178) \cdot 10^{-5}} = 188 \text{ (мм)}$$

де  $\varepsilon_{s,0} = 178 \cdot 10^{-5}$  – визначено раніше.

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята бетоном плити в граничному стані:

$$F_c = \frac{(1 + \lambda) \cdot x_{1u} \cdot b \cdot f_{cd}}{2} = \frac{(1 + 0,773) \cdot 0,188 \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^3}{2} = 2583 \text{ (кН)}.$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята стиснутою (верхньою) арматурою (класу А-III) в граничному стані:

$$F' = f_{yd}' \cdot A_s' = 350 \cdot 10^3 \cdot 1005 \cdot 10^{-6} = 352 \text{ (кН)}$$

Обчислюємо загальну граничну несучу здатність стиснутої частини перерізу:

$$F_c + F' = 2583 + 352 = 2935 \text{ (кН)}$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята розтягнутою арматурою в граничному стані:  $F = f_{yd} \cdot A_s = 350 \cdot 10^3 \cdot 1570 \cdot 10^{-6} = 549 \text{ (кН)}$

$$(F_c + F' = 2935 \text{ кН}) > (F = 549 \text{ кН})$$

Умову виконано. Переріз плитної частини заармовано раціонально. Несуча здатність перерізу встановлюється по розтягнутій арматурі.

Обчислюємо фактичну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_1 = \frac{2 \cdot (F - F')}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot (549 - 352) \cdot 10^3}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^6} = 0,014 \text{ (м)}$$

$$(x_1 = 0,014 \text{ м}) < (x_{1u} = 0,188 \text{ м}). \text{ Умову виконано.}$$

Оскільки  $x_1 = 0,014 \text{ м}$  менше величини захисного шару бетону для стиснутої арматури  $a_s' = 74 \text{ мм}$  необхідно перевірити, чи стиснута арматура включається у роботу перерізу.

Фактична висота стиснутої зони бетону без урахування стиснутої арматури:

$$x_1 = \frac{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot 1570 \cdot 10^{-6}}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^3} = 0,04 \text{ (м)} < a_s' = 0,074 \text{ м}$$

Тому переріз необхідно розраховувати як прямокутний з одиночним армуванням.

Повторно перевіряємо умову  $x_1 < x_{1,u}$ ,

$(x_1 = 0,04 \text{ м}) < (x_{1,u} = 0,188 \text{ м})$ . Умову виконано.

Граничне значення згинального моменту, який може сприйняти переріз прогонової плити по арматурі:

$$M_u = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left( d - \frac{x_1 \cdot (1 + \lambda + \lambda^2)}{3 \cdot (\lambda + 1)} \right) =$$

$$= 1570 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot \left( 0,3 - \frac{0,04 \cdot (1 + 0,773 + 0,773^2)}{3 \cdot (0,773 + 1)} \right) = 155 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

$(M_{y, \max} \cdot \gamma_r = 70,7 \cdot 1,0 = 70,7 \text{ кН} \cdot \text{м}) < (M_u = 155 \text{ кН} \cdot \text{м})$ . Умову міцності плитної частини в осях «1-3» виконано. Коефіцієнт використання перерізу 0,46.

Рекомендоване постпроцесором армування верхньої частини плити по осі Оу показане на рис. 19).

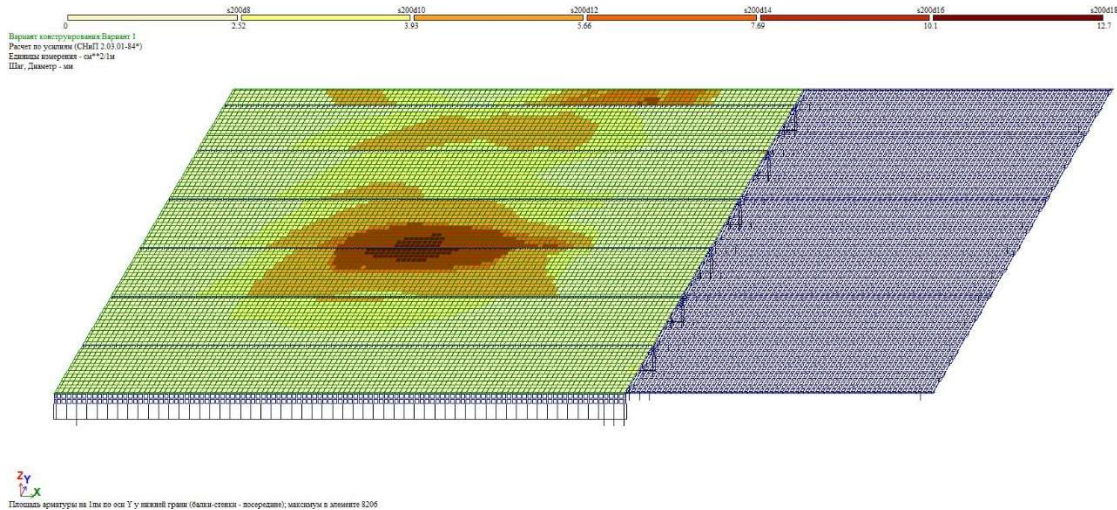


Рис. 19. Розрахункова нижня арматура поперек мостового прольоту по Оу плитної частини мосту в осях «1-3» при невідному тимчасовому навантаженні НК-100 (колесо візка в центрі прольоту «1-3»).

Міцність ребристої плити монолітної прогонової будови мосту в осях «1-3» в усіх напрямках забезпечена.

### 2.3.4 Перевірочні розрахунки монолітної прогонової плити мостової споруди в прольоті «0-1» під проїзною частиною

Розглянуто варіанти завантаження прогонової будови навантаженнями НК-100 та А-15 (умовно шарнірне обпирання на берегові опори по осях «0» та «3»). Ізополя згинальних моментів в елементах мостової споруди при найбільш не вигідному розташуванні візків тимчасових впливів НК-100 та А-15 в прольоті «0-1» показані на рис. 20 та рис. 21.

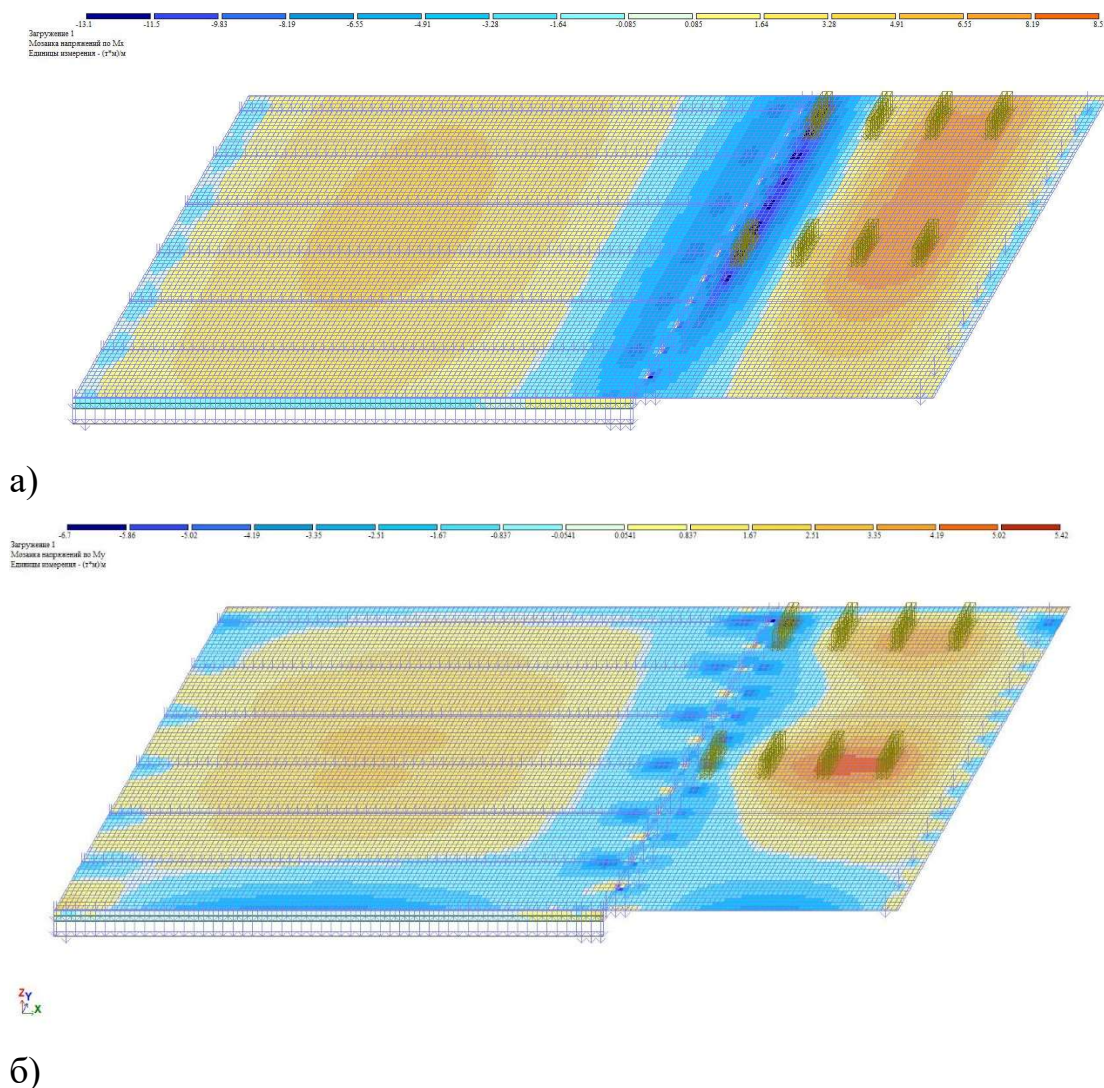
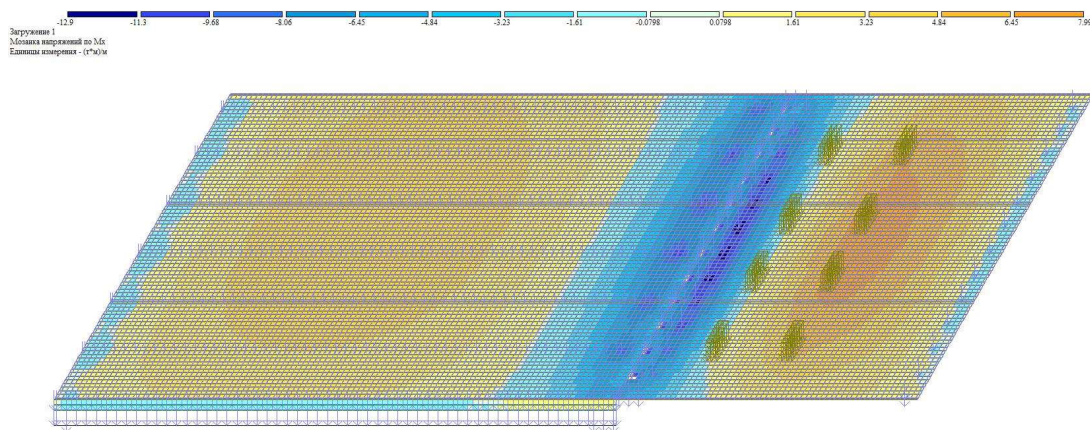
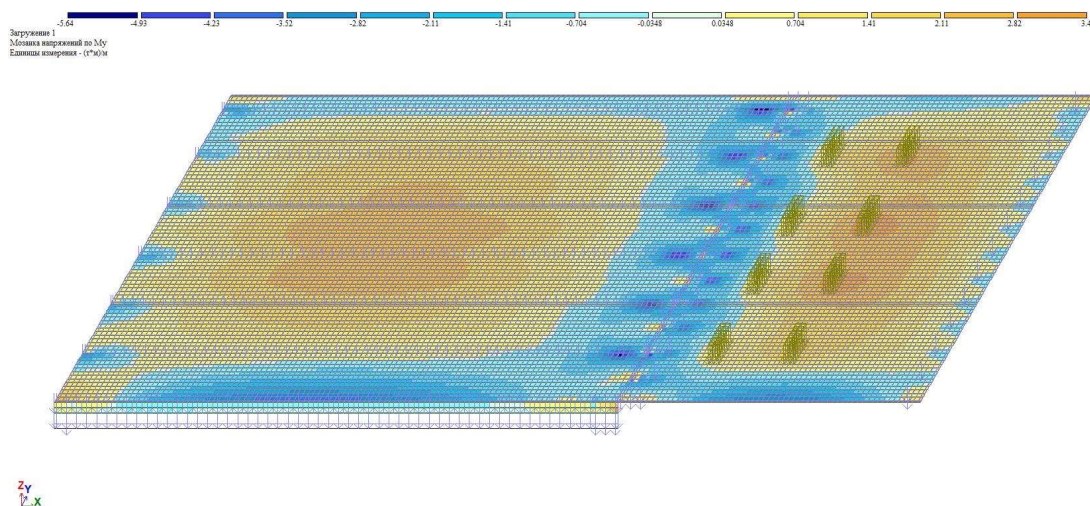


Рис. 20. Згинальні моменти плоскої плити в осях «0-1» та полиці ребристої плити в осях «1-3» мостової споруди при тимчасовому навантаженні НК-100 (колесо візка в центрі прольоту «0-1»): а –  $M_x$ , б –  $M_y$ , тм/м.п.





а)



б)

Рис. 21. Згинальні моменти плоскої плити в осях «0-1» та полиці ребристої плити в осях «1-3» мостової споруди при тимчасовому навантаженні А-15 (колесо візків в центрі прольоту «0-1»): а –  $M_x$ , б –  $M_y$ , тм/м.п.

А) Уточнена перевірка міцності пролітного перерізу суцільної монолітної плити в осях «0-1» по  $Ox$  за результатами скінчено елементного моделювання.

Максимальний згинальний момент в плитній частині вздовж прольоту мосту за результатами просторового моделювання  $M_{x, \max} = +85,1 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$  (рис. 34,а). Розрахунковий поперечник повздовжньої смуги плити показаний на рис. 36.

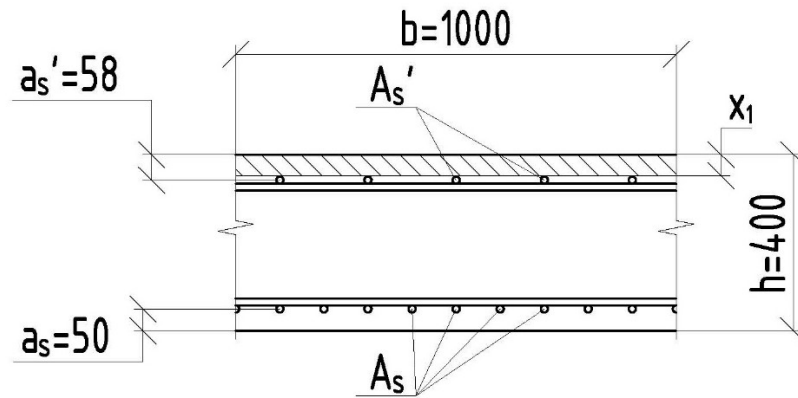


Рис. 22. Розрахунковий переріз фрагмента плити в осях «0-1», в прольоті.

Розтягнутою в даному випадку є нижня повздовжня арматура, що за проектом являє собою окремі стрижні класу А-III (А400) діаметром 16 мм у кількості 5 шт. та підсилена стрижнями діаметром 16 мм у кількості 5 шт. А-III (А400) на умовну ширину  $b = 1000 \text{ мм}$ ,  $A_s = 2010 \text{ мм}^2$ , з відстанню від центра ваги до краю перерізу  $a_s = 50 \text{ мм}$ .

Стиснута верхня арматура – діаметром 16 мм, класу А-III (А400), встановлена з кроком 200 мм,  $A_s' = 1005 \text{ мм}^2$ ,  $a_s' = 58 \text{ мм}$ . Поперечник розглядаємо як прямокутний з двохрядним армуванням.

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої арматури до найбільш стиснутої точки перерізу фрагмента плити  $d = h - a_s = 400 - 50 = 350 \text{ (мм)}$ . Раніше визначено  $\lambda = 0,773$ .

Визначаємо граничну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s,0}} = \frac{350 \cdot 300 \cdot 10^{-5}}{(300 + 178) \cdot 10^{-5}} = 219 \text{ (мм)},$$

де  $\varepsilon_{s,0} = 178 \cdot 10^{-5}$  – визначено раніше.

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята бетоном плити в граничному стані:

$$F_c = \frac{(1 + \lambda) \cdot x_{1u} \cdot b \cdot f_{cd}}{2} = \frac{(1 + 0,773) \cdot 0,219 \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^3}{2} = 3009 \text{ (кН)}.$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята стиснутою (верхньою) арматурою (класу А-III) в граничному стані:

$$F' = f_{yd}' \cdot A_s' = 350 \cdot 10^3 \cdot 1005 \cdot 10^{-6} = 352 \text{ (кН)}$$

Обчислюємо загальну граничну несучу здатність стиснутої частини перерізу:

$$F_c + F' = 3009 + 352 = 3361 \text{ (кН)}$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята розтягнутою арматурою в граничному стані:  $F = f_{yd} \cdot A_s = 350 \cdot 10^3 \cdot 2010 \cdot 10^{-6} = 704 \text{ (кН)}$

$$(F_c + F' = 3361 \text{ кН}) > (F = 704 \text{ кН})$$

Умову виконано. Переріз плитної частини заармовано раціонально. Несуча здатність перерізу встановлюється по розтягнутій арматурі.

Обчислюємо фактичну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_1 = \frac{2 \cdot (F - F')}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot (704 - 352) \cdot 10^3}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^6} = 0,026 \text{ (м)}$$

$$(x_1 = 0,026 \text{ м}) < (x_{1u} = 0,219 \text{ м}) \text{ . Умову виконано.}$$

Оскільки  $x_1 = 0,026 \text{ м}$  менше величини захисного шару бетону для стиснутої арматури  $a_s' = 58 \text{ мм}$  необхідно перевірити, чи стиснута арматура включається у роботу перерізу.

Фактична висота стиснутої зони бетону без урахування стиснутої арматури:

$$x_1 = \frac{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot 2010 \cdot 10^{-6}}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^3} = 0,051 \text{ (м)} < a_s' = 0,058 \text{ м}$$

Тому переріз необхідно розраховувати як прямокутний з одиночним армуванням.

Повторно перевіряємо умову  $x_1 < x_{1u}$ ,

$$(x_1 = 0,051 \text{ м}) < (x_{1u} = 0,219 \text{ м}) \text{ . Умову виконано.}$$

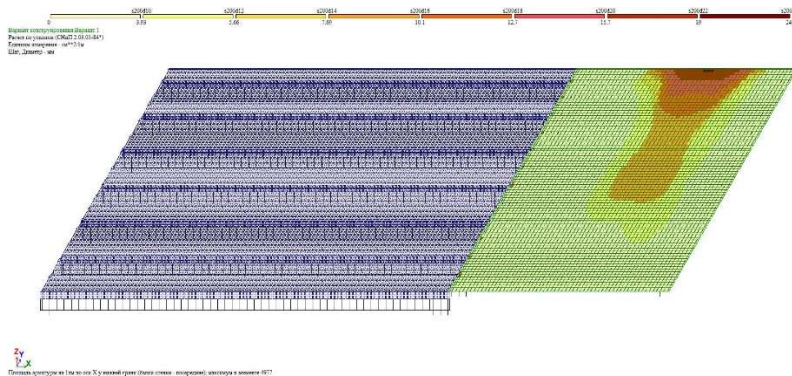
Граничне значення згинального моменту, який може сприйняти переріз прогонової плити по арматурі:

$$M_u = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left( d - \frac{x_1 \cdot (1 + \lambda + \lambda^2)}{3 \cdot (\lambda + 1)} \right) =$$

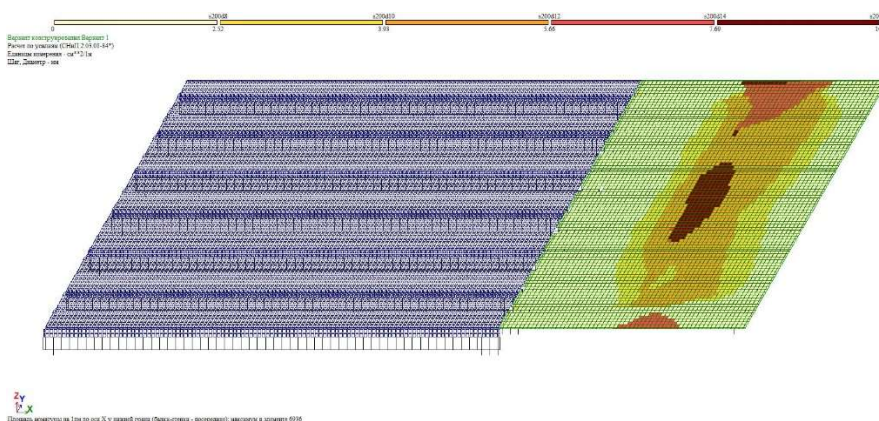
$$= 2010 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot \left( 0,35 - \frac{0,051 \cdot (1 + 0,773 + 0,773^2)}{3 \cdot (0,773 + 1)} \right) = 230 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

$(M_{x, \max} \cdot \gamma_r = 85,1 \cdot 1,0 = 85,1 \text{ кН} \cdot \text{м}) < (M_u = 230 \text{ кН} \cdot \text{м})$ . Умову міцності плитної частини в прольоті в осях «1-3» виконано. Коефіцієнт використання перерізу 0,37.

Рекомендоване постпроцесором армування нижньої частини плити по осі  $Ox$  в осях «1-3» показано на рис. 23).



а)



б)

Рис. 23. Розрахункове нижнє робоче повздовжнє армування по  $Ox$  плоскої прогонової плити мостової споруди в осях «0-1» при невідгідному тимчасовому навантаженні (колесо візків в центрі прольоту «0-1»): а – від НК-100, б – від А-15.

Б) Уточнена перевірка міцності опорного перерізу суцільної монолітної плити в осях «0-1» по  $Ox$  за результатами скінчено елементного моделювання.

Максимальний за модулем згинальний момент в плитній частині вздовж прольоту мосту за результатами просторового моделювання  $M_{x, \min} = -131 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$ . Розрахунковий поперечник повздовжньої смуги плити показаний на рис. 24.

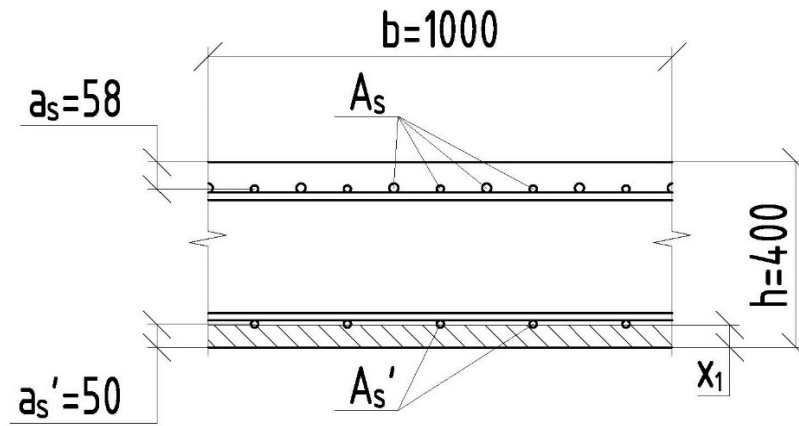


Рис. 24. Розрахунковий переріз фрагмента плити в осях «0-1», на опорі.

Розтягнутою в даному випадку є верхня повздовжня арматура, що за проектом являє собою окремі стрижні класу А-III (А400) діаметром 16 мм у кількості 5 шт. та підсилена стрижнями діаметром 20 мм у кількості 5 шт. А-III (А400) на умовну ширину  $b = 1000 \text{ мм}$ ,  $A_s = 2576 \text{ мм}^2$ , з відстанню від центра ваги до краю перерізу  $a_s = 58 \text{ мм}$ .

Стиснута нижня арматура – діаметром 16 мм, класу А-III (А400), встановлена з кроком 200 мм,  $A'_s = 1005 \text{ мм}^2$ ,  $a'_s = 50 \text{ мм}$ . Поперечник розглядаємо як прямокутний з двохрядним армуванням.

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої арматури до найбільш стиснутої точки перерізу фрагмента плити  $d = h - a_s = 400 - 58 = 342 \text{ (мм)}$ . Раніше визначено  $\lambda = 0,773$ .

Визначаємо граничну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s,0}} = \frac{342 \cdot 300 \cdot 10^{-5}}{(300 + 178) \cdot 10^{-5}} = 214 \text{ (мм)}$$

де  $\varepsilon_{s,0} = 178 \cdot 10^{-5}$  – визначено раніше.

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята бетоном плити в граничному стані:

$$F_c = \frac{(1 + \lambda) \cdot x_{1,u} \cdot b \cdot f_{cd}}{2} = \frac{(1 + 0,773) \cdot 0,214 \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^3}{2} = 2940 \text{ (кН)}.$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята стиснутою (нижньою) арматурою (класу А-III) в граничному стані:

$$F' = f_{yd}' \cdot A_s' = 350 \cdot 10^3 \cdot 1005 \cdot 10^{-6} = 352 \text{ (кН)}$$

Обчислюємо загальну граничну несучу здатність стиснутої частини перерізу:

$$F_c + F' = 2940 + 352 = 3292 \text{ (кН)}$$

Визначаємо долю зусилля, яка може бути сприйнята розтягнутою арматурою в граничному стані:  $F = f_{yd} \cdot A_s = 350 \cdot 10^3 \cdot 2576 \cdot 10^{-6} = 901 \text{ (кН)}$

$$(F_c + F' = 3292 \text{ кН}) > (F = 901 \text{ кН})$$

Умову виконано. Опорний переріз плити в осях «0-1» заармовано раціонально. Несуча здатність перерізу встановлюється по розтягнутій арматурі.

Обчислюємо фактичну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_1 = \frac{2 \cdot (F - F')}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot (901 - 352) \cdot 10^3}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^6} = 0,040 \text{ (м)}$$

$$(x_1 = 0,04 \text{ м}) < (x_{1u} = 0,214 \text{ м}) \text{ . Умову виконано.}$$

Оскільки  $x_1 = 0,04 \text{ м}$  менше величини захисного шару бетону для стиснутої арматури  $a_s' = 50 \text{ мм}$  необхідно перевірити, чи стиснута арматура включається у роботу перерізу.

Фактична висота стиснутої зони бетону без урахування стиснутої арматури:

$$x_1 = \frac{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot 2576 \cdot 10^{-6}}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^6} = 0,066 \text{ (м)} > a_s' = 0,05 \text{ м}$$

Стиснута арматура включається в роботу. Тому переріз необхідно розраховувати як прямокутний з подвійним армуванням. В запас приймаємо  $x_1 = a_s' = 50 \text{ мм}$ .

Повторно перевіряємо умову  $x_1 < x_{1u}$ ,

$$(x_1 = 0,05 \text{ м}) < (x_{1u} = 0,214 \text{ м}) \text{ . Умову виконано.}$$

Визначаємо плече рівнодійної бетону до краю перерізу:

$$a_c = \frac{x_1 \cdot (1 + \lambda + \lambda^2)}{3 \cdot (\lambda + 1)} = \frac{0,05 \cdot (1 + 0,773 + 0,773^2)}{3 \cdot (1 + 0,773)} = 0,022 \text{ (м)}$$

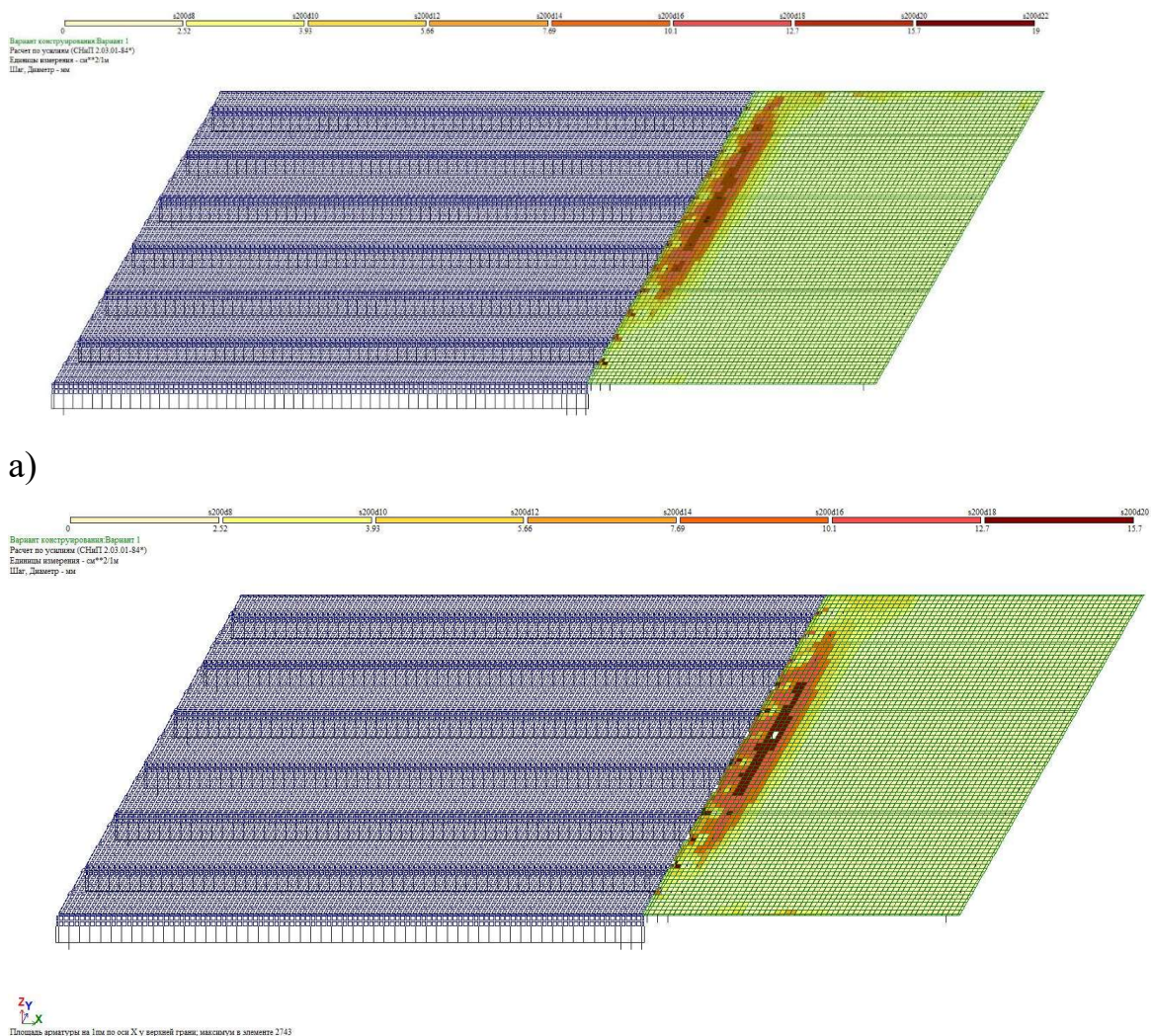
Граничне значення згинального моменту, який може сприйняти переріз плити в осях «0-1» по арматурі:

$$M_u = F \cdot (d - a_c) = 901 \cdot (0,342 - 0,022) = 288 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

$(|M_{x, \min}| \cdot \gamma_r = 131 \cdot 1,0 = 131 \text{ кН} \cdot \text{м}) < (M_u = 288 \text{ кН} \cdot \text{м})$ . Умову міцності плити в осях «0-1» на опорі по осі «1» виконано. Коефіцієнт використання перерізу 0,45.

Рекомендоване постпроцесором армування верхньої частини плити по осі Oх в осях «0-1» показано на рис. 25).

Оскільки згинальні моменти у інших напрямках та місцях плити в осях «0-1» менше вказаних у розрахунку, а інтенсивність армування – аналогічна, міцність плити монолітної прогонової будови мосту в усіх напрямках забезпечена.



б)

Рис. 25. Розрахункове верхнє робоче повздовжнє армування по Oх плоскої прогонової плити мостової споруди в осях «0-1» при невідному тимчасовому навантаженні (колесо візків в центрі прольоту «0-1»): а – від НК-100, б – від А-15.

### 2.3.5 Перевірка консольного звису тротуарної частини мосту

Розрахунковий переріз консольного звису тротуару показаний на рис. 26. Розрахунок в бік запасу ведем без урахування стиснутої арматури. Ізополя згинальних моментів у консольному звисі тротуарної плити показані на рис. 27. Консольний звис працює у напрямку  $Oy$ . Максимальний за модулем згинальний момент по осі  $Oy$   $M_{y, \min} = -30,2 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$  (верхнє робоче армування поблизу защемлення). Все інше армування – конструктивне.

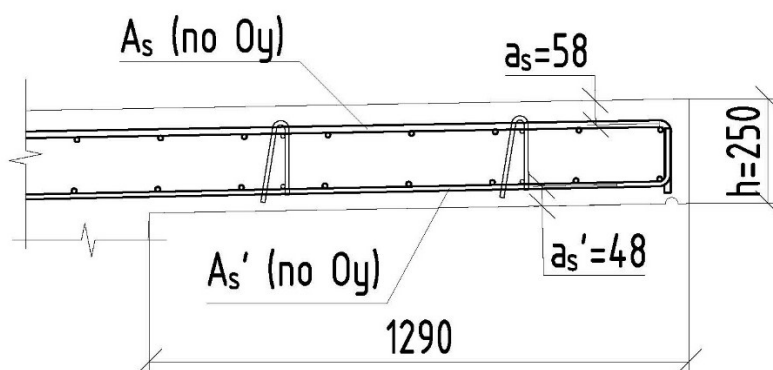


Рис. 27. Розрахунковий переріз консольного звису тротуару.

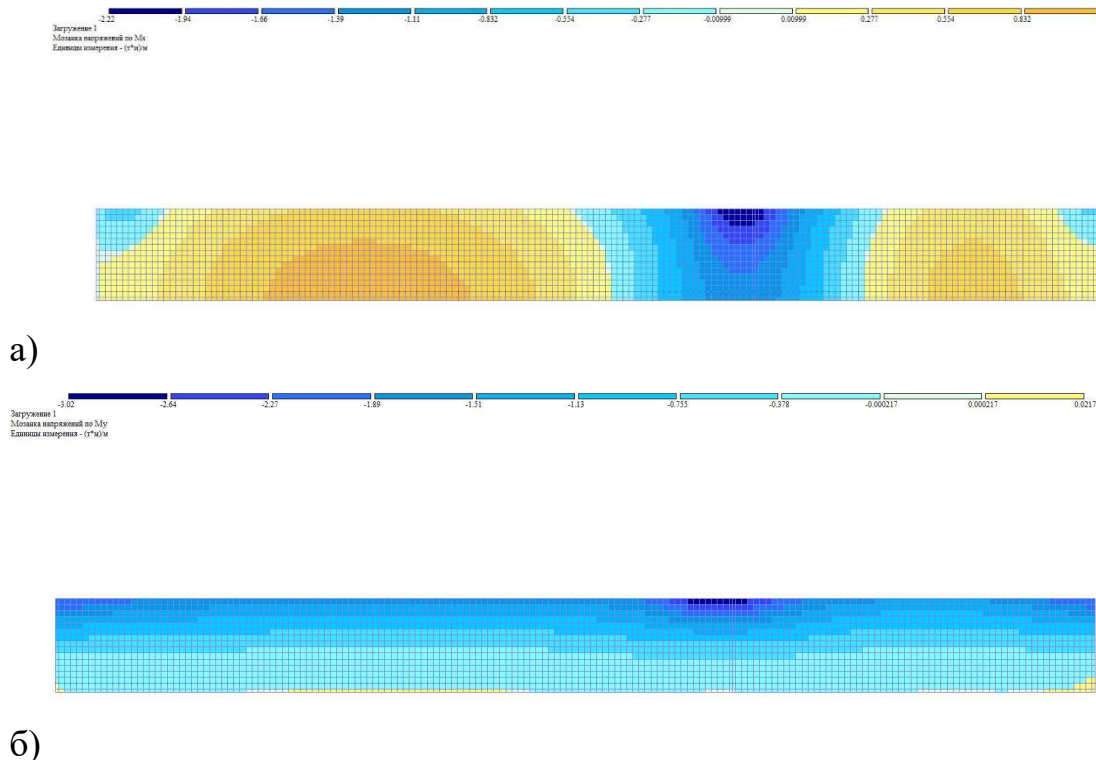


Рис. 26. Згинальні моменти в елементах консольного звису тротуарної плити: а –  $M_x$ , б –  $M_y$ , тм/м.п.



А) Перевірка за методикою ДСТУ Б.В.2.6-156:2010 армування верхньої частини консольного звису (вздовж консолі) по Оу.

Робоче верхнє армування консольного звису за проектом – стрижні класу А-III (А400) діаметром 16 мм, встановлені з кроком 200 мм,  $A_s = 1005 \text{ мм}^2$ ,  $a_s = 58 \text{ мм}$  (встановлене з конструктивних міркувань). Розрахунок, в бік запасу, ведемо як для перерізу з одиночним армування без урахування конструктивного нижнього армування.

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої (верхньої) арматури до найбільш стиснутої точки перерізу смуги балки умовною розрахунковою шириною  $b = 1000 \text{ мм}$ :  
 $d = h - a_s = 250 - 58 = 192 \text{ (мм)}$ .

Визначаємо граничну висоту стиснутої (нижньої) зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s,0}} = \frac{192 \cdot 300 \cdot 10^{-5}}{(300 + 178) \cdot 10^{-5}} = 120 \text{ (мм)}, \quad \text{де } \varepsilon_{s,0} = 178 \cdot 10^{-5} \quad \text{– визначено}$$

раніше.

Коефіцієнт  $\lambda = 0,773$  – визначено раніше.

Площа перерізу бетону розрахункової смуги тротуарної плити  
 $A_c = b \cdot d = 1000 \cdot 192 = 192\,000 \text{ (мм}^2\text{)}$ .

З умов мінімального армування, коефіцієнт армування  $\rho$  повинен бути не меншим 0,5%:  
 $\rho = (A_s / A_c) \cdot 100\% \geq \rho_{\min} = 0,5\%$ .

Фактичне значення  $\rho$ :

$$(\rho = (1005 / 192\,000) \cdot 100\% = 0,52\%) > (\rho_{\min} = 0,5\%)$$

Умову виконано. Кількість розтягнутого стрижневого армування верхньої зони достатня. Зменшення армування не доцільне, оскільки призведе до зниження відсотку армування за граничну величину  $\rho_{\min} = 0,5\%$ .

Визначаємо фактичну висота стиснутої зони бетону:

$$x_1 = \frac{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot 1005 \cdot 10^{-6}}{(1 + 0,773) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 10^3} = 0,026 \text{ (м)}$$

Перевіряємо умову  $(x_1 = 0,026 \text{ м}) < (x_{1,u} = 0,12 \text{ м})$ . Умову виконано.

Переріз заармовано раціонально. Несуча здатність перерізу встановлюється по розтягнутій арматурі.

Граничне значення згинального моменту, який може сприйняти переріз консольного тротуарного звису по арматурі у робочому напрямку:

$$M_{uy} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left( d - \frac{x_1 \cdot (1 + \lambda + \lambda^2)}{3 \cdot (\lambda + 1)} \right) =$$

$$= 1005 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot \left( 0,192 - \frac{0,026 \cdot (1 + 0,773 + 0,773^2)}{3 \cdot (0,773 + 1)} \right) = 63,46 (\text{кН} \cdot \text{м})$$

$$\left( |M_{y, \min} \cdot \gamma_r| = |-30,2 \cdot 1,0| = 30,2 \text{ кН} \cdot \text{м} \right) < (M_{uy} = 63,46 \text{ кН} \cdot \text{м}) . \text{ Умову міцності виконано.}$$

Б) Перевірка армування верхньої зони консольного звису тротуару за методикою розділу 3 ДБН В.2.3-14:2006.

Робоча висота перерізу  $h_0 = d = 192 \text{ мм}$  . Розрахункова ширина перерізу  $b = 1000 \text{ мм}$

. Площа армування верхньої зони  $A_s = 1005 \text{ мм}^2$  .

Фактична висота стиснутої зони бетону, виходячи з формули (3.18) розділу 3 ДБН В.2.3-14:2006, в бік запасу, не враховуючи стиснуту арматуру ( $A_s' = 0$ ) для перерізу з ненапруженою арматурою ( $A_p = A_p' = 0$ ):

$$x = \frac{R_s \cdot A_s'}{R_b \cdot b} = \frac{350 \cdot 10^6 \cdot 1005 \cdot 10^{-6}}{15,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,022 (\text{м})$$

Граничний згинальний момент, який, в бік запасу, може витримати переріз (без урахування стиснутої арматури, для перерізу з ненапруженою арматурою), формула (3.17), ДБН В.2.3-14:2006:

$$M_{uy} = R_b \cdot b \cdot x \cdot \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) = 15,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0 \cdot 0,022 \cdot \left( 0,192 - \frac{0,022}{2} \right) \cdot 10^{-3} = 61,7 (\text{кН} \cdot \text{м})$$

$$\left( |M_{y, \min} \cdot \gamma_r| = |-30,2 \cdot 1,0| = 30,2 \text{ кН} \cdot \text{м} \right) < (M_{uy} = 61,7 \text{ кН} \cdot \text{м}) . \text{ Умову міцності виконано.}$$

Коефіцієнт використання перерізу 0,49.

Потрібне армування, обчислене модулем “LIRA-ARM” у робочій верхній зоні консолі показано на рис. 27,а). Проектне армування не менше потрібного. Умову міцності консольного звису тротуару у всіх напрямках забезпечено.

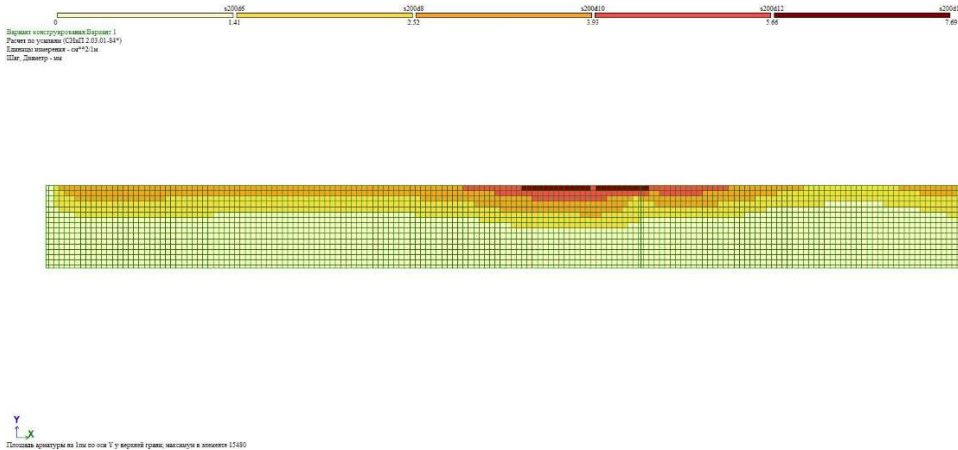
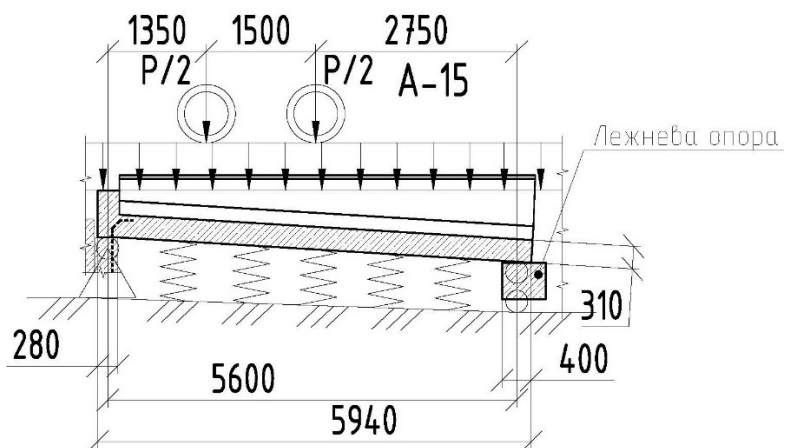


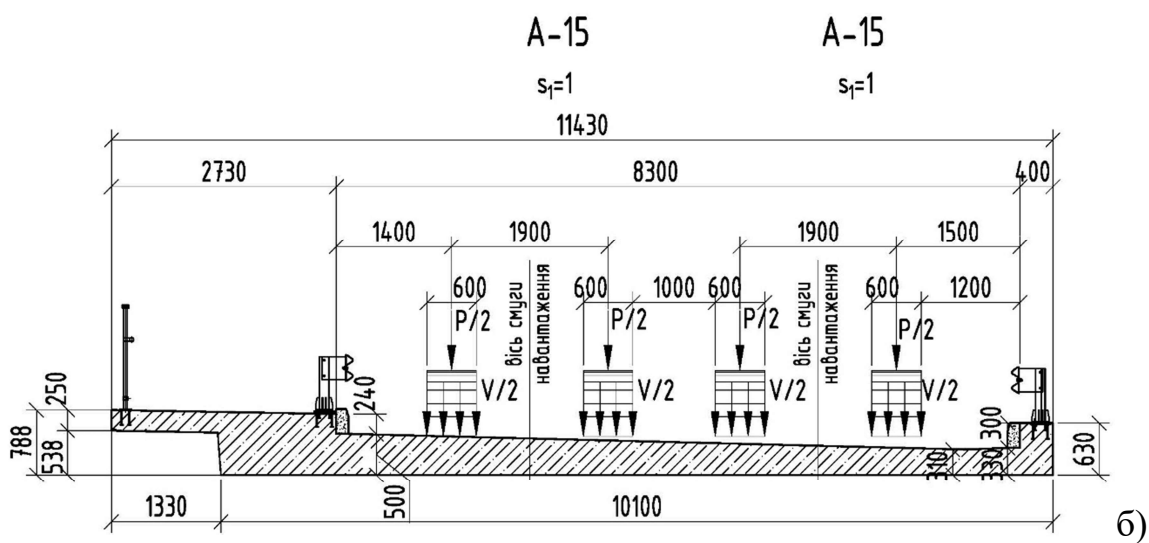
Рис. 27. Армування консольного звису тротуарної плити, запропоноване модулем “LIRA-ARM”: а – вздовж Оу (згори).

### 2.3.6 Перевірка міцності перехідної монолітної плити

Для оцінки міцності перехідної плити було виконано її моделювання з урахуванням відпору ґрунтового масиву. Внутрішнім краєм (ближнім до мостової споруди) перехідна плита обпирається на монолітний пояс берегової опори, зовнішнім краєм – на стрічковий фундамент (лежневу опору). Конструкція перехідної плити запроектована аналогічно прогоновій за виключенням меншої товщини (310 мм) та довжини (5,94 м). Підземна площина під’їзної плити обпирається на підсіпку та ґрунтову основу. Зовнішній вигляд та розрахункова схема перехідної плити показані на рис. 28. Просторова модель – на рис. 29.

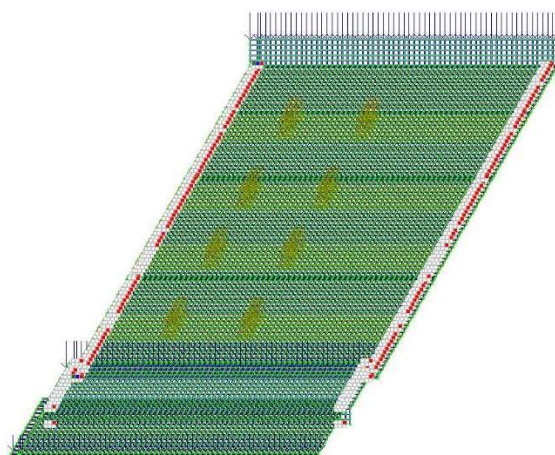


a)



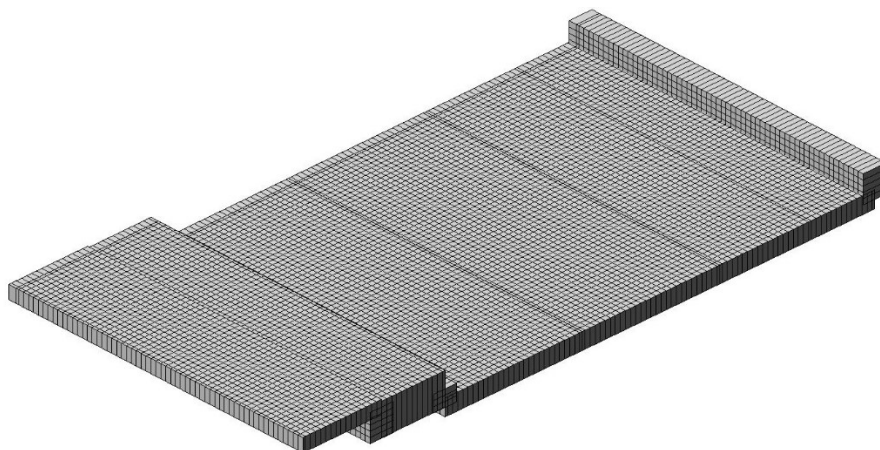
б)

Рис. 28. Розрахунковий проліт (а) і поперечник (б) перехідної плити при тимчасовому навантаженні А-15.



z  
y  
x

a)



б)

Рис. 29. Модель перехідної плити (а) та її тривимірне відображення (б).

Навантаження на модель перехідної плити аналогічні навантаженням на мостову споруду за виключенням власної ваги. Найбільш не вигідним на коротку перехідну плиту є навантаження А-15.

Коефіцієнти постелі обчислені використовуючи модуль «ГРУНТ» ( $C_1 = 310 \text{ т/м}^3$ ,  $C_2 = 52 \text{ т/м}$ ).

Деформації плити показано на рис. 45. Згинальні моменти у плиті зображено на рис. 30. Потрібне армування, обчислене модулем «LIRA-ARM», – на рис. 31.

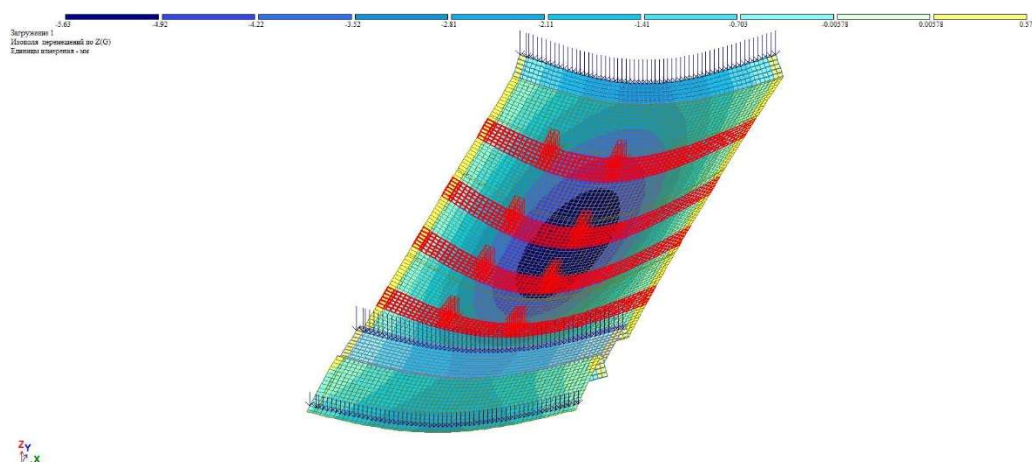
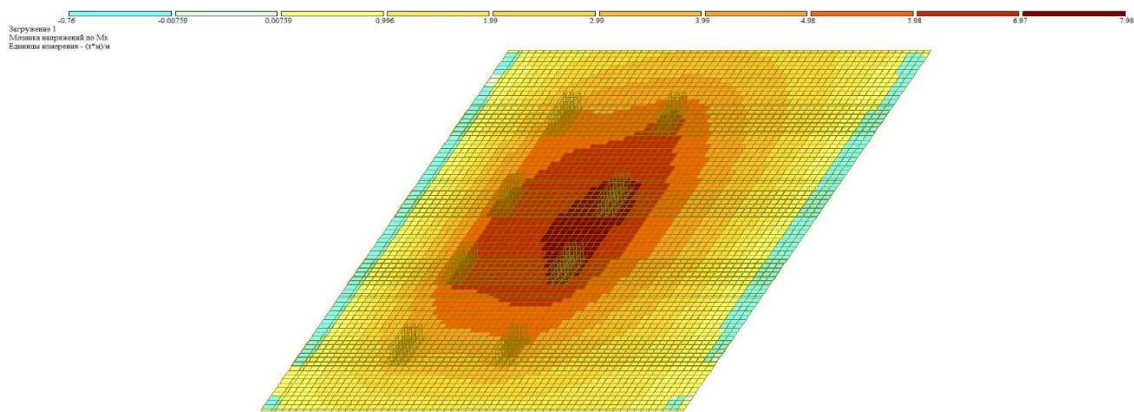
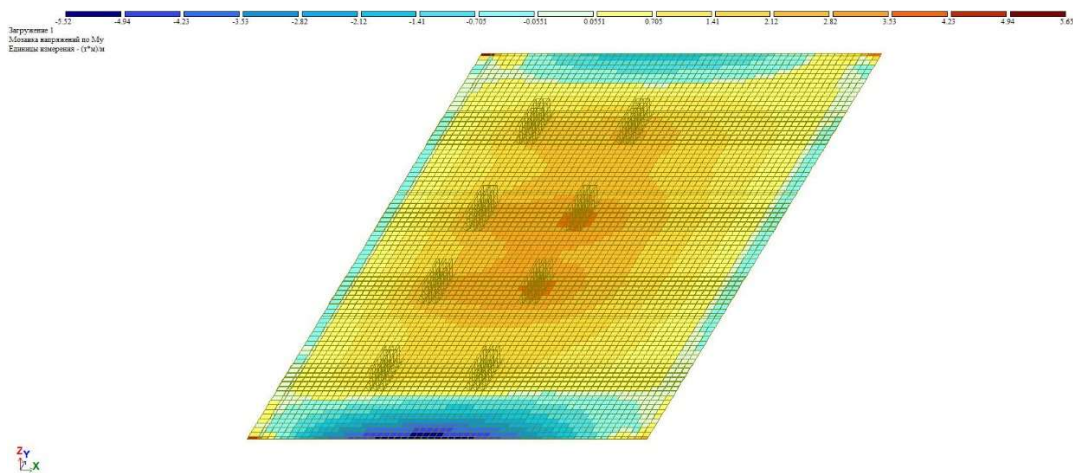


Рис. 29. Деформації під'їзної плити по осі Z.



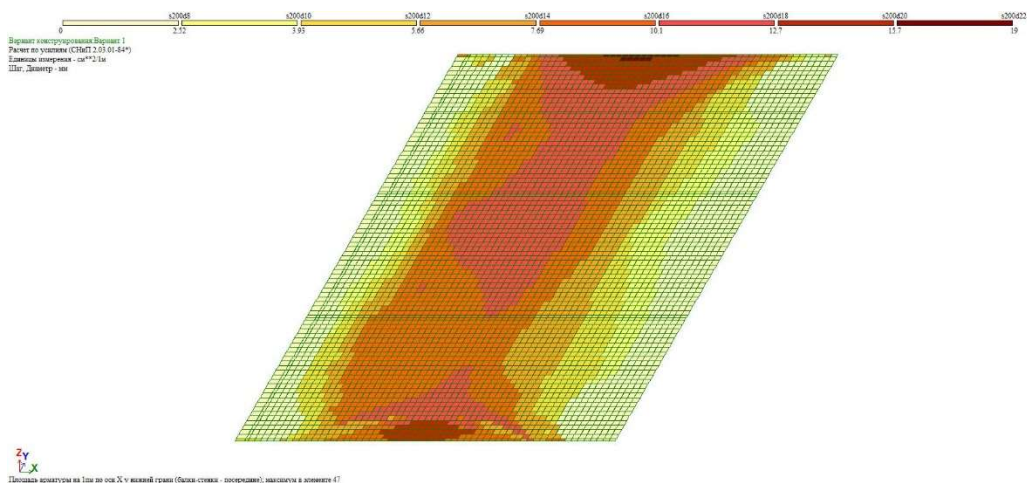
а)



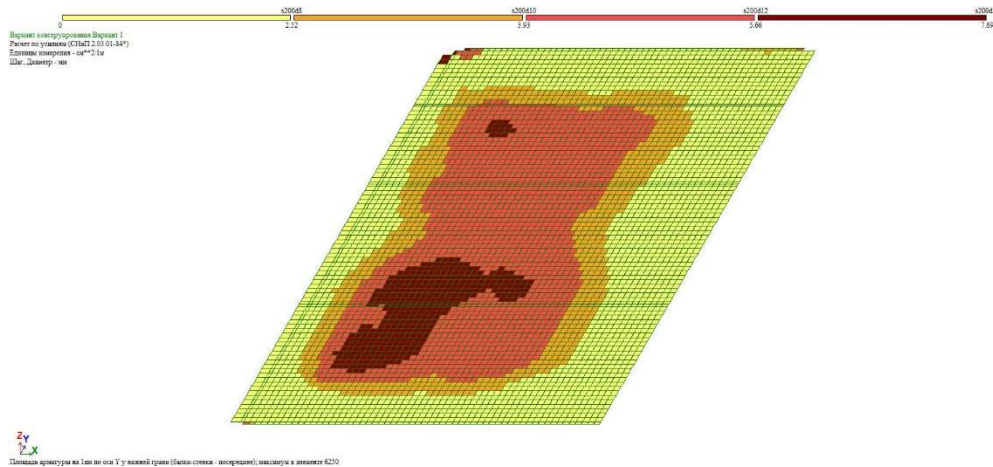
б)

Рис. 30. Згинальні моменти в під'їзній плиті: а –  $M_x$ , б –  $M_y$ , тм/м.п.

З рис. 30 добре видно, що прийняте з конструктивних міркувань армування під'їзної плити (вздовж прольоту, по  $Oy$ , – стрижні діаметром 20 мм у нижній зоні з кроком 100 мм) більше за потрібне. Проектне армування інших зон – стрижні діаметром 16 мм крок 200 мм, також, більші за потрібні. Умову міцності виконано. Перерізи армування – достатні.



а)



б)

Рис. 31. Армування під'їзної плити, запропоноване модулем “LIRA-ARM”: а – вздовж  $Ox$  (знизу), б – вздовж  $Oy$  (знизу).

## Висновок

1. Навантаження та впливи на конструкції споруди, прийняті згідно з ДБН В.1.2-15:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи» [1] та ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування» [3].

2. Найбільший вплив погодно-кліматичні фактори мають на зміну геометричних параметрів та транспортно-експлуатаційних характеристик доріг. Встановлено, що кожному стану метеорологічних умов та кожному періоду року відповідають характерні стани автомобільних доріг та умов руху, які залежать від їх технічного рівня та змісту

3. До аварійних навантажень слід віднести вірогідні наїзди автомобіля на елементи мосту (опори шляхопроводів, розкоси ферм, ванти та підвіси мостів підвісних систем тощо).

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТИВНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ ПО УЛАШТУВАННЮ АСИМЕТРИЧНИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

#### 3.1 Асиметрична конструкція прогонової будови

Розглянемо існуючу мостову споруду через р. Сіб на ділянці віражу дороги Р-17 у м. Липовець Вінницької області. На момент зведення (середина XIX ст.) міст являв собою вузьку трьохпролітну масивну споруду, кладену з бутобетону і гранітних блоків на цементно-піщаному розчині, дерев'яних балок та дощатого настилу. Довжина прольотів сягала від 4,5 до 5,5 м. З тих часів збереглися тільки мостові опори по осях «0», «1», «2», «3».

В повоєнний час, з боку запрудженої частини р. Сіб, для забезпечення потреб населення м. Липовець у вартісному енергоресурсі, було прокладено газопровід середнього тиску, а також, збудовано технологічний місток з металу для його обслуговування впритул до існуючого мосту.

В середині XX століття для забезпечення зростаючого потоку вантажних перевезень, із урахуванням перспективи, міст було реконструйовано. Нова мостова будова забезпечила, на той час, всі вимоги норм із збільшення габариту та вантажопідйомності проїзду. Відповідно проекту, вузьку пролітну дерев'яну будову було розібрано та, на її місці, улаштовано більш широку конструкцію з залізобетону.

Під час реконструкції було виявлено, що стан проміжної опори по осі «2» – аварійний, через одностороннє підмивання основи опори, яке відбулося при повоєнному прориві дамби. Проектувальники минулого прийняли рішення вивести опору по осі «2» з експлуатації, а мостову споруду зробити двохпролітною. Проліт в осях «0-1» зробили монолітним плитним, проліт в осях «1-3» – балочним, сталобетонним.

Між конструктивно різними компонентами улаштували деформаційний шов. Крім того, через високу завантаженість газопроводу було прийнято рішення не переносити його при реконструкції. Тому, тротуар на мостовій споруді збудували тільки із боку, протилежного газопроводу. Міст, який у вихідному стані був осесиметричним в двох проекціях, набув ознак як пролітної, так і поперечної асиметрії (рис. 1).



Помилки та компроміси при проектуванні реконструкції у минулому, відсутність належного утримання і, як наслідок, знос основних будівельних конструкцій (рис. 2), наявність віражу дороги, а також, збільшення транспортного потоку створили передумови до нагальної реконструкції мосту на сьогоднішній день.

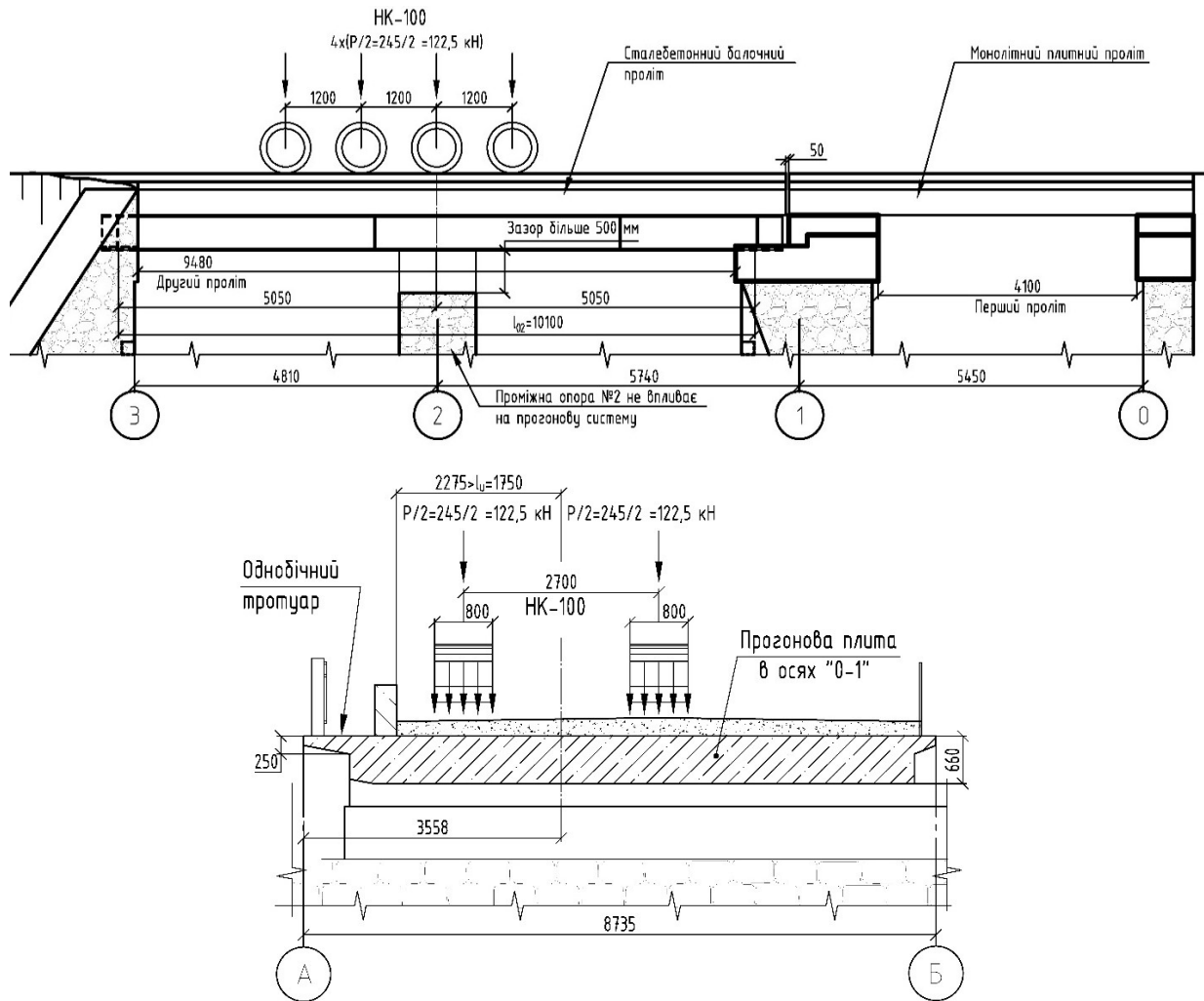


Рис. 32. Міст у м. Липовець через р. Сіб Вінницької області під дією рухомого впливу НК-100: а – схема, що ілюструє існуючу пролітну асиметрію будови, б – схема асиметрії поперечника мосту.



Рис. 33. Стан мостової споруди через р. Сіб на 2020 рік

В прольоті «0-1» міст зберіг плитну конструкцію, однак асиметрія, за рахунок тротуарної консолі та ухилів віражу збільшилася. В прольоті «1-3» міст набув вигляду часторебристої монолітної плити, також, з однобічною тротуарною консоллю.

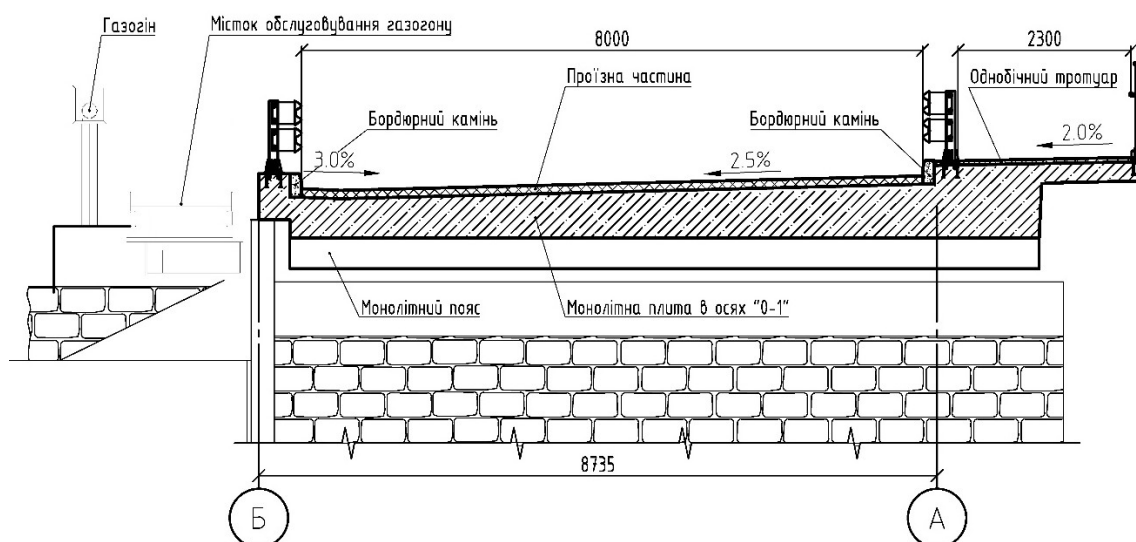


Рис. 34. Рекомендована схема поперечника мосту через р. Сіб після реконструкції.

### 3.1.1 Опис конструкції, що пропонується

- ремонт кам'яних опор, залізобетонних ригелів;
- улаштування нової прогонової будови;
- улаштування монолітних лежневих опор та перехідних плит;
- влаштування укріплення укосів на підходах;
- встановлення конструкцій деформаційних швів, бар'єрної та перильної огорожі

### 3.1.2 Конструктивні елементи асиметричного мосту

До конструктивних елементів асиметричного мосту належать:

- монолітний ригель;
- монолітна прогонова плита МП-1;
- монолітна перехідна плита;
- монолітна лежнева опора;
- бар'єрне огородження/ перильне огородження;
- підпірна стінка;

Основною особливістю асиметричної мостової споруди являється неоднаковість конструктивних елементів та наявність одnobічної тротуарної консолі.

### 3.2 Опис технології улаштування асиметричного мосту

Для початку улаштування асиметричного мосту необхідно першочергово демонтувати асфальтобетоне покриття, бар'єрне, бордюрне та перильне огородження. Наступним етап є демонтаж монолітної залізобетонної прогонової плити, бутобетонного паркану та металевих прогонових балок.

Важливо пам'ятати, що перед демонтажними роботами необхідно встановити тимчасове риштування для уловлювання бетонних уламків елементів прогонової будови. Стояна екскаватора при демонтажі пролітної будови має розташовуватись над металевими балками.

Після виконання обов'язкових робіт виконуємо наступні демонтажні роботи:

- виконати демонтаж монолітної з/б прогонової плити;
- демонтаж бетонних подушок;

- розібрати частково бутобетонну кладку для посилення опор;
- виконати демонтаж існуючого бутобетонного паркану;
- виконати демонтаж металевих огорожувальних секцій бутобетонного паркану;
- виконати демонтаж металевих прогонових балок та з'єднувальних елементів.

Після демонтажу вище наведених конструкцій починаємо монтаж монолітних залізобетонних конструкцій. Нище наведено вказівки з монтажу:

1. Виконати розчищення території під технологічний майданчик.
2. Виконати планування території технологічного майданчика бульдозером.
3. Перенести тимчасові обмежувальні бетонні блоки згідно умовних меж монтажних робіт.

4. Після демонтажу бетонних елементів мостової споруди, зачистити поверхню тимчасового риштування та наростити його висоту до необхідної відмітки монтажних монолітних робіт.

5. Підсилити опору по осі "3" згідно креслень.
6. Влаштувати новий ригель та шафову стінку на опорі по осі "3".
7. Підсилити опору по осі "1" згідно креслень.
8. Влаштувати новий ригель по осі "1".
9. Влаштувати новий ригель та шафову стінку на опорі по осі "0".
10. Влаштувати монолітну прогонову плиту МП-1.
11. Демонтувати тимчасові дорожні плити ПАГ-14 18 шт).
12. Влаштувати тимчасову універсальну металеву шпунтову стінку заг=100,7 м<sup>2</sup> з метою запобігання обвалу ґрунту.

13. Розробити ґрунт комповану для влаштування монолітної підпірної стінки (V=255 м<sup>3</sup>), попередньо демонтувати існуючі гранітні валуни (V=20 м<sup>3</sup>). Розробку ґрунта виконувати екскаватором JCB JS 130W, що обладнаний ковшом "зворотня лопата" при боковій проходці.

14. Виконати бемонування монолітної з.б. підпірної стінки. Монтаж виконати за допомогою автокрану КРАЗ-63221 (КТА-25).

15. Виконати зворотню засипку трамбованою ЩПС С5 до необхідної запроєктованої Відмітки (V38. Зас.=211,5 м<sup>3</sup>). Ґрунт зворотньої засипки повинен бути ущільнений до густини не менше 2,0 м/м<sup>3</sup>.

16. Демонтувати тимчасову універсальну металеву шпунтову стінку.
17. Влаштувати перехідні плити.
18. Виконати ремонт колон гідрозатвору.
19. Влаштувати новий бутобетонний паркан.

Потреба в будівельних кадрах забезпечується наявними кадрами будівельної організації, що здійснює будівництво. В наведених в графічній частині таблицях зазначена мінімально необхідна кількість працівників. Необхідну кількість працівників, які будуть виконувати зазначені даним робочим проектом будівельно-монтажні та інші види робіт, визначає власноруч будівельна організація виходячи зі своїх можливостей відповідно графікам будівництва та затвердженим ПВР.

#### Висновок

1. В повоєнний час, з боку запрудженої частини р. Сіб, для забезпечення потреб населення м. Липовець у вартісному енергоресурсі, було прокладено газопровід середнього тиску, а також, збудовано технологічний місток з металу для його обслуговування впритул до існуючого мосту.

2. Помилки та компроміси при проектуванні реконструкції у минулому, відсутність належного утримання і, як наслідок, знос основних будівельних конструкцій (рис. 2), наявність віражу дороги, а також, збільшення транспортного потоку створили передумови до нагальної реконструкції мосту на сьогоднішній день.

3. Для початку улаштування асиметричного мосту необхідно першочергово демонтувати асфальтобетонне покриття, бар'єрне, бордюрне та перильне огороження. Наступним етапом є демонтаж монолітної залізобетонної прогонової плити, бутобетонного паркану та металевих прогонових балок.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

#### 4.1 Інженерно-геологічні вишукування

##### 4.1.1 Фізико географічні умови

В адміністративному відношенні об'єкт вишукувань знаходиться в східній частині Вінницької області в межах м. Липовець .

У фізико-географічному відношенні територія розташована в межах південного-заходу Східноєвропейської рівнини та розташована в лісостеповій зоні, Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю. Об'єкт вишукувань приурочений до Центральнопридніпровської височинної області.

За картами структурно-геоморфологічного районування район вишукувань знаходиться в межах Придніпровської височини (на неоген-палеогеновому та докембрійському фундаменті). Район вишукувань характеризується рівнинно-похилим розчленованим характером рельєфу з густою гідрологічною мережею та широким поширенням техногенних форм рельєфу.

Об'єкт вишукувань приурочений до заплавної тераси р.Соб.

Явних ознак проявів небезпечних геологічних та інженерно-геологічних процесів (згідно ДБН А.2.1-1-2014) в межах ділянки вишукувань не виявлено. Негативних інженерно-геологічних процесів та явищ, що могли б мати вплив, за межами ділянки вишукувань не виявлено.

Більша частина ділянки вишукувань покрита насипними ґрунтами та вологолюбними рослинами. Абсолютні позначки поверхні землі по устям свердловин коливаються в межах – 225.55-226.91 в Балтійській системі висот.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 майданчик досліджень знаходиться в І-му (Північно-західному) архітектурно-будівельному кліматичному районі [5].

Клімат району траси помірно-континентальний, що характеризується посушливим літом, затяжним періодом восени, короткою зимою з частими відлигами та примхливою зміною температури навесні. Спостерігаються різкі коливання температури, сильні вітри, снігові замети.

Середньорічна температура повітря становить  $+7.3^{\circ}\text{C}$ . Найхолодніший місяць січень має середню місячну температуру  $-5.1^{\circ}\text{C}$ . Абсолютна мінімальна температура  $-36.0^{\circ}\text{C}$ . Самий спекотний місяць липень має середньомісячну температуру  $+18.7^{\circ}\text{C}$ . Абсолютна максимальна температура  $+38.0^{\circ}\text{C}$ .

Тривалість періоду з середньодобовою мінусовою температурою складає 107 днів. Нормативна глибина сезонного промерзання становить для суглинків і глин 0.79 м; для супісків, пісків дрібних і пилюватих 0.96 м; для пісків гравійних, великих і середньої крупності 1.03 м; для великоуламкових ґрунтів 1.17 м.

Сумарна кількість опадів 617 мм. Максимальна кількість опадів припадає на період з червня по серпень. Середньорічна вологість становить 77%.

У січні переважають вітри західного напрямку, а в липні північно-західного напрямку. Середня швидкість вітру 3.53 м/с.

#### 4.1.2 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки вишукувань

У геоструктурному відношенні вивчена територія розташована в межах Українського кристалічного щита.

В геологічній будові району беруть участь відклади архею (Подільський чарнокитовий комплекс); архею та нижнього протерозою (Кіровоградсько-Житомирський комплекс), що перекриваються породами неогенової системи та континентальними відкладами позальодовикової зони четвертинного віку.

Відклади архею та нижнього протерозою мають характерний куполоподібний характер залягання з різкими переривами, чисельними тектонічними порушеннями та інтрузіями кристалічних утворень молодшого віку.

Кора вивітрювання кристалічних порід широко розповсюджена, в деяких місцях має велику потужність. Кора вивітрювання утворилась в кінці палеозою та у мезозою. Виділяють три види: кора вивітрювання кислих порід, чарнокитів та собитів; амфіболо-плагіоклазових та пироксено-плагіоклазових гнейсів; біотито-плагіоклазових гнейсів та кислих порід.

Відклади неогенової системи залягають на розмитій поверхні кристалічного масиву, трансгресивно перекриваючи різновікові відклади зі значною кутовою незгідністю. Породи неогену покривають більшу частину території за винятком зон річкових долин

Південного Бугу та його приток, де вони видалені ерозійними процесами четвертинного віку.

Четвертинні відклади поширені не рівномірно, що обумовлено накопиченням в умовах позальодовикової області. Четвертинні відклади плато та схилів різко відрізняються від відкладів річкових долин. Нижню частину четвертинних відкладів складають красно-бурі, бурі, сірі важкі суглинки та глини, переважно еолово-делювіального генезису та перекриваються палевими лесоподібними суглинками, що мають меншу питому вагу та більшу пористість. В товщі четвертинних відкладів не рідко можна зустріти шар різнозернистих пісків та супісків алювіального генезису середнього та верхнього неоплейстоцену.

Відклади голоцену поширені на усій території та представлені алювіальними відкладами заплав річок, делювієм схилів балок та річок, а також сучасний ґрунтово-рослинний шар.

До глибини буріння 8.7 м в геологічній будові ділянки вишукувань беруть участь породи архею-протерозою, осадові породи четвертинної системи, представлені алювіально-делювіальними відкладами неоплейстоцену.

Згідно карт ЗСР-2004-А ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» територія розташована в районі з п'ятибальною сейсмічністю.

За картами гідрогеологічного районування ділянка розташована в межах складчастої області Українського кристалічного масиву.

Особливостями геологічної будови обумовлена присутність водоносних горизонтів в четвертинних суглинках, річковому та балочному четвертинному алювії, піщаних відкладах балтської свити, в тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрія та кори їх вивітрювання.

На період інженерно-геологічних вишукувань в межах досліджуваної території свердловинами № 1, 2 було виявлено перший від поверхні водоносний горизонт, приурочений до алювіальних відкладів неоплейстоцену. Глибина залягання рівня ґрунтових вод на момент досліджень становить 0.30-2.50 м, що відповідає абсолютним відміткам 225.25-224.41 м. Водоносний горизонт відкритий безнапірний. Водовмісними породами слугують суглинок, супісок. Водотривким шаром, слугує ІГЕ 8 - граніт.

Живлення водоносного горизонту змішане та здійснюється за рахунок підпору



поверхневих вод в період паводків зі сторони поверхневих водоймищ та водотоків, а також за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та втрат із водо несучих підземних комунікацій. Режим ґрунтових вод не постійний, залежить від пори року і кількості опадів та напряду пов'язаний з гідрологічним режимом поверхневих водоймищ.

Згідно з гідрологічним режимом в районі вишукувань максимальний рівень ґрунтових вод припадає на квітень та травень, мінімальний — на серпень та вересень. Коливання рівня ґрунтових вод, в залежності від природніх чинників (річні коливання рівня води в водотоках) та техногенного впливу (втрати з водо несучих комунікацій), без урахування катастрофічних техногенних та природніх явищ, може досягати 0.5 – 1.0 м.

Згідно ДБН В.1.1-24-2009 «Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення», досліджувана територія у районі свердловини № 2 відноситься до підтоплених, у районі свердловин № 1,3 до потенційно підтоплених.

За хімічним складом, згідно ДСТУ Б В.2.6-145:2010 за ступенем сульфатної агресивності ґрунтові води неагресивні до бетону на портландцементі. Вода неагресивна по водневому показнику (рН), за вмістом агресивної вуглекислоти (CO<sub>2</sub>), магнезіальних солей (Mg) та їдких лугів (K+Na). За вмістом хлоридів ґрунтові води неагресивні до арматури залізобетонних конструкцій (згідно табл. Б.5 ДСТУ Б В.2.6-145:2010) при постійному зануренні і слабоагресивні при періодичному змочуванні.

На підставі результатів буріння, лабораторних аналізів ґрунтів, досліджувана товща відкладів по номенклатурним ознакам і фізико-механічним властивостям, розділена на 8 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ). Нумерація ІГЕ прийнята самостійною від денної поверхні. Опис ІГЕ наводиться нижче:

Асфальтобетонне покриття на щебеневій засипці. Зустрінуто кернами № 1, 2. Потужність складає 0.25-0.30м.

ІГЕ 1 тН – Насипний ґрунт - суглинок легкий, пілуватий, сіро-коричневий, сірий, твердої та напівтвердої консистенції, з домішкою щебня до 20%. Розповсюджений в районі свердловини № 1. Потужність шару складає 0.90 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35в.

ІГЕ 2 тН – Насипний ґрунт - суглинок легкий, пілуватий, сіро-коричневий, сірий, твердої та напівтвердої консистенції. Розповсюджений в районі свердловини № 1. Потужність шару складає 1.60 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ

Б.Д.2.2-1:2012 – 35б.

ПЕ 3 tH – Техногенний ґрунтово-рослинний шар - суглинок сіро-коричневий, гумусований. Розповсюджений в районі свердловин № 2, 3. Потужність шару складає 0.10 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 9а.

ПЕ 4 tH – Техногенний ґрунт – супісок піщанистий, сіро-коричневий, пластичної консистенції, з домішкою щебня та дресви граніту до 10 %. Розповсюджений в районі свердловини № 3. Потужність шару складає 1.00 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 36 б.

ПЕ 5 adPII-I – Суглинок легкий, піщанистий, сіро-коричневий, туго пластичної консистенції, з домішкою органічних речовин. Розповсюджений в районі свердловини № 1. Потужність шару складає 3.30 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35б.

ПЕ 6 adPII-I – Суглинок легкий, піщанистий, сіро-коричневий, м'якопластичної консистенції, з домішкою органічних речовин. Розповсюджений в районі свердловини № 1, 2. Потужність шару складає 1.00-1.40 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35а.

ПЕ 7 adPII-I – Супісок піщанистий, сірий, текучої консистенції, з прошарками піску, з домішкою жорстви граніту до 5%. Зустрінутий свердловиною № 1. Потужність шару складає 0.90 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 36а.

ПЕ 8 APt – Граніт вивітрілий, малої міцності. Зустрінутий свердловинами №1-3. Розкрита потужність шару складає 1.00 м. Номер ґрунту за складністю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 19б.

Виходячи з найгірших умов, категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями — III (третя). Швидкість поширення сейсмічних хвиль в ґрунті для третьої категорії  $200 \text{ м/с} < V_s < 500 \text{ м/с}$ .

За сукупністю факторів згідно з Додатком Ж ДБН А.2.1-1-2014 територія досліджень належить до II-ої (середньої складності) категорії інженерно-геологічних умов [6].

При розробці проекту капітального ремонту слід враховувати несприятливі фізико-геологічні процеси і явища на досліджуваній території:

- наявності товщі насипних ґрунтів;
- підтопленість ділянки вишукувань.

#### 4.2. Характеристики існуючого мосту

Мостова споруда знаходиться на території населеного пункту – м. Липовець Вінницької області в центрі міста на відстані не менше 800 м до житлової забудови.

Будівельні конструкції мосту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 Біла Церква – Тетіїв – Липовець – Гуменне - /М-12/, Вінницької області являють собою двопрогонову мостову систему з двома береговими та однією проміжною опорами у вигляді масивних стін із кладки з природного каменю, поверх яких улаштовані монолітні пояси жорсткості (ригелі). Поверх монолітних ригелів улаштовані прогонові конструкції: в осях «0-1» – монолітна залізобетонна плита, в осях «1-3» – сталезалізобетонна. Монолітні залізобетонні плити прогонової будови обох прольотів прямокутного перерізу з виступом тротуарної частини.

Монолітна плита в осях «0-1» має довжину 6420 мм, загальну ширину 8735 мм та висоту 660 мм

Монолітна плита сталезалізобетонної частини в осях «1-3» має довжину 10850 мм, загальну ширину 8735 мм та висоту 660 мм. Плита спирається на сталеві балки. Балочна система складається з 6-ти основних двотаврових балок №50У (5 шт.) та №55У (1 шт.) довжиною 10800 мм. Основні балки розкріплені дистанційними швелерами №12 та №14.

Тротуар влаштований з одного боку проїзної частини по осі «А» у вигляді консольного звису монолітної плити прогонової будови товщиною 130...250 мм.

По осі «Б» влаштований металевий технологічний прохід обслуговування газопроводу по залізобетонних балках (не є частиною мостової споруди).

Дорожній одяг проїзної частини утворений нашаруваннями асфальтобетону. Загальна товщина дорожнього одягу складає 200...250 мм

Мостова споруда обладнана не регульованим гідротехнічним затвором.

Зовнішнє освітлення мостової споруди забезпечується існуючими ліхтарями, розташованими з обох боків прогонової будови поблизу берегових опор.

Технічні параметри існуючого мосту.

- довжина мосту (між внутрішніми гранями берегових опор): 16,00 м;
- габарит: Г-7,250+0,985 м;
- висота – 6,090 м - 6,920 м від рівня ґрунту з низової сторони до низу плит пролітних будов;
- геометрична схема мосту:  $1 \times 5,45 + 1 \times (5,74 + 4,81)$  м;
- прогонові будови – в осях «0-1» – монолітна залізобетонна плита суцільного перерізу, в осях «1-3» – сталезалізобетонна прогонова конструкція;
- берегова опора по осі «0» – масивна стінка із кладки з природного каменю. У верхній частині влаштований монолітний залізобетонний ригель, висотою 700 мм та бетонна подушка висотою 310 мм, для обпирання плити прогонової будови;
- проміжна опора по осі «1» – масивна стінки із кладки з природного каменю товщиною 2070 мм. У верхній частині опори влаштований монолітний залізобетонний ригель, висотою 560...730 мм, для обпирання плит прогонової будови;
- опора по осі «2» – масивна стінка із кладки з природного каменю товщиною 1220 мм не являється опорою мостової споруди, а виконує функцію контрфорсу для гідротехнічного затвору;
- берегова опора по осі «3» – масивна стінка із кладки з природного каменю. У верхній частині влаштований монолітний залізобетонний ригель, висотою 550 мм та шафова стінка, для обпирання плити прогонової будови.
- нормативні навантаження: Н-18 та НК-80;
- з верхової сторони по осі «Б», влаштований технологічний прохід у вигляді балочної клітини, зашитий металевим листом для обслуговування газопроводу.

Між конструкціями проїзної частини мостової споруди та технологічним проходом обслуговування газопроводу, споруджена конструкція гідротехнічного затвору для регулювання рівня води.

## 4. 3 Техніко-економічні рішення

Основні технічні характеристики споруди після капремонту:

Таблиця 4.1 Основні технічні характеристики споруди

№п/п	Найменування	Од.вим.	Кількість	Примітки
1	Вид будівництва	Капітальний ремонт		
2	Категорія дороги, на якій розташована мостова споруда (з врахуванням перспективи)	ІІІ технічна категорія (табл. 4.1 ДБН В.2.3-4:2015)		
3	Клас навантаження	А-15 та НК-100		
4	Площа ділянки забудови (з підходами)	м <sup>2</sup>	1122	
5	Розрахункова інтенсивність руху (з урахуванням перспективи)	авт./добу	4827	
6	Тип дорожнього покриття	Капітальний (Асфальтобетон)		
7	Тип мосту за довжиною (по зовнішніх гранях берегових опор)	м	16 (малий)	
8	Довжина прогонів (по осях опор)	м	10,55+5,45 (двопрогоновий)	
9	Кількість смуг руху	од.	2 (по 3,5 м)	
10	Смуги безпеки	м	2 (по 0,5 м)	
11	Габарит (проїзна частина + тротуар)	м	Г-8,0+1х2,25	
12	Площа дорожнього покриття проїзної частини мосту з перехідними плитами	м <sup>2</sup>	233,20	
13	Тротуар, тип покриття	Епоксидно-поліуретанове		
14	Кошторисна вартість будівництва	тис. грн.	21 449,464	
15	В т.ч. БМР	тис. грн.	13 953,584	
16	Загальна кошторисна трудомісткість	люд.-год	35 599,54	
17	Нормативна трудомісткість	люд.-год.	28 388	
19	Термін проведення будівництва	міс.	7	
19	Клас наслідків (відповідальності)	СС-2 (ІІ)		

Міст знаходиться в населеному пункті (м. Липовець), де максимальна швидкість руху транспортних засобів у відповідності до чинних ПДР становить 50 км/год.

Необхідність у капітальному ремонті моста викликана [7]:

- накопиченням дефектів та пошкоджень конструкцій споруди в процесі експлуатації (корозійний знос металевих балок підсилення прогонової будови, розтріскування та руйнування захисного шару бетону монолітної плити прогонової будови, відсутність укріплення укосів з просіданням ґрунту під тротуарами);

- посиленням вимог надійності в чинних нормах ДБН В.1.2-15:2009 «Мости і труби. Навантаження і впливи» у порівнянні зі СНиП 2.05.03-84 «Мости і труби»;

- збільшенням навантаження на мостову споруду з НК-80 (Н-18) до НК-100 (А-15);

- порушенням вимог безпеки автомобільного руху через відсутність або невідповідність діючим вимогам забезпечення безпеки руху бар'єрного огородження з обох сторін мосту та на підходах;

- порушенням вимог безпеки руху пішоходів, а саме, пошкодження елементів перильного огородження та невідповідність його конструкції чинним нормам;

- дефектами покриття проїзної частини та відсутністю покриття на тротуарі;

- значним корозійним зносом металевих балок сталезалізобетонної прогонової будови в осях «1-3»;

- дефектами та недостатньою міцністю бетону монолітної плити прогонової будови в осях «0-1» та «1-3»;

- відсутністю перехідних плит та укріплення відкосів на підходах до мостової споруди;

- просіданням ґрунту під тротуарами на підходах;

- дефектами опор та ригелів.

Основними завданнями капітального ремонту є:

- ремонт локальних дефектних ділянок існуючих берегових опор та монолітних ригелів;

- заміна існуючих пролітних конструкцій мосту на нову нерозрізну монолітну залізобетонну двопрогонову плиту з тротуаром відповідних розмірів, яка в осях «1-3» має ребристу конструкцію, а в осях «0-1» - плоску, та розрахована на вантажопід'ємність

у відповідності до ДБН В.1.2-15:2009 (тимчасові рухомі навантаження А-15 та НК-100);

- улаштування підпірної стіни з низового боку мостової споруди поблизу осей «З-А»;
- влаштування перехідних (під'їзних) плит;
- встановлення перильного та бар'єрного огорожень мостової споруди, що забезпечить безпеку руху для всіх учасників (водіїв та пішоходів);
- улаштування на мосту та перехідних плитах сучасної конструкції дорожнього одягу;
- улаштування водовідводу з мостової споруди та підходів;
- ремонт залізобетонних колон для кріплення конструкцій гідротехнічного затвору та ремонт металевих конструкцій обслуговування гідротехнічного затвору.

#### 4.4 Архітектурно-будівельні рішення

##### 4.4.1 Навантаження

До постійних навантажень віднесені навантаження від власної ваги монолітної прогонової плити, вага під'їзних плит, вага перильного та бар'єрного огороження, гідроізоляція та асфальтобетонне покриття проїзної і пішохідної частин.

Тимчасові навантаження прийняті відповідно до вимог ДБН В.1.2-15:2009 «Мости та труби. Навантаження та впливи» АК-15 та НК-100, навантаження від натовпу людей на тротуарній частині.

До інших тимчасових навантажень віднесені кліматичні температурні та вітрові навантаження, навантаження від різниці температур та від усадки бетону.

Нормативний температурний кліматичний вплив при розрахунку переміщень розраховували згідно з ДБН В.1.2-15:2009.

Для розрахунку переміщень знаходимо характеристичні значення найбільшої і найменшої температур споруди за формулами:

$$t_w = T_{\max, W} + \Delta;$$

$$t_c = T_{n, C}$$

$T_{W, \max}$  - абсолютна найбільша температура, зареєстрована за весь час спостережень;

$T_{n,c}$  - температура найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 для залізобетонних мостів.

Згідно з табл. 22.1 ДБН В.1.2-15:2009 зростання температури конструкцій моста під впливом сонячної радіації становить  $\Delta = 0$  °С.

Для с. Липовець (Вінницька обл.):  $T_{w,max}=+38^{\circ}\text{C}$  та  $T_{n,c}=-21^{\circ}\text{C}$ ;

Переміщення від зміни температури становить:  $\Delta_1 = \alpha \times t \times L$ ,

де  $\alpha = 0,000010$  – коефіцієнт лінійного розширення для залізобетонних конструкцій;

$t$  – розрахункова різниця температур, що залежить від місцевих умов;

$$t = (38 + 0 + |-21|) \times 1,1 = 64,9^{\circ}\text{C}$$

де  $\gamma_f=1,1$  – коефіцієнт надійності за навантаженням.

$$\Delta_1 = 0,000010 \times 64,9 \times 17150 = 11,13 \text{ мм.}$$

Вітрові та ожеледні навантаження прийняті за вимогами ДБН В.1.2-15:2009.

#### 4.4.2 Опори та опорні частини

##### А) Існуюча ситуація

Берегова опора мосту по осі «0» – масивна стінка із кладки з природного каменю. Загальна довжина берегової опори 13060 мм. Висота опори від рівня ґрунту (з низової сторони) до низу залізобетонної плити становить 5540 ... 5860 мм. У верхній частині кам'яної опори влаштований монолітний залізобетонний ригель довжиною 10165 мм, висотою 700 мм та бетонна подушка довжиною 7900 мм, висотою 310 мм, для обпирання плити прогонової будови.

Проміжна опора мосту по осі «1» – масивна стінка із кладки з природного каменю товщиною 2070...1150 мм та довжиною 15385 мм. Висота опори від рівня ґрунту (з низової сторони) до низу залізобетонної плити становить  $\approx 6690$  мм. У верхній частині опори влаштований монолітний залізобетонний ригель, висотою 560...730 мм, для обпирання плит і сталевих балок прогонової будови та бетонна подушка висотою 310 мм [8].

Опора гідрозатвору по осі «2» – масивна стінка із кладки з природного каменю товщиною 1220 мм та довжиною 8800 мм, що слугує для підтримки конструкції



гідротехнічного затвору.

Берегова опора мосту по осі «3» – масивна стінка із кладки з природного каменю. Загальна довжина берегової опори разом з відкритками 21140 мм. У верхній частині опори влаштований монолітний залізобетонний ригель довжиною 8390 мм, висотою 550 мм та шаfoва стінка висотою 500 мм, для обпирання плити прогонової будови.

Основою берегових опор служить граніт вивітрилий, малої міцності  $R_0=10\text{МПа}$ , потужністю не менше 1 м.

За результатами обстеження та міцнісних розрахунків несуча здатність берегових опор достатня. Необхідно виконати демонтаж бетонних подушок по осям «0» та «1», ремонт локальних дефектних ділянок усіх опор та існуючих ригелів, локальне нарощення опор по осям «1» та «3» у верховій частині, а також влаштування нових ригелів поверх існуючих.

#### Б) Пропозиції з капремонту

Проектом передбачено ремонт локальних ділянок опор з ознаками вивітрювання розчину та тріщинами шириною розкриття 5 - 50 мм ремонтними сумішами Sika Monotop 412 NFG та Sikadur 52 Injection по свіжо нанесеному адгезійному шарі Sika Monotop-910. Кінцеве шпаклювання поверхні матеріалами Sika Monotop-723N, Sikagard 702W (гідрофобізація) та пофарбуванням Sikagard-680S Betoncolor.

Ремонт бетонних поверхонь існуючих монолітних ригелів передбачено виконувати ремонтними сумішами Sika Monotop 910N, Sika Monotop 412 NFG, Sika Monotop 723 N з гідрофобізацією та пофарбуванням Sikagard-680S Betoncolor.

Очищення поверхонь, порядок та спосіб нанесення матеріалів дивись креслення марки КБ-72, КБ-73.

Підсилення берегової опори по осі «0», де виявлено значне руйнування бутової кладки, виконати улаштуванням монолітного залізобетонного заповнення порожнин кладки. Конструкція підсилення являє собою арматурну сітку з дротів діаметром 12 мм класу А-III, крок 200 x 200 мм, яка влаштовується біля зовнішнього краю порожнини, та приєднана до анкерів, що закріплюються у бутовій кладці хімічними анкерами Sikadur 31 з кроком 350...400 мм. Бетонування здійснюється бетонною сумішшю на саморозширюючому цементі класу В30 (С25/30). Схеми підсилення берегових опор, опалубочні та арматурні креслення дивись арк. КБ-67...КБ-71.

Передбачено локальне нарощування відкрилків берегових опор верхової частини мостової споруди по осі «1» та «3» поблизу осі «А» до відмітки верху існуючого ригеля. Для виконання нарощування в тіло існуючої бутобетонної кладки встановлюються хімічні анкери Sikadur 31 з кроком 400 ... 500 мм діаметром 16 мм класу А-III. До анкерів закріплюються вертикальні сітки підсилення з арматури діаметром 16 та 12 мм класу А-III коміркою 200 x 200 мм, влаштовується опалубка та конструкція обмонолічується.

Поверх усіх існуючих ригелів та локальних нарощувань опор по осі «1» та «3» поблизу осі А влаштовуються нові монолітні залізобетонні ригелі.

Для забезпечення зв'язної роботи берегових опор та нової пролітної конструкції передбачено влаштування анкерних випусків із існуючих монолітних ригелів та локальних нарощувань. Анкерні випуски виконуються із арматури діаметром 16 мм класу А-III, яка фіксується в існуючих ригелях на епоксидному розчині SikaDur 31.

Нові ригелі (по опорам «0», «1», «3») та шафові стінки (по опорам «0», «1») армуються просторовими арматурними каркасами. Каркас ригелів по осям «0» та «3» виконується із повздовжньої арматури діаметром 16 мм класу А-III (А400) по 5 шт у верхній та нижній зоні, які об'єднуються між собою чотирьохзрізними хомутами діаметром 10 мм класу А-I з кроком по довжині 200 мм; каркас шафової стінки по осям «0» та «1» виконується у складі просторового каркасу ригелів по цим осям, де повздовжні стержні каркасу ригеля одночасно являються повздовжньою арматурою шафової стінки, вертикальне армування шафових стінок виконується із П-подібних арматурних стержнів діаметром 12 мм класу А-III, які одночасно є випусками арматури для зв'язку з перехідною плитою, та влаштовуються з кроком 200 мм по довжині шафової стінки, повздовжня арматура - діаметр 16 мм класу А-III, жорсткість армування шафової стінки забезпечується влаштуванням шпильок із арматури діаметром 8 мм класу А-I з кроком 600мм в шаховому порядку; каркас ригеля по осі «1» виконується із повздовжньої арматури діаметром 16 мм класу А-III (А400) по 6 шт у верхній та нижній зоні (крок 210 мм), які об'єднуються між собою багатозрізними хомутами діаметром 10 мм класу А-I з кроком по довжині 200мм.

Конструкції бетонуються бетоном класу В30 (С25/30), гідроізолюються та фарбуються.

#### 4.4.3 Прогонова будова

##### А) Існуюча ситуація

Прогонова будова мосту виконана двопролітною. В осях «0-1» – монолітною залізобетонною, в осях «1-3» – сталезалізобетонною. Монолітні залізобетонні плити прогонової будови обох прольотів прямокутного перерізу з виступом тротуарної частини.

Монолітна плита в осях «0-1» має довжину 6420 мм, загальну ширину 8735 мм та висоту 660 мм.

Монолітна плита сталезалізобетонної частини в осях «1-3» має довжину 10850 мм, загальну ширину 8735 мм та висоту 660 мм. Плита спирається на сталеві балки. Балочна система складається з 6-ти основних двотаврових балок №50У (5 шт.) та №55У (1 шт.) довжиною 10800 мм. Основні балки розкріплені дистанційними швелерами №12 та №14.

Тротуар влаштований з одного боку проїзної частини по осі «А» у вигляді консольного звису монолітної плити прогонової будови товщиною 250...130 мм.

По осі «Б» влаштований металевий технологічний прохід обслуговування газопроводу по залізобетонних балках.

Роботи з капітального ремонту споруди виконуються з повним перекриттям руху. Рух міського транспорту для об'їзду мостової споруди передбачається по вул. Януша Острозького, вул. Набережній та вул. Калініна.

Проектом передбачається:

- демонтаж перильного огородження, бетонного бар'єрного огородження, бордюрного огородження, металевого огородження, що закріплене до колон гідрозатвору зі сторони мостової споруди;

- зрізання бетонних колон гідрозатвору в прольотах "0-1" та "2-3" до проектної відмітки +0.840 із збереженням робочої поздовжньої арматури до відм. +1.540 з метою анкерування її у монолітну плиту прогонової будови;

- демонтаж асфальтобетонного покриття, гідроізоляції і вирівнюючого шару проїзної частини мосту і підходів;

- демонтаж пролітних конструкцій мостової споруди;

- улаштування нової двопрогонової нерозрізної конструкції мостової споруди у вигляді ребристої монолітної залізобетонної плити у більшому прольоті та плоскої – у

меншому прольоті, яка розрахована на більшу вантажопідйомність і сприймає тимчасові рухومی навантаження А-15 та НК-100.

Улаштування прогонової будови див. арк.. КБ-18...КБ-30.

Конструкції опалубки див. СДС-81, СДС-82.

Опис конструкції тротуарної частини по осі «А»

Тротуарна частина по осі «А» проектується під тимчасове навантаження від натовпу людей, 3,92 кПа у вигляді плитної консолі монолітної залізобетонної двопрогонової плити мостової споруди. Консольна частина плити розташована вище проїзної частини та жорстко зв'язана з нею арматурними випусками. Виконується з бетону класу В30 (С25/30), товщиною 250 мм, вильотом 1,29 м. Поверхня тротуару має ухил в бік проїзної частини 2%. Звис має капельник. Тротуарна плита армується окремими стержнями, зв'язаними між собою в'язальним дротом: у верхній зоні - з консольних арматурних стержнів діаметром 16 мм класу АІІ(А400), улаштованих з кроком 200 мм та повздовжніх стержнів діаметром 12 мм класу АІІ(А400), у нижній зоні - з арматурних стержнів діаметром 12 мм класу А ІІІ з кроком 200 мм у двох напрямках. Перед бетонуванням плити влаштовуються закладні деталі для кріплення бар'єрного та перильного огородження.

Опис конструкції монолітної двопрогонової плити

Будівельні конструкції мостової споруди після капітального ремонту являють собою двопрогонову нерозрізну монолітну плиту змінного по довжині та ширині перерізу, під навантаження А-15 і НК-100 [9]. З урахуванням тротуару по осі «А», прогонова споруда проектується під габарит Г-8,5 + 1 x 2,25 (тротуар). Виконується з бетону класу В30 (С25/30).

В осях «0-1» мостова споруда – плоска, змінного перерізу по ширині та довжині, висотою від 410 до 642 мм.

Монолітна плита в осях «0-1» у верхній та нижній зоні армується окремими стержнями діаметром 16 мм класу АІІ (А400) з кроком 200 мм в обох напрямках, що зв'язуються між собою в'язальним дротом. У нижній зоні, в прольоті, на величину 1,2 м від краю плити поблизу осі «Б» влаштовуються додаткові повздовжні стержні діаметром 20 мм класу АІІ(А400) з кроком 200 мм, далі до осі «А» - додаткові повздовжні стержні діаметром 16 мм класу АІІ (А400) з кроком 200 мм. У верхній зоні, вздовж опори по осі

«1» влаштовуються додаткові повздовжні стержні діаметром 20 мм класу АІІ(А400) з кроком 200 мм. Проектне положення верхньої сітки забезпечується влаштуванням монтажних каркасів з кроком 800-900 мм із арматури діаметром 10мм класу АІ(А240).

На приопорних ділянках влаштовується поперечне робоче армування плити проїзної частини – в'язані каркаси із арматури діаметром 16 мм, з кроком вертикальних стержнів 150 мм.

В осях «1-3» мостова споруда проектується у вигляді ребристої плити із ребрами вздовж прольоту.

Товщина плитної частини мостової споруди в осях «1-3»– змінна, від 350 мм до 420 мм. Висота ребер до низу плитної частини – змінна, від 460 мм до 670 мм. Верхня поверхня проїзної частини мостової споруди має ухил 25%, від осі «А» до «Б», та 10% від осі симетрії мосту до осі «0» та «3» для забезпечення водовідведення.

Робоче повздовжнє армування пролітної частини мостової споруди зосереджене у нижній частині ребер, двохрядне, у вигляді окремих стрижнів діаметром 32 мм класу А-ІІІ (А400) по 8 стержнів на одне ребро.

Плитна частина ребристої конструкції плити у верхній та нижній зоні армується окремими стержнями діаметром 16мм класу АІІ (А400) з кроком 200 мм в обох напрямках, що зв'язуються між собою в'язальним дротом. В середині прольоту в нижній зоні плитної частини влаштовуються додаткові стержні ( в поперечному напрямку) діаметром 12 мм класу АІІ(А400) з кроком 200 мм.

Поперечне робоче армування плити проїзної частини – каркаси, які в приопорній зоні мають крок 150 мм вертикальних арматурних стрижнів діаметром 16 мм.

Проектне положення верхньої та нижньої сітки плитної частини ребристої плити забезпечується каркасами, що встановлюються в ребрах плити та слугують поперечною робочою арматурою.

На початку та в кінці мостової споруди, в місцях примикання до перехідних (під'їзних) плит передбачаються деформаційні шви.

Дорожній одяг проїзної частини запроектований багат шаровим і складається з асфальтобетонного покриття та наплавної гідроізоляції. Загальна середня проектна товщина дорожнього одягу складає 110 мм. Покриття тротуарної частини - епоксидно-поліуретанове, стійке до ультрафіолетового випромінювання, атмосферних опадів інших

кліматичних впливів та механічних впливів.

#### 4.4.4 Підходи

На момент обстеження існуючого мосту об'єднання мосту з насипом підходів виконане без улаштування перехідних плит, тому проектом капітального ремонту передбачається влаштування нових конструкцій перехідних (під'їзних) плит.

Перехідні (під'їзні) плити. Лежневі опори.

З кожної сторони мостової споруди влаштовуються монолітні перехідні плити МПП-1 та МПП-2, змінного по ширині перерізу, товщиною від 310 до 480 мм з тротуарною частиною з одного боку, довжиною 6 м. Перехідні плити повністю перекривають автодорожню і тротуарну частину. Робочі креслення див. арк.. КБ-31...КБ-44.

Перехідні плити армуються у верхній та нижній зоні окремими стержнями, зв'язаними між собою в'язальним дротом. У нижній зоні плити армуються: вздовж прольоту - стержнями діаметром 20 мм класу А-III (А400), з кроком 100 мм, поперек прольоту - діаметром 16 мм класу А-III (А400), з кроком 200 мм. У верхній зоні (для компенсації нерівномірних завантажень перехідних плит) – стержнями діаметром 16 мм класу А-III (А400) з кроком 200 мм в обох напрямках. Проектне положення верхнього армування забезпечується влаштуванням монтажних каркасів Кр-1 з кроком 1 м.

Тротуарна частина перехідної плити армується аналогічно тротуарній частині прогонової плити див. п.4.5.1. З однієї сторони перехідні плити обпираються на існуючі монолітні ригелі над береговими опорами, а з іншої - на монолітні лежневі опори МЛО-1, МЛО-2.

Лежневі опори запроектовані прямокутного перерізу 500 x 600 (h) мм, довжиною 11,9 м та 11,28 м з бетону класу В30 (С25/30). Армування опор – просторові каркаси з нижнім та верхнім повздовжнім робочим армуванням стрижнями діаметром 16 мм класу А-III (А400), встановленими з кроком 100 мм. Лежневі опори улаштовуються на щебеневій подушці товщиною 500 мм, підсиленої георешіткою.

Укріплення укосів

Для запобігання розмивів, зсувів ґрунту проектом передбачено укріплення схилу по осі «А» біля осі «З» влаштуванням монолітної залізобетонної підпірної стіни Пс-1 з низової частини мостової споруди [10].

Підпірна стінка Пс-1 виконується у вигляді монолітної залізобетонної тонкостінної консольної стіни кутникового типу, яка складається з лицьової та фундаментної плити товщиною 400 мм, жорстко зв'язаних між собою. Виконується з бетону класу В30 (С25/30). Орієнтовна довжина ~ 17,26 м (уточнюється по місцю). Висота підпірної стіни змінна від 2,5 м до 4,0 м, ширина відповідно – від 2,7 до 4,2 м.

Підпірна стінка приєднуються до конструкції лежневої опори та до існуючої берегової опори по осі «3» хімічними анкерами Sikadur 31, що улаштовані з кроком 400 мм у шаховому порядку.

Фундаментна плита підпірної стіни армується: у нижній зоні - окремими стержнями діаметром 12 мм класу А-III (А-400) з кроком 200 мм в обох напрямках, у верхній зоні у повздовжньому напрямку – окремими стержнями діаметром 12 мм класу А-III (А-400) з кроком 200 мм, у поперечному: при ширині плитної частини 2,7 м – діаметром 16 мм класу А-III (А-400) з кроком 200, при ширині плити 3,3 м та 4 м - діаметром 16 мм класу А-III (А-400) з кроком 100мм. Вертикальна стінка армується з обох боків вертикальними сітками з окремих стержнів, зв'язаних між собою в'язальним дротом: із зовнішнього боку вертикальна арматура – діаметром 12 мм класу А-III (А-400) з кроком 200мм, горизонтальна арматура (повздовжня) – діаметром 14 мм класу А-III (А400) з кроком 200 мм; із внутрішнього боку (з боку насипу) – вертикальна арматура діаметром 16 мм класу А-III (А400) з кроком 200 мм, горизонтальна арматура діаметром 14 мм класу А-III (А400) з кроком 200 мм. Проектне розташування сіток забезпечується влаштуванням шпильок у шаховому порядку діаметром 8 мм класу А-I з кроком 400 мм.

В нижній частині підпірної стінки передбачено встановлення дренажних труб з кроком 1,5 м діаметром 50 мм для відводу інфільтраційної води.

Креслення підпірної стіни див. арк. КБ-60...КБ-66.

#### 4.4.5 Електроосвітлення

Мостова споруда та прилеглі ділянки дороги на підходах мають освітлення у відповідності з вимогами до освітлення вулиць та доріг в населених пунктах. Середня горизонтальна освітленість відповідає нормам ДБН В 2.2-28-2018 "Природне і штучне освітлення" для магістральних вулиць районного значення.

Виходячи з технологічних потреб, а також у відповідності до п. Завдання на

проектування додаток проектом передбачено:

- перенос існуючих опор електроосвітлення: двох опор по осі «Б» - шляхом встановлення в пробурені отвори відповідно схеми розташування елементів електроосвітлення; однієї опори по осі "А", біля осі "З" - в з/б фундамент стаканного типу (Том.2 арк. 85, 86 та додаток 8 ПЗ). Координати опор уточнити по місцю з врахуванням фактичного розташування інженерних комунікацій. Допускається зміщення опор до 1м від проектного;
- заміна кронштейнів, які закріпити до опор, у відповідності з технологічними картами виробника;
- встановлення нових енергозберігаючих електроприладів;
- відновлення ЛЕП (за потреби).

Потужність нових енергоефективних електричних світильників до 0,5 кВт, що значно менше потужності існуючих приладів електроосвітлення, тому немає потреби в отриманні Технічних умов на електропостачання.

Всі електромонтажні роботи вести згідно діючих Норм.

Всі технічні рішення з перенесення опор ЕО та інших опор електромереж погодити з власниками мереж перед початком БМР.

Постачання будівельних майданчиків електроенергією на період виконання будівельних робіт організовується від існуючих ліній електропередач.

Підрядник, при розробці ПВР, повинен визначитись з потребою в електропостачанні та отримати Технічні умови на тимчасове електропостачання та перенесення електроопор. Електроживлення будмайданчика погодити з місцевим РЕС.

Роботи по перенесенню опор виконувати після відключення від ЛЕП у присутності представників КУ, ТУСМ, ТУРМ та виконання умов з охорони комунікацій та запобігання нещасних випадків [11].

До початку земляних робіт уточнити шурфуванням місця влаштування підземних мереж та прийняти заходи з охорони існуючих інженерних комунікацій, які можуть опинитись на місці будівництва.

Металеві частини, електрообладнання та електроустановок, які можуть опинитись під напругою, внаслідок пошкодження ізоляції, заземлити шляхом приєднання до нульового провідника мережі.



Інші заходи з техніки безпеки див. розділ "Охорона праці".

В складі ПВР також повинні бути виконані наступні вимоги: низьковольтні мережі електропостачання ПП і мережі зовнішнього освітлення повинні бути виконані в кабельному виконанні (кабель марки АВВГ розрахункового перетину); проєктовані кабелі повинні бути прокладені в траншеї на глибині 0,7м від планувальної позначки бровки.

Прокладка кабелів у траншеях прийнята відповідно до А5-92. Кабелі зовні в місцях, де можливі механічні пошкодження, захистити до безпечної висоти, але не менше, ніж 2 м і глибини 0,3 м від поверхні землі.

## Висновок

1. В адміністративному відношенні об'єкт вишукувань знаходиться в східній частині Вінницької області в межах м. Липовець. У фізико-географічному відношенні територія розташована в межах південного-заходу Східноєвропейської рівнини та розташована в лісостеповій зоні, Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю. Об'єкт вишукувань приурочений до Центрально придніпровської височинної області.

2. Будівельні конструкції мосту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 Біла Церква – Тетіїв – Липовець – Гуменне - /М-12/, Вінницької області являють собою двопрогонову мостову систему з двома береговими та однією проміжною опорами у вигляді масивних стін із кладки з природного каменю, поверх яких улаштовані монолітні пояси жорсткості (ригелі). Поверх монолітних ригелів улаштовані прогонові конструкції: в осях «0-1» – монолітна залізобетонна плита, в осях «1-3» – сталезалізобетонна. Монолітні залізобетонні плити прогонової будови обох прольотів прямокутного перерізу з виступом тротуарної частини.

3. Необхідність у капітальному ремонті моста викликана: накопиченням дефектів та пошкодженням конструкцій споруди в процесі експлуатації (корозійний знос металевих балок підсилення прогонової будови, розтріскування та руйнування захисного шару бетону монолітної плити прогонової будови, відсутність укріплення укосів з просіданням ґрунту під тротуарами).

4. Проектом передбачено ремонт локальних ділянок опор з ознаками вивітрювання розчину та тріщинами. Підсилення берегової опори по осі «0», де виявлено значне

руйнування бутової кладки, виконати улаштуванням монолітного залізобетонного заповнення порожнин кладки. Для забезпечення зв'язної роботи берегових опор та нової пролітної конструкції передбачено влаштування анкерних випусків із існуючих монолітних ригелів та локальних нарощувань.

5. На момент обстеження існуючого мосту об'єднання мосту з насипом підходів виконане без улаштування перехідних плит, тому проектом капітального ремонту передбачається влаштування нових конструкцій перехідних (під'їзних) плит.

6. Мостова споруда та прилеглі ділянки дороги на підходах мають освітлення у відповідності з вимогами до освітлення вулиць та доріг в населених пунктах.

## РОЗДІЛ 5

### ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Окремі положення цього розділу «Організація будівництва» розроблені відповідно до прийнятих рішень з ремонту моста згідно з вимогами ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 «Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб», ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій» [12].

#### 5.1 Характеристика умов проведення капітального ремонту

Зважаючи на те, що будівельні роботи з капітального ремонту передбачаються з повною заміною прогонової будови, проектом передбачається виконання робіт у чотири етапи.

Перед початком всіх робіт необхідно забезпечити спускання водойми в верховій частині мосту, а також, забезпечення постійного організованого відводу надлишку води із утриманням вказаного рівня води протягом всього будівництва.

На першому етапі виконуються підготовчі роботи, роботи з облаштування тимчасових заїздів та будівельного майданчика, встановлення систем стійок-веж для опалубки індивідуального виготовлення (наприклад, з використанням надміцних опор та башт підвищеного навантаження опорних систем SFS MODUL), демонтажні роботи, а саме: демонтаж існуючого бутобетонного паркану, демонтаж існуючої електричної опори по осі «А», що не експлуатується, перенесення електроопор по осі «Б» біля осей «О» та «З», встановлення нових енергоефективних світильників, демонтаж перильного та бар'єрного огороження, існуючого дорожнього одягу та ухилоутворюючих шарів на підходах, асфальтобетонного покриття, гідроізоляції і вирівнюючого шару проїзної частини мосту і частини підходів, існуючого земляного полотна на підходах з частковим перекриттям проїзної частини [13]. Рух пішоходів, при цьому, забезпечується по технологічному містку по осі «Б».

На другому етапі виконується розбирання мостових прогонових конструкцій, виконання ремонтних робіт існуючих опор по осях «0», «1» і «3» та опори шандора по осі «2». При цьому передбачається повне перекриття руху як пішоходів так і автотранспорту. Організовується об'їзд споруди згідно схеми ОДР при проведенні дорожньо-ремонтних робіт (див. Додаток 4, арк. 1).

На третьому (основному) етапі робіт планується встановлення робочого армування та бетонування нової прогонової плити мостової споруди, лежневих опор, перехідних (під'їзних плит).

Для технологічних потреб експлуатується лише технологічний металевий місток обслуговування газової труби по осі «Б».

На четвертому етапі робіт виконуються роботи з улаштування дорожнього одягу, покриття тротуарів нової прогонової будови, роботи зі встановлення бар'єрного та перильного огорожень.

Для улаштування нової прогонової монолітної плити проектом передбачено встановлення опалубки по спеціальних опорних вежах-стійках індивідуального виготовлення.

Вежі-стійки тимчасово обпираються на похилу бетонну основу водозливу низової частини мостової споруди. Тому, для уникнення ковзання, їх опорні башмаки тимчасово анкерують до верхньої поверхні водозливу.

Постачання основними будівельними матеріалами передбачено з кар'єрів що розташовані ближче до місця робіт з капітального ремонту, а також виробничих підприємств-підрядників, обраних Замовником.

## 5.2 Обґрунтування необхідності в енергоресурсах

Під час ремонту моста використовуються механізми та обладнання, що працюють від електроенергії: крани, вібратори, апарати для зварювання. Крім цього, електроенергія потрібна для освітлення будівельного майданчика, побутових приміщень та аварійного освітлення небезпечних місць.

Постачання електроенергії передбачено від одного джерела - існуючої електромережі. Крім того, рекомендується улаштування резервного електропостачання

будівельного майданчика встановленням мобільних дизельгенераторів. Підрядник, при розробці ПВР, повинен визначитись з потребою в електропостачанні та отримати Технічні умови на тимчасове електропостачання. Електроживлення будмайданчика погодити з місцевим РЕС.

### 5.3 Розрахунок тривалості будівництва та потреби в кадрах

Кошторисна трудомісткість визначена у кошторисному розрахунку та становить 35599,54 люд-год, в т.ч. нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах 28388 люд-год.

Загальна нормативна тривалість виконання робіт з капітального ремонту визначена проектом організації будівництва (відповідно до вказівок п.4.1.3 розділу «Порядок визначення тривалості будівництва об'єктів» ДСТУ Б А.3.1-22:2013 та п.21 "Загальних положень\* СНиП 1.04. 03-85\*) згідно крес.84 «Розрахункових показників для визначення тривалості будівництва»

Приймаємо для розрахунку бригаду у кількості 16 люд.

$T_6 = 28388 / (16 \times 8) = 221$  роб. дн., що становить 7,0 міс. при 30 робочих днях на місяць.

Трудомісткість підготовчих робіт 6406,05 люд-год, що становить 2 міс. при виконанні бригадою у 14 люд.

### 5.4 Обґрунтування необхідності в тимчасових спорудах, майданчиках

Споруди передбачено влаштування огороженого будівельного майданчика. На будівельному майданчику розміщуються склади будівельних матеріалів, тимчасові споруди, будівлі, що необхідні для обслуговування будівельних робіт та побутові приміщення для обслуговування працюючих на будівництві (див. арк. ПОБ-83 – Будівельний генеральний план).

Перелік тимчасових споруд на будівельному майданчику з розрахунку на 10 чол:

Таблиця 5.1 Тимчасові споруди на будівельному майданчику

Номенклатура приміщень	Площа, м <sup>2</sup> , (не менше)
Гардеробна*	7,0
Душова	5,4
Умивальна	2,0
Сушильна для одягу та взуття*	2,0
Приміщення для обігрівання працюючих (захисту від сонячного випромінювання)*	1,0
Приміщення для відпочинку та вживання їжі	10
Туалет	1,0

Будівельний майданчик забезпечити питною водою з установками для вживання питної води, якість якої має відповідати ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [14].

Згідно з вимогами ст.89 Водного кодексу України тимчасова стоянка будівельної техніки передбачена поза межами захисної смуги р. Сіб.

### 5.5 Виконання робіт в зимовий період

Проектом передбачено виконання робіт в весняно-літній період. У випадку виконання робіт в зимовий період необхідно дотримуватися додаткових вимог ДБН А.3.1-5:2016 , ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 та ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013.

Земляні роботи у зимовий період виконують у виняткових випадках, у разі крайньої необхідності.

### 5.6 Техніка безпеки та охорона праці

Проектні рішення по ремонту мосту прийняті відповідно до вимог діючих норм та інструкцій.

При виконанні робіт необхідно керуватися вимогами ДБН А.3.2-2-2009 «Система

стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» та іншими галузевими інструкціями, вказівками, рекомендаціями з безпечного ведення робіт, протипожежної, електричної безпеки, виробничої санітарії та охорони праці людей, що працюють на будівництві. Ці заходи повинні бути детально розроблені в проектах виконання робіт підрядних організацій [15-19].

До початку ремонтних робіт, генпідрядник зобов'язаний розробити на стадії робочої документації проект виконання робіт (ПВР) і передбачити в ньому заходи, що забезпечують безпечне ведення будівельно-монтажних робіт і охорону праці, керуючись зазначеними вище документами з врахуванням конкретних місцевих умов, звернувши особливу увагу на наступні моменти:

- безпечне ведення будівельно-монтажних робіт у зоні будівництва;
- безпека руху будівельного транспорту і дорожньо-будівельної техніки;
- пожежна безпека й електробезпека на будівельних майданчиках;
- стропування великогабаритних вантажів і пристосування для їхнього стропування;
- огороження місць роботи дорожніх і мостобудівних машин і механізмів і місць їхньої стоянки;
- огороження котлованів, сходів, трапів та верхніх площадок риштувань;
- безпечна установка монтажних механізмів;
- освітлення зони робіт у нічний час;
- безпека праці при провадженні робіт у зимових умовах;
- розподіл робіт на території площадок будівництва без зайвого скупчення людей і механізмів, без суміщення монтажу конструкцій з іншими роботами на нижніх ярусах на одній захватці.

Особливу увагу необхідно звернути на техніку безпеки при виконанні таких робіт:

- демонтаж та монтаж залізобетонних конструкцій;
- роботи з улаштування опалубки та тимчасових опорних конструкцій опалубки;
- роботи з улаштування арматурних каркасів;
- роботи з укладання монолітної бетонної суміші;
- роботи в котлованах;

- роботи поряд з лініями зв'язку та електропередач;
- роботи біля механізмів, що працюють;
- роботи на риштуваннях.

До початку робіт повинні бути встановлені всі дорожні знаки та огорожувальні пристрої згідно з додатком 4 цього тому (Схема ОДР під час виконання БМР).

До робіт, пов'язаних з капітальним ремонтом мостової споруди, допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки і перевірку знань з питань пожежної безпеки відповідно до вимог НАПБ А.01.001 та НПАОП 63.21-1.01-09 На основі Правил техніки безпеки повинні бути розроблені інструкції з техніки безпеки, які вивішуються в стаціонарних робочих місцях та видаються на руки робітникам. На усіх небезпечних об'єктах робіт і робочих місцях повинні бути вивішені плакати та застережні написи з техніки безпеки.

Загальні вимоги до організації охорони праці та робочих місць на будівельному майданчику при виконанні будівельних робіт розроблені згідно з НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках».

Експлуатація всіх механізмів і устаткування повинна провадитися відповідно до вимог відповідних інструкцій з експлуатації. Сталеві канати, такелажні та вантажозахватні пристосування (стропи, траверси тощо), а також тара повинні відповідати вимогам відповідних нормативних документів.

До початку виконання робіт усі механізми, обладнання, стропи та інвентар повинні бути оглянуті виконавцем робіт та прийняті ним по Акту. У процесі виконання робіт за їх станом та справністю треба вести постійний контроль. Використання кранів, що не мають обмежувачів вантажопідйомності, забороняється.

Усі небезпечні зони робіт повинні бути обгороджені попереджувальними знаками.

Особливу увагу на будмайданчику слід звернути на огороження місць роботи від наїздів транспорту, та можливого попадання випадкових пішоходів в зону виконання будівельно-монтажних робіт. Будівельні площадки повинні бути огорожені інвентарною огорожею з влаштуванням вздовж неї червоних сигнальних ліхтарів. На підходах встановлюються попереджувальні дорожні знаки. У темний час доби будмайданчики повинні бути освітлені щогловими ліхтарями згідно ДБН В.2.5-28:2018



«Природне і штучне освітлення» та ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків».

Всі об'єкти, будівельні майданчики, будинки і спорудження адміністративного, побутового, виробничого і складського призначення повинні бути обладнані засобами зв'язку. Засоби зв'язку на будмайданчиках повинні підтримуватися у робочому стані.

Між бетонозмішувальним вузлом та об'єктом, що піддається капітальному ремонту, повинен бути встановлений оперативний зв'язок, що забезпечує доставку на укладання бетону у повній відповідності до вимог регламенту в об'ємах та у терміни, що відповідають погодинному графіку – заявки. У випадку використання бетононасосу, його оператор повинен мати постійний, надійний зв'язок з керівником бетонних робіт і робочими, що знаходяться на прийманні бетонної суміші в опалубку. Зв'язок здійснюється по радіо, подаванням звукових або світлових сигналів.

Стропування вантажів необхідно робити відповідно до вимог «Правил влаштування і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», затвердженими ДержТехНаглядом. Стропування великогабаритних вантажів (металевих, залізобетонних конструкцій та ін.) необхідно робити за спеціальні пристрої, стропувальні вузли або позначені місця, в залежності від положення центра ваги і маси вантажу. Місця стропування, маса вантажу і положення центра ваги повинні бути позначені підприємством – виготовлювачем продукції або відправником вантажу.

Складування кисневих і пропанових (ацетиленових) балонів повинно відбуватися у різних місцях, в об'ємах не більш двох змінного запасу та у віддалені від місць виконання робіт і побутових приміщень [20].

Восени та взимку робочі проїзди та проходи треба очищати від снігу та льоду. Всі роботи повинні виконуватись згідно проекту виконання робіт (ПВР), вимог ДБН А.3.2-2-2009, державних стандартів України по окремим видам робіт, іншим діючим нормативно – правовим актам щодо техніки безпеки та охорони праці.

На виконання усіх видів робіт підвищеної небезпеки (в зоні дії вантажопідйомних кранів, на висоті, поблизу електроліній та підземних комунікацій) підрядною будівельною організацією повинні розроблятися місцеві інструкції по безпечному веденню цих робіт. Усі роботи підвищеної небезпеки повинні виконуватися згідно зі спеціальними інструкціями, що розробляються у складі проектів виконання робіт (ПВР).

Здійснення робіт без ПВР, що містить зазначені рішення, не дозволяється.

Робочі місця повинні бути підготовлені з дотриманням усіх вимог правил техніки безпеки, що встановлені для виконуваних видів робіт. Експлуатація електрообладнання, підймальних пристроїв, агрегатів, що працюють під тиском, будівельних машин і трансмісій необхідно здійснювати відповідно до діючих правил техніки безпеки. Якщо в зону перебування робітників можуть потрапляти газу, пилю, то необхідно робітників забезпечити відповідними індивідуальними захисними пристроями.

Рухомі частини машин і механізмів, до яких можуть доторкатися робітники необхідно надійно огороджувати. Переміщення механізмів під електропроводами допускається тільки при відстані між проводами й найвищою точкою механізму не менш як 2 м.

Після вимкнення механізму з електромережі проводи, які можуть перебувати під напругою, повинні бути повністю вилучені. У разі потреби залишити проводи (навіть на короткий час), з них потрібно зняти напругу, а після повного завершення робіт їх ізолювати й підняти на висоту не менш ніж 2,5 м від підлоги (помосту, землі). Вмикати електричні прилади (установки), інструменти та освітлення треба тільки за наявності відповідних вимикачів або штепсельних з'єднань. З'єднувати кінці проводів категорично забороняється.

Електрорубильники в приміщеннях необхідно обладнати глухими захисними кожухами, щоб виключити всяку можливість контакту з частинами, які перебувають під напругою. Рубильники поза приміщеннями обов'язково слід закривати в спеціальні коробки із замком. Зберігати сторонні речі в цих коробках забороняється.

Напруга для ручних переносних ламп повинна бути не вищою 36 В, а в разі роботи в особливо вологих місцях, колодязях, котлах, цистернах, металевих резервуарах та інших аналогічних умовах – не вищою 12 В. Виконувати будь-який ремонт або налагоджувати електроустаткування без відома електрика забороняється.

Прокладання електропроводів у тих місцях, де можливе безпосереднє доторкування до нього працюючих, має відповідати діючим правилам і нормам. Повітряний електропровід влаштовують на стовпах з ізоляторами відповідно до правил улаштування електричних установок високої напруги.

Металеві частини електроустановок та обладнання необхідно заземлювати.

Неізольовані частини електроустановок треба надійно огороджувати для захисту від випадкового доторкання. Захисні кожухи слід виготовляти з вогнетривкого і діелектричного матеріалу.

Тривалість робочого дня та перерви в роботі для обігрівання в разі роботи на відкритому повітрі в умовах низьких температур визначаються відповідно до діючого законодавства.

Будівельний майданчик повинен бути обладнаний згідно з вимогами чинних нормативних документів (положень, правил, норм тощо) у галузі охорони здоров'я та безпеки життєдіяльності.

Перед початком робіт машини та механізми потрібно оглянути та перевірити їхній технічний стан: справність гальм, електроосвітлення, системи керування, ходового обладнання тощо. Робота на несправних машинах забороняється.

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

При роботі машин та механізмів на свіжовідсипаному насипу слід коліс не повинен проходити ближче 1 м від краю насипу. На машинах та механізмах забороняється провадити ремонтні роботи під час руху.

Після зупинки машин та механізмів навіть на короткий час їх потрібно надійно загальмувати, а під ходове обладнання підставити підкладки.

З водіями та машиністами періодично проводять інструктаж з питань охорони праці. Крім загальних правил, вони вивчають спеціальні правила безпеки праці на різних типах транспортних та вантажопідйомних машин, силового обладнання, а також основи технології будівництва.

Відповідальність за впровадження при будівництві природоохоронних заходів, заходів з техніки безпеки, охорони праці, пожежної безпеки, електричної безпеки, а також заходів із забезпечення санітарно-гігієнічних вимог та дотримання вимог з охорони праці працюючих на будівництві лежить на генпідрядній будівельній організації.

1. Технологічна карта розроблена на зведення котеджного двохповерхового будинку у місті Літин. Карта розроблена на комплекс робіт кладки зовнішніх огорожувальних конструкцій з цегляних та ППСБ блоків, влаштування збірного перекриття із монолітними ділянками та монтажних робіт. Вихідними даними для розробки є креслення та пояснювальна записка.

2. Для зведення котеджу обрано автокран КС-3577 призначений для механізації монтажних робіт будівництві. Даний кран дає можливість зводити споруди висотою до 4 поверхів і переміщати монтовані елементи масою до 3-5 т. Виліт стріли – до 14 м, максимальний підйом – 22 м.

3. Визначено основні об'єми робіт. Об'єм кладки визначаємо за формулою добутку довжини стіни та її висоти (відстань між відмітками поверхів) на її товщину (в залежності складності кладки). Стінову кладку виконувати з дотриманням вимог ДБН В.2.6-162:2010 при обов'язковому контролю міцності цегли і розчину.

4. Обов'язковим процесом при прийманні на будівельному майданчику матеріалів, які в подальшому будуть використовуватись при зведенні котеджу повинна відбуватись перевірка наявності документів (паспортів, сертифікатів) та проводиться порівняння даних, а також ознайомлюються з наданими в них результатами.

5. Всі прилади та інструменти необхідно використовувати згідно призначення. Перед роботою перевірити та підтвердити, що інструменти не мають дефектів та справні: правильно насажені на ручки, робочі поверхні приладів рівні, без пошкоджень; деформовані інструменти категорично заборонено.

6. Перед початком монтажних робіт необхідно провести інструктаж з питань ОП з обов'язковими підписами в журналі. Працівникам видати інструменти і засоби індивідуальної безпеки (каска і т.д.), що необхідні для виконання робіт.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Будівельно–монтажні роботи з капітального ремонту мостової споруди повинні виконуватись у відповідності до вимог та положень Закону України «Про охорону праці» за № 229- IV в редакції зі змінами на 01.01.2018 р. Робочі місця та умови праці на об'єктах будівництва повинні організовуватись згідно вимог та положень таких нормативних документів:

-ДБН В.1.2-8-2008 ССНБ «Основні вимоги до будівель та споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього середовища»;

-ДСТУ ГОСТ 12.0.230:2008 ССБТ «Системи управління охороною праці. Загальні вимоги»;

- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»;

-ДСТУ ОHSAS 18001:2010 ССБТ «Системи управління гігієною та безпекою праці», та інших держстандартів і правил.

Проектом організації будівництва на капітальний ремонт мосту враховані заходи щодо охорони праці, визначені діючими нормами і правилами і спрямовані на попередження випадків виробничого травматизму, зниження захворюваності на виробництві і загальне поліпшення умов праці.

#### 6.1 Заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів

Створення найбільш сприятливих і безпечних умов праці при виконанні ремонтних робіт на мостовій споруді визначається прийнятим у проекті комплексом заходів, що включають [21]:

- впровадження прогресивних технологічних процесів з максимальною механізацією та автоматизацією трудомістких робіт;

- дотримання вимог санітарно – гігієнічних, протипожежних і техніки безпеки;

- раціональне розміщення виробничих і допоміжних будинків і споруджень на генплані та сучасний рівень благоустрою території будівництва;

- впровадження виробничої естетики.

Будівельний майданчик та виробничі дільниці при капітальному ремонті мосту передбачено огородити. Схеми розташування будмайданчиків з огороженнями наведено на кресленні "Будгенплан" (ПОБ-83).

Конструкція захисних огорож має задовольняти таким вимогам:

- огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, мають висоту не менше ніж 2,0 м і обладнані суцільним захисним навісом із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі виконано без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Перед початком робіт генпідрядник (підрядник) визначає небезпечні для людей зони, в яких існує постійний вплив або може існувати потенційний вплив небезпечних факторів.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать:

- місця поблизу неізольованих струмопровідних частин електроустановок;
- місця поблизу неогорожених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- місця, де можливе перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До зон потенційно небезпечних факторів належать:

- ділянки території поблизу мостової споруди, що ремонтується;
- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їх частин, робочих органів.

Зони з постійно діючими небезпечними виробничими факторами мають захисні (запобіжні) огорожі відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.3:2011.

Виконання будівельно-монтажних робіт в цих зонах допускається згідно з ПВР. Зони потенційно небезпечних факторів мають сигнальне огороження згідно з ДСТУ Б В.2.3:2011.

Межі небезпечних зон поблизу робочих органів, що рухаються, і їх частин, прийнято рівними 5 м, якщо інших вимог не було у паспорті або інструкції заводу-виробника.

До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до

«Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» і визнані придатними до виконання даного інструктажу із безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань із безпеки праці і мають відповідну професійну підготовку.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт забороняється користування мобільними телефонами.

Забороняється допуск на будівельний майданчик сторонніх осіб або працівників, що не зайняті на роботах на даній території, а також осіб, що перебувають у стані алкогольного, токсичного або наркотичного сп'яніння.

Керівники робіт, інженерно-технічні робітники, стропальники та особи, що відвідуватимуть будівельний об'єкт, повинні носити будівельні каски і сигнальні жилети. Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски, сигнальні жилети. Працівники та інженерно-технічні робітники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт граничні значення температури повітря, сили вітру, за яких повинні бути тимчасово припинені роботи на відкритому повітрі та припинено перевезення людей у неопалюваних транспортних засобах, визначаються відповідними службами місцевих органів влади.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельному майданчику відповідають вимогам ДБН А.3.1-5-2016, обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України. Виходи і входи на робочі майданчики повинні бути облаштовані за межами небезпечних зон. Біля в'їзду на будмайданчик встановлюється схема переміщення транспорту. Узбіччя проїздів і доріг обладнуються добре видимими знаками, що регламентують порядок руху.

Для зміни на період будівництва існуючої схеми дорожнього руху на під'їзних шляхах до будівельного майданчика, для вжиття спеціальних заходів із забезпечення безпеки руху у складі проекту розроблено схему дорожнього руху, яка узгоджена у відповідному порядку ( див. додаток 4 цього тому).

При зведенні тимчасових споруд, огорож, складів і риштувань бралися до уваги відстані до засобів транспорту, що рухаються. Швидкість переміщення транспорту по

території буд майданчика на прямих з доброю видимістю не повинна перевищувати 10 км/год.

На в'їздах і виїздах, всередині будмайданчика, на розворотах, при переміщенні заднім ходом, в густому тумані швидкість не повинна перевищувати 5 км/год. При транспортуванні конструкцій в обмежених умовах і при обмежених габаритах проїзду на частинах, що виступають за розміри ТЗ, закріплюються прапорці червоного кольору, а при видимості менше 20 м і в темний час застосовуються світловідбивачі.

6.2 Токсикологічна, пожежо-вибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів, відходів виробництва, контроль вимог безпеки

Матеріали, що застосовано для капітального ремонту мосту, не містять легкозаймистих та вибухонебезпечних речовин.

На робочих місцях, де застосовуються мастики, фарби та інші матеріали, що виділяють шкідливі речовини, не дозволяється використовувати відкритий вогонь та виконувати роботи, що супроводжуються іскроутворенням. Ці робочі місця необхідно постійно провітрювати. Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Крім того, необхідно вжити заходи, що запобігатимуть виникненню та накопиченню зарядів статичної електрики.

Забороняється використання полімерних матеріалів, у тому числі імпорتنих, з невизначеними показниками пожежної та вибухової безпеки.

В разі виконання робіт визначиться необхідність застосування легкозаймистих матеріалів, у місцях, де їх розміщено, куріння заборонено, а користування відкритим вогнем допускається тільки на відстані понад 50 м від зазначених матеріалів.

Не дозволяється накопичувати на площадках горючі матеріали (промаслені ганчірки, тирсу чи стружки, відходи пластмас тощо), їх необхідно зберігати в закритих металевих контейнерах у безпечному місці [23].

Перед початком робіт у місцях, де можливе виділення шкідливих газоподібних речовин (шкідливих газів), у тому числі в закритих ємностях, колодязях, траншеях, шурфах, має проводитися аналіз повітряного середовища.



У разі появи шкідливих газів роботи повинні бути тимчасово припинені і продовжені тільки після провітрювання та забезпечення вентиляцією робочих місць, а також забезпечення необхідними засобами індивідуального захисту всіх працюючих.

Устаткування, під час експлуатації якого можливе надходження у повітря шкідливих газів, парів, пилу, повинно постачатися у комплекті з усіма необхідними укриттями і пристроями, що забезпечують надійну герметизацію джерел виділення шкідливих речовин.

Укриття мають бути забезпечені пристроями для підключення до аспіраційних систем (фланці, патрубки тощо).

Полімерні матеріали і вироби, що застосовуються, повинні мати санітарно-епідеміологічні висновки про відповідність їх санітарним нормам і правилам України, а також інструкціями щодо їх застосування, затвердженими у визначеному порядку.

Лакофарбові, ізоляційні, опоряджувальні та інші матеріали, що виділяють шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях у кількостях, що не перевищують змінної потреби або в кількості, яка не перевищує ємність фарбо-нагнітального бака або стандартної фляги (40 л).

Під час виконання ізоляційних робіт із застосуванням гарячого бітуму працівники повинні використовувати спеціальні костюми відповідно до вимог ДНАОП 6.1.00-1.03-98 з брюками, що випущені поверх чобіт.

Бітумну мастику необхідно доставляти на робочі місця в ємностях за допомогою вантажопідіймальних машин [22].

Гарячий бітум на робочих місцях необхідно переносити у металевих бачках у формі зрізаного конуса, оберненого широкою частиною донизу, з кришками, що щільно закриваються, та запірними пристроями.

### 6.3 Характеристика виробничих приміщень

Характеристики виробничих приміщень, розрахунки та обґрунтування категорій вибухопожежної небезпеки, класів ПБЕ визначаються при розробці проекту виконання робіт в залежності від конкретного устаткування виконавця робіт.

Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і ділянках робіт, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку. Відповідальними за виконання цих вимог є керівники робіт (майстри, виконроби).

#### 6.4 Освітлення робочих місць, шум, вібрація

Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б А.3.2-15:2011 для запобігання засліплювальній дії освітлювальних приладів на працюючих. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження електрострумом [24-26].

Основними джерелами шуму під час проведення будівельно – монтажних робіт буде робота будівельної техніки. Роботи з підвищеним рівнем шуму в проекті не передбачаються. Тому проведення будівельно – монтажних робіт не призведе до додаткового акустичного навантаження на робітників, зайнятих у будівельних роботах, та на соціальні умови життя людей на прилеглих до будівництва територіях.

Роботи, що пов'язані з вібруванням бетону, не є довгостроковими та постійними, тому не чинять негативний вплив на працюючих.

#### 6.5 Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх та внутрішніх факторів; санітарно - побутові приміщення, медобслуговування

Будівельний майданчик і робочі місця обладнуються засобами наочної агітації – плакатами, стендами, схемами, а також попереджуючими написами і відповідними інструкціями з техніки безпеки, пожежної й електробезпеки.

Небезпечні зони провадження робіт позначаються знаками і написами, що добре помітні.

Організація робочих місць повинна забезпечувати безпеку виконання робіт. Робочі місця повинні бути обладнані необхідними огороженнями, захисними і запобіжними пристроями і пристосуваннями.

Передбачаються заходи, що виключають небезпеку ушкодження електричним струмом:

- заземлення будівельних механізмів, кранів і металевих конструкцій;
- огороження електроустановок.

Усі металеві не струмоведучі частини (корпуси електродвигунів, шаф, світильників і т.д.), що можуть виявитися під напругою внаслідок ушкодження, заземлюються шляхом приєднання до заземленого нульового проводу живильної мережі.

Усі роботи, що виконуються у шкідливих умовах, повинні виконуватися згідно спеціальних інструкцій, що розробляються у складі проектів виконання робіт (ПВР).

Перелік робіт, що виконуються у шкідливих умовах:

- вібрування бетонних сумішей;
- гідроізоляційні роботи;
- фарбувальні роботи.

При виконанні фарбувальних та гідроізоляційних робіт робочі повинні забезпечуватися захисними масками та респіраторами.

Будівельно – монтажна організація повинна забезпечувати робітників та службовців спецодягом і запобіжними пристосуваннями необхідних розмірів відповідно до умов, характеру виконуваної роботи і типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття і запобіжних пристосувань робітникам та службовцям, зайнятим на будівельних роботах. Видаваний робітникам спецодяг, спецвзуття і запобіжні пристосування повинні бути перевірені, а робітники проінструктовані про порядок користування ними. Керівники робіт не повинні допускати до роботи працівників без відповідного спецодягу, спецвзуття і запобіжних приладь.

З метою забезпечення санітарно-гігієнічного обслуговування працюючих на будівельному майданчику передбачені інвентарні приміщення санітарно-побутового й адміністративного призначення (дивись арк. Будгенплан, ПОБ-83), виконані й обладнані відповідно до затверджених у встановленому порядку норм на проектування побутових будинків і приміщень.

У гардеробних приміщеннях, відповідно до діючих норм, частина шаф обладнається пристроями для сушіння одягу і витяжною вентиляцією. У побутових приміщеннях, складах, майстернях передбачається установка умивальників з гарячою і холодною

водою питної якості і електроповітряних рушників. У виробничих і допоміжних приміщеннях повинні бути запроектовані системи приточно-витяжної вентиляції з природним і механічним спонуканням, розраховані на підтримку нормальних кліматичних, санітарно-гігієнічних умов роботи і на боротьбу з шкідливими викидами, що виділяються. Від місць зосередженого виділення шкідливих газів, аерозолів і пилу передбачаються місцеві відсмоктування.

Проектування названих приміщень покладається на організації, що розробляють ПВР.

На будівельному майданчику повинна бути аптечка з медикаментами, ноші, фіксуєчі шини та інші засоби надання першої долікарської допомоги. Враховуючи незначну кількість постійно працюючих на об'єкті, влаштування постійного медпункту на об'єкті не передбачено.

Щоб уникнути обморожень у зимовий період часу влаштовуються додаткові перерви в роботі для обігріву.

### 6.7 Допустимість праці жінок та підлітків

У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватися граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок. При використанні праці підлітків необхідно дотримуватися граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

Також роботодавець зобов'язаний провести навчання підлітків безпечним методам та прийомам праці до початку виконання робіт, провести інструктаж із безпеки праці, допускати до роботи із дотримання ДБН А.3.2-2 та НПАОП 0.00-4.24, забезпечити їх засобами індивідуального захисту та не допускати використання праці зазначених осіб на роботах, що не передбачені чинним законодавством.

### 6.8 Пожежна безпека

Перед початком виконання підготовчих робіт та робіт з капремонту мосту, до улаштування тимчасого огороження, що обмежує рух, Замовник (або, за дорученням Замовника, – Генеральний підрядник) повинен заздалегідь повідомити відповідні органи цивільного захисту, в тому числі, місцеві пожежно-рятувальні служби про тимчасове закриття ділянки дороги державного значення Р-17 /Біла Церква – Тетіїв – Липовець – Гуменне - /М-12/, Вінницька область в межах виконання будівельно-монтажних робіт у м. Липовець, а також про організацію тимчасових об'їзних шляхів (див. додаток 4 цього тому) у відповідності до п. 24 Ст. 20 Кодекса цивільного захисту України.

При виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись вимог наступних нормативних документів:

- Кодекс цивільного захисту України;
- «Правила пожежної безпеки в Україні» НАПБ А 01.001-2014, введені в дію Наказом Міністерства з надзвичайних ситуацій №126 від 19.10.2004р.;
- ДБН В.1.1-7-2016. «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

При виконанні вогневих робіт (наприклад, зварювальних) стежити, щоб на відстані 50 м не було складів легкозаймистих матеріалів, або машин з паливом.

Екскаватори, бульдозери та інша техніка, яка використовується на земляних роботах повинні бути обладнані звуковою та світловою сигналізацією.

Відповідальність за дотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежних вимог покладається:

- за технічний стан машин – на організації на балансі яких знаходяться машини;
- за дотриманням вимог при проведенні БМР – на організації, які безпосередньо виконують будівельні роботи з капітального ремонту.

Територію забудови споруди і приміщення забезпечити знаками пожежної безпеки. Будівельний майданчик освітлюється у нічний час згідно розділу 8.4 НАПБ А.01.001-2014.

Огороження будівельного майданчика під час проведення будівельно-монтажних робіт відповідно до вимог розділів 4 та 8.4 НАПБ А.01.001-2014.

На будівельному майданчику повинні бути відведені місця для паління.

Доступ сторонніх осіб на територію будівельного майданчика забороняється.

Встановити при в'їзді та виїзді на майданчик інформаційні щити із зазначенням назви та місцезнаходження об'єкта, назви замовника та підрядної організації, їх номерів телефонів, посади та прізвища виконавця робіт, дати початку та закінчення будівництва [27].

На території будівництва повинні бути встановлені дорожовкази проїздів і проходів.

Небезпечні зони потрібно огородити або поставити на їх межах попереджувальні написи і сигнали, які було б видно вдень і вночі.

Вимоги щодо оснащення будівельного майданчика первинними засобами пожежогасіння (1 пожежний щит на 5000 м<sup>2</sup>):

- вогнегасник – 3 шт; ящик з піском -1 шт; покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2х2 м – 1шт.; гаки 3шт.; лопати – 2 шт, ломи – 2 шт; сокири – 2 шт.

Ящики для піску повинні мати місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м<sup>3</sup> та бути укомплектованими совковою лопатою.

## Висновок

1. До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до «Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» і визнані придатними до виконання даного інструктаж із безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань із безпеки праці і мають відповідну професійну підготовку.
2. Керівники робіт, інженерно-технічні робітники, стропальники та особи, що відвідуватимуть будівельний об'єкт, повинні носити будівельні каски і сигнальні жилети. Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски, сигнальні жилети. Працівники та інженерно-технічні робітники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

3. Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і ділянках робіт, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку. Відповідальними за виконання цих вимог є керівники робіт (майстри, виконробы).
4. Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б А.3.2-15:2011 для запобігання засліплювальній дії освітлювальних приладів на працюючих. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження електрострумом.
5. У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватися граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок. При використанні праці підлітків необхідно дотримуватися граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

## РОЗДІЛ 7

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для визначення кошторисної вартості розробляємо локальні кошторисні документи за допомогою програмного комплексу АВК за кожним з варіантів (табл.7.1, 7.2). Кошторисну вартість виконання робіт розраховуємо на 1 м<sup>2</sup> мостової асиметричної споруди.

Вони розроблялися на основі: ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 99); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно вимог Кошторисних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 .

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітну плату будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати ( ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Загальновиробничі витрати ( ЗВВ ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Будівництво розташоване на території Вінницької області.

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Будівельні роботи. ДСТУ Б Д.2.2 - 2012;
- Монтаж устаткування. ДСТУ Б Д.2.3 - 2012;
- Будівельні роботи. ДСТУ Б Д.2.2-2012;
- Ремонтно-будівельні роботи . ДСТУ Б Д.2.4 - 2012;
- Автомобільні дороги та мости СОУ 42.1-37641918-035:2018, СОУ 42.1-37641918-071:2018;
- Будівельні матеріали, вироби і конструкції;
- Перевезення ґрунту і сміття;



- Перевезення будівельних вантажів;

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Мінрегіонбуду України .

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників до СОУ 42.1-37641918-050:2018. При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

Таблиця 7.1 Прийняті нарахування при при розрахунках інших витрат

1.	Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період (К = 0,9), СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.16	1,08000	%
2.	Усереднений відсотковий показник літнього подорожчання, СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.15	0,61	%
3.	Кошти на здійснення науково-технічного супроводу будівництва, Розрахунок коштів	1,00	%
4.	Показник ліміту коштів на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд), СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.19	2,50	%
5	Кошти на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами		
6.	Прогнозний рівень інфляції в будівництві першого року будівництва, коефіцієнт, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	1,073	
7.	Усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку, СОУ 42.1-37641918-050:2018	20,00	
8.	Усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, СОУ 42.1-37641918-050:2018	5,50	

## ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА №

Капітальний ремонт мосту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 /Біла Церква –Тетіїв – Липовець - Гуменне - /М-12/, Вінницька область

Складений в поточних цінах станом на 2023 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
1	1-1	<b>Глава 1. Підготовка території</b> Підготовчі роботи	953,882	-	-	953,882
2	Розрахунок N П-17	Компенсація власникам вартості будинків, будівель, споруд, знесених зелених насаджень та посівів, що підлягають знесенню (компенсація спускання ставка, пов'язана з капітальним ремонтом мосту)	-	-	208,333	208,333
3	Розрахунок N П-13-1	Розбивка та закріплення осей на дорозі	-	-	1,943	1,943
<b>Разом по главі 1:</b>			953,882	-	210,276	1164,158
4	3-1	<b>Глава 3. Штучні споруди</b> Штучні споруди (Міст через р.Сіб)	8877,430	82,760	-	8960,190

1	2	3	4	5	6	7
		<b>Разом по главі 3:</b>	8877,430	82,760	-	8960,190
5	4-1	<b>Глава 4. Дорожній одяг</b> Дорожній одяг мосту	1878,914	-	-	1878,914
		<b>Разом по главі 4:</b>	1878,914	-	-	1878,914
6	7-1	<b>Глава 7. Облаштування та обстановка дороги</b> Облаштування та обстановка дороги	98,237	-	-	98,237
		<b>Разом по главі 7:</b>	98,237	-	-	98,237
		<b>Разом по главах 1-7:</b>	11808,463	82,760	210,276	12101,499
7	8-1	<b>Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди</b> Титульні тимчасові споруди	169,434	-	-	169,434
		<b>Разом по главі 8:</b>	169,434	-	-	169,434
		<b>Разом по главах 1-8:</b>	11977,897	82,760	210,276	12270,933
8	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.16	<b>Глава 9. Кошти на інші роботи та витрати</b> Додаткові витрати при виконанні робіт з капітального ремонту автомобільних доріг, мостів та інших штучних споруд у зимовий період (1,2X0,9)%	129,361	-	-	129,361
9	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.15	Додаткові витрати при виконанні робіт з капітального ремонту автомобільних доріг, мостів та інших штучних споруд у літній період	73,065	-	-	73,065
10	Розрахунок N П-929	Кошти на відрядження працівників будівельних організацій на об'єкт будівництва	-	-	574,261	574,261
11	Розрахунок N П-94	Кошти на перевезення працівників будівельних організацій автомобільним транспортом	-	-	481,485	481,485
12	.	Кошти на перебазування будівельних організацій або їх структурних виробничих підрозділів (КР мосту)	-	-	261,999	261,999
13	Розрахунок коштів	Кошти на здійснення науково-технічного супроводу будівництва (1 %)	-	-	121,803	121,803
		<b>Разом по главі 9:</b>	202,426	-	1439,548	1641,974
		<b>Разом по главах 1-9:</b>	12180,323	82,760	1649,824	13912,907

1	2	3	4	5	6	7
14	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.19	<b>Глава 10. Утримання служби замовника</b> Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	347,823	347,823
15	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.19	Кошти на надання послуг інженера-консультанта	-	-	903,089	903,089
16	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.19	Кошти на проведення процедури закупівлі	-	-	3,792	3,792
17	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.19	Кошти на формування страхового фонду документації	-	-	9,533	9,533
18	Розрахунок замовника	Кошти на оплату послуг нотаріуса при оформленні пакетів документів для отримання дозволу на виконання робіт та введення об'єкта в експлуатацію	-	-	4,000	4,000
19	Розрахунок замовника	Кошти на внесення плати за видачу сертифіката, який видається у разі прийняття об'єкта в експлуатацію згідно Постанови КМУ від 13.04.2011 № 461 (5,2_2197)/1,2=9520,33 (грн)	-	-	9,520	9,520
20	Розрахунок замовника	Кошти, пов'язані з приєднанням об'єкта будівництва до діючих інженерних мереж	-	-	8,760	8,760
21	Розрахунок N П-104-4	Кошти на отримання технічного паспорту	-	-	10,667	10,667
<b>Разом по главі 10:</b>			-	-	1297,184	1297,184
22	Розрахунок N П-122	<b>Глава 12. Проектно-вишукувальні роботи та авторський нагляд</b> Вартість проектних робіт (включаючи НТС проектування)	-	-	541,880	541,880
23	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 53	Вартість експертизи проектної документації (K=1,1)	-	-	31,888	31,888
24	Розрахунок N П-102	Кошти на здійснення авторського нагляду	-	-	35,504	35,504
<b>Разом по главі 12:</b>			-	-	609,272	609,272
<b>Разом по главах 1-12:</b>			12180,323	82,760	3556,280	15819,363
	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.21	<b>Кошторисний прибуток при виконанні робіт з капітального ремонту автомобільних доріг, мостів та інших транспортних споруд</b>	711,991	-	-	711,991

1	2	3	4	5	6	7
	СОУ 42.1-37641918-050:2018 п.5.22	<b>Кошти на покриття адміністративних витрат при виконанні робіт з капітального ремонту автомобільних доріг, мостів та інших транспортних споруд</b>	-	-	195,797	195,797
	Розрахунок N П-131	<b>Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва</b>	292,328	1,986	85,351	379,665
	Розрахунок N П-145	<b>Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (I)</b>	768,942	3,186	-	772,128
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	<b>Разом</b>	13953,584	87,932	3837,428	17878,944
		<b>Податок на додану вартість</b>	-	-	3575,789	3575,789
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>	13953,584	87,932	7413,217	21454,733
		<b>Зворотні суми</b>	-	-	-	84,799
		<b>у тому числі:</b>				
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.18.1	- Зворотні суми, що враховують реалізацію матеріалів і виробів у розмірі, що визначається за розрахунком	-	-	-	84,799

Загальна кошторисна трудомісткість	35,59954	тис.люд.год
Нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах	28,388	тис.люд.год
Загальна кошторисна заробітна плата	2221,918	тис.грн.
Всього за зведеним кошторисним розрахунком:	21454,733	тис.грн.
у тому числі:		
будівельні роботи -	13953,584	тис.грн.
вартість устаткування -	87,932	тис.грн.
інші витрати -	3837,428	тис.грн.
податок на додану вартість -	3575,789	тис.грн.

Всі вищенаведені показники, окрім первісної вартості і-тої машини та нормативної тривалості роботи машини за рік, узяті з локальних кошторисів. При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

$$\Pi_i = C_i + E_n \cdot K_i \text{ min}, \quad (7.1)$$

Величина  $C$  і  $K$  прирівнюються за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень  $E_n$ , який є допустимим мінімумом зниження собівартості на одиницю додаткових капітальних вкладень, за якими вони визнаються ефективними.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = \text{ПВ} + \text{ЗВВ}, \quad (7.2)$$

де  $\text{ПВ}$  – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

$\text{ЗВВ}$  – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

$\text{ПВ}$  та  $\text{ЗВВ}$  визначаємо із локального кошторису (таблиці 7.1 – 7.2).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

$$K = K_{\text{ОВФ}} + K_{\text{обігові кошт}}, \quad (7.3)$$

де  $K_{\text{ОВФ}}$  – вартість основних виробничих фондів;

$K_{\text{обігові кошти}} = C_{\text{см.}} / K_{\text{обор.}}$  – обігові кошти,

де  $C_{\text{см.}}$  – кошторисна вартість (всього по кошторису), грн.;

$K_{\text{обор.}} = 3-4$ . Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

$$K_{\text{ОВФ}} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \times T_{i,\text{об.}}}{T_{i,\text{річ.}}}, \quad (7.4)$$

де  $\Phi_i$  – первісна вартість і-тої машини, грн. (в даному випадку приймемо вартість експлуатації машин із кошторису);

$T_i$  – тривалість роботи і-тої машини на об'єкті, год.;

$T_{i,\text{річн.}}$  – нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект  $E = \Pi_1 - \Pi_2$

## Висновки

1. В даному розділі виконали розрахунок капітального ремонту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 /Біла Церква – Тетіїв – Липовець - Гуменне -/М-12/, Вінницька область . Для цього були складені локальні кошториси за допомогою програми АВК, поточних цін на матеріали.

## ВИСНОВКИ

1. Розглянуто існуючу мостову споруду через р. Сіб на ділянці віражу дороги Р-17 у м. Липовець Вінницької області. На момент зведення (середина ХІХ ст.) міст являв собою вузьку трьохпролітну масивну споруду, кладену з бутобетону і гранітних блоків на цементно-піщаному розчині, дерев'яних балок та дощатого настилу. Довжина прольотів сягала від 4,5 до 5,5 м. З тих часів збереглися тільки мостові опори по осях «0», «1», «2», «3».

2. Помилки та компроміси при проектуванні реконструкції у минулому, відсутність належного утримання і, як наслідок, знос основних будівельних конструкцій, наявність віражу дороги, а також, збільшення транспортного потоку створили передумови до нагальної реконструкції мосту на сьогоднішній день

3. В прольоті «0-1» міст зберіг плитну конструкцію, однак асиметрія, за рахунок тротуарної консолі та ухилів віражу збільшилася. В прольоті «1-3» міст набув вигляду часторебристої монолітної плити, також, з одnobічною тротуарною консоллю.

4. В адміністративному відношенні об'єкт вишукувань знаходиться в східній частині Вінницької області в межах м. Липовець. У фізико-географічному відношенні територія розташована в межах південного-заходу Східноєвропейської рівнини та розташована в лісостеповій зоні, Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю. Об'єкт вишукувань приурочений до Центрально придніпровської височинної області.

5. Будівельні конструкції мосту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 Біла Церква – Тетіїв – Липовець – Гуменне - /М-12/, Вінницької області являють собою двопрогонову мостову систему з двома береговими та однією проміжною опорами у вигляді масивних стін із кладки з природного каменю, поверх яких улаштовані монолітні пояси жорсткості (ригелі). Поверх монолітних ригелів улаштовані прогонові конструкції: в осях «0-1» – монолітна залізобетонна плита, в осях «1-3» – сталезалізобетонна. Монолітні залізобетонні плити прогонової будови обох



прольотів прямокутного перерізу з виступом тротуарної частини.

6. Необхідність у капітальному ремонті моста викликана: накопиченням дефектів та пошкодженням конструкцій споруди в процесі експлуатації (корозійний знос металевих балок підсилення прогонової будови, розтріскування та руйнування захисного шару бетону монолітної плити прогонової будови, відсутність укріплення укосів з просіданням ґрунту під тротуарами).

7. Проектом передбачено ремонт локальних ділянок опор з ознаками вивітрювання розчину та тріщинами. Підсилення берегової опори по осі «0», де виявлено значне руйнування бутової кладки, виконати улаштуванням монолітного залізобетонного заповнення порожнин кладки. Для забезпечення зв'язної роботи берегових опор та нової пролітної конструкції передбачено влаштування анкерних випусків із існуючих монолітних ригелів та локальних нарощувань.

8. На момент обстеження існуючого мосту об'єднання мосту з насипом підходів виконане без улаштування перехідних плит, тому проектом капітального ремонту передбачається влаштування нових конструкцій перехідних (під'їзних) плит.

9. Мостова споруда та прилеглі ділянки дороги на підходах мають освітлення у відповідності з вимогами до освітлення вулиць та доріг в населених пунктах.

10. Технологічна карта розроблена на зведення котеджного двохповерхового будинку у місті Літин. Карта розроблена на комплекс робіт кладки зовнішніх огорожувальних конструкцій з цегляних та ППСБ блоків, влаштування збірного перекриття із монолітними ділянками та монтажних робіт. Вихідними даними для розробки є креслення та пояснювальна записка.

11. Для зведення котеджу обрано автокран КС-3577 призначений для механізації монтажних робіт будівництві. Даний кран дає можливість зводити споруди висотою до 4 поверхів і переміщати монтовані елементи масою до 3-5 т. Виліт стріли – до 14 м, максимальний підйом – 22 м.

12. Визначено основні об'єми робіт. Об'єм кладки визначаємо за формулою добутку довжини стіни та її висоти (відстань між відмітками поверхів) на її товщину (в залежності складності кладки). Цегляні стіни в житловому будинку запроектовані з силікатної цегли М200, розчин М150. Стінову кладку виконувати з дотриманням вимог ДБН В.2.6-162:2010 при обов'язковому контролю міцності цегли і розчину.

13. Обов'язковим процесом при прийманні на будівельному майданчику матеріалів, які в подальшому будуть використовуватись при зведенні котеджу повинна відбуватись перевірка наявності документів (паспортів, сертифікатів) та проводиться порівняння даних, а також ознайомлюються з наданими в них результатами.

14. Всі прилади та інструменти необхідно використовувати згідно призначення. Перед роботою перевірити та підтвердити, що інструменти не мають дефектів та справні: правильно насажені на ручки, робочі поверхні приладів рівні, без пошкоджень; деформовані інструменти категорично заборонено.

15. Перед початком монтажних робіт необхідно провести інструктаж з питань ОП з обов'язковими підписами в журналі. Працівникам видати інструменти і засоби індивідуальної безпеки (каска і т.д.), що необхідні для виконання робіт.

16. До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до «Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» і визнані придатними до виконання даного інструктаж із безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань із безпеки праці і мають відповідну професійну підготовку.

17. Керівники робіт, інженерно-технічні робітники, стропальники та особи, що відвідуватимуть будівельний об'єкт, повинні носити будівельні каски і сигнальні жилети. Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику,

зобов'язані носити захисні каски, сигнальні жилети. Працівники та інженерно-технічні робітники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

18. Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і ділянках робіт, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку. Відповідальними за виконання цих вимог є керівники робіт (майстри, виконроби).

19. Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені відповідно до вимог ДБН В.2.5-28, ДСТУ Б А.3.2-15:2011 для запобігання засліплювальній дії освітлювальних приладів на працюючих. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження електрострумом.

20. У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватися граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок. При використанні праці підлітків необхідно дотримуватися граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

21. В даному розділі виконали розрахунок капітального ремонту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 /Біла Церква –Тетіїв – Липовець - Гуменне -/М-12/, Вінницька область . Для цього були складені локальні кошториси за допомогою програми АВК, поточних цін на матеріали.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. П.М. Саламахін, Л.В. Маковський, В.І. Попов, Інженерні споруди у транспортному будівництві; під ред. П.М. Саламахіна/.: Видавничий центр «Академія», 2007. - 272 с.

2. Урдзік, С. Н. (2019). Порівняльний аналіз нормативних документів на проектування автошляхів. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, (86), 105-109.

3. 03-05-57 Трач, В. М. and Ткачук, С. Г. and Трач, Р. В. (2020) Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Мостовий перехід через ріку (назва ріки)» з навчальної дисципліни «Розвідування та проектування мостових переходів і тунельних пересічень» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Мости і транспортні тунелі» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання. [Методичне забезпечення]

4. Козлов, В. Г., Скрипніков, О. В., Абасов, М. А., Нікітін, В. В., Самцов, В. В. (2019). Вплив погодно-кліматичних факторів на системи комплексу "водій-автомобіль-дорога-середовище". Транспорт. Транспортні споруди. Екологія, (1), 30-36.5. Попов В.О., Жиловський М.Я. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови. Тези доповіді на міжнародній науковій конференції "Енергоефективність в галузях економіки України2021". <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14122/11963>

6. ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. Введ. з 2010-03-01 на заміну ДБН В.2.3- 14:2006. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 84 с.

7. Попов В.О., Маєвська І.В., Попова А.В., Жиловський М.Я. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови. Сучасні технології, матеріали і конструкції

в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2021-2. С. 5-15.  
<https://doi.org/10.31649/2311-1429-2021-2-5-15>

8. ДБН В.1.2-14-2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: [Чинний від 2019-01-01]. – К., Мінрегіон України, 2018. – 30 с. – (Національні стандарти України).

9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011- 11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с. (Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі).

10. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

11. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 179 с.

12. ДСТУ Б А.2.4.-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 34 с. (Система проектної документації для будівництва).

13. Войцеховський О.В., Журавський О.Д., Попов В.О. Основи проектування елементів залізобетонного каркасу багатоповерхової будівлі. Курсове та дипломне проектування. Навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2018. 191 с.

14. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 15 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

15. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с. (Конструкції будинків і споруд).

16. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

17. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с. (Конструкції будинків і споруд).

18. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).

19. Дудар І.Н., Прилипко Т.В., Потапова Т.Е. Довідник нормативнотехнічних даних для проектів виконання комплексу робіт нульового циклу в будівництві: навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2001. 133 с.

20. Белецкий Б.Ф., Булгакова И.Г. Строительные машины и оборудование. Справочное пособие для производственниковмеханизаторов, инженерно-технических работников строительных организаций, а также студентов строительных вузов, факультетов и техникумов. Ростов н/Д : «Феникс», 2005, 608 с.

21. ДБН Г.1-4-95. Правила перевезення, складування та зберігання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування в будівництві. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1997. 72 с. (Організаційно-методичні, економічні і технічні нормативи. Правила перевезення, складування та зберігання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування в будівництві).

22. ДБН Г.1-5-96. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. [Чинний від 1996-01-09]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1997. 161 с. (Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом і інвентарем).

23. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2016. 52 с.

24. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

25. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

26. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanovashhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

27. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-2002.pdf](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf).

## ДОДАТКИ



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні мости

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unichesk**

Оригінальність 85,4 % Схожість 14,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):


1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.


Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи

Керівник роботи

  
(підпис)

  
(підпис)

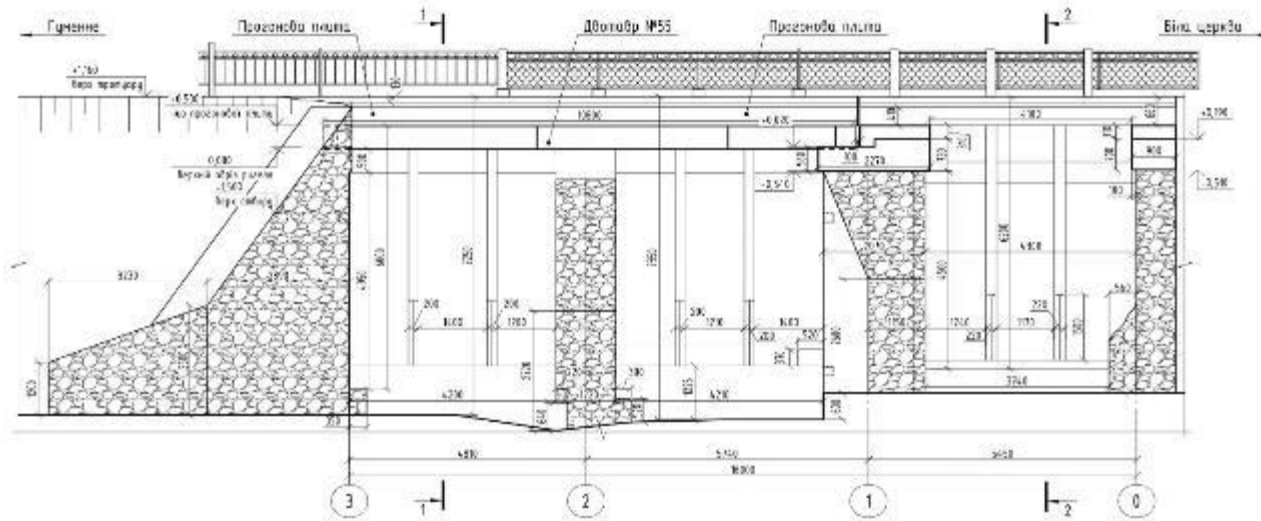
Лазар Г.М.  
(прізвище, ініціали)

Попов В.О.  
(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Б  
ВІДОМІСТЬ АРКУШІВ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Аркуш	Найменування	Примітки
1	2	3
1	Схема розташування монолітних з/б елементів мосту та підходів , Фасад 3-0	Плакат
2	Розрізи 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6	Плакат
3	Схема влаштування монолітних з /б елементів, специфікація монолітних з /б елементів мостової споруди, монолітна прогонова плита МП -1	Плакат
4	Схема демонтажу монолітної з/б прогонової плити, схема бетонування монолітних з/б конструкцій мостової споруди, вказівки з монтажу монолітних з/б конструкцій, вказівки з демонтажу, вантажно-підйомні характеристики автокрана КрАЗ-63221	Плакат
5	Будівельний генеральний план, експлікація тимчасових приміщень	Плакат
6	Календарний графік	Плакат

**Об'єкт дослідження** асиметрична мостова залізобетонна двохпролітна споруда на прикладі реального мосту, збудованого через р. Сіб у м. Липовець Вінницької області.



## Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі ознаки асиметрії мостової споруди, визначити необхідність проведення науково-практичних досліджень;
- запропонувати ефективний та економічно доцільний спосіб реконструкції для забезпечення відповідності вимогам сучасних норм щодо міцності, надійності та довговічності мостової споруди, вимог щодо транспортних габаритів, безпеки руху та пропускної здатності тротуару;
- провести техніко-економічне обґрунтування обраного способу реконструкції мостової споруди.

**Мета:** запропонувати спосіб реконструкції, який збільшує не симетричність перерізу, а забезпечує жорсткі вимоги сучасних норм щодо міцності, надійності та довговічності мостової споруди, вимоги щодо транспортних габаритів, безпеки руху та

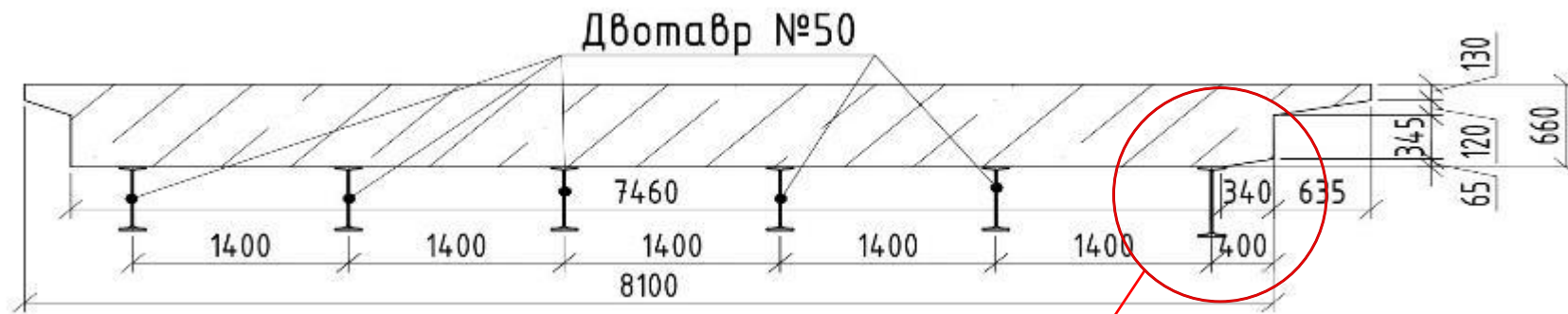
## Наукова новизна роботи полягає у

- розробці конструктивного рішення асиметричного мосту з одnobічним тротуаром та прольотами різної довжини на основі науково-практичних досліджень з раціонального проектування автодорожніх мостів;
- розробці методики аналізу напружено-деформованого стану асиметричних мостів, виготовлених з залізобетону;
- розроблено моделі напружено-деформованого стану асиметричних залізобетонних мостів, які дозволяють оцінити їх поведінку під дією комплексу кліматичних та технологічних навантажень з урахуванням асиметрії силових впливів.

# Постановка проблеми

- Проектувальники минулого прийняли рішення вивести опору по осі «2» з експлуатації, а мостову споруду зробити двохпролітною. Проліт в осях «0-1» зробили монолітним плитним, проліт в осях «1-3» – балочним, сталобетонним. Між конструктивно різними компонентами улаштували деформаційний шов. Крім того, через високу навантаженість газопроводу було прийнято рішення не переносити його при реконструкції. Тому, тротуар на мостовій споруді збудували тільки із боку, протилежного газопроводу. Міст, який у вихідному стані був осесиметричним в двох проекціях, набув ознак як пролітної, так і поперечної асиметрії .
- Помилки та компроміси при проектуванні реконструкції у минулому, відсутність належного утримання і, як наслідок, знос основних будівельних конструкцій, наявність віражу дороги, а також, збільшення транспортного потоку створили передумови до нагальної реконструкції мосту на сьогоднішній день згідно з вимогами чинних норм.

## Основні прогонові конструктивні елементи існуючої споруди та їх дефекти



### Сталезалізобетонна прогонова конструкція в осях «1-3»



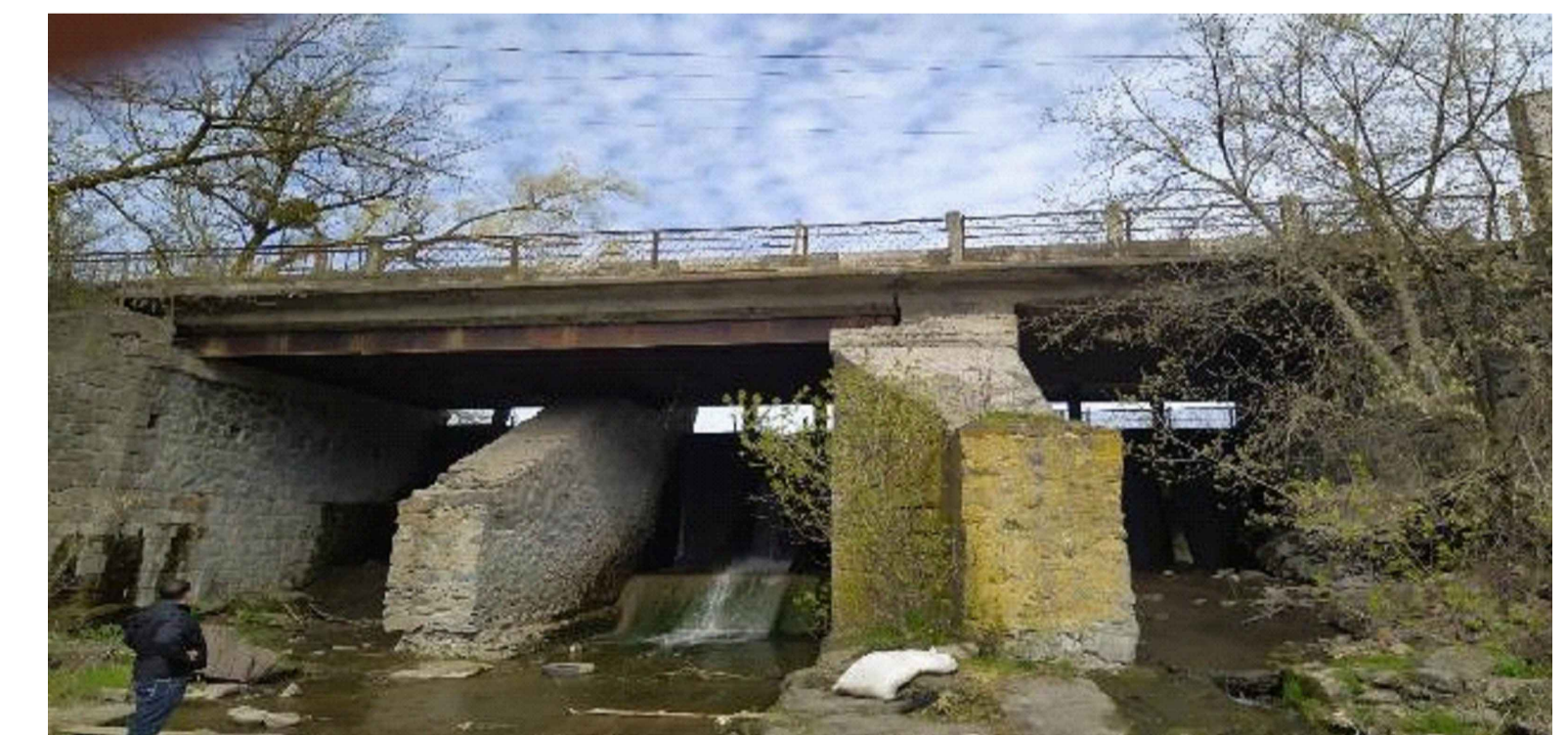
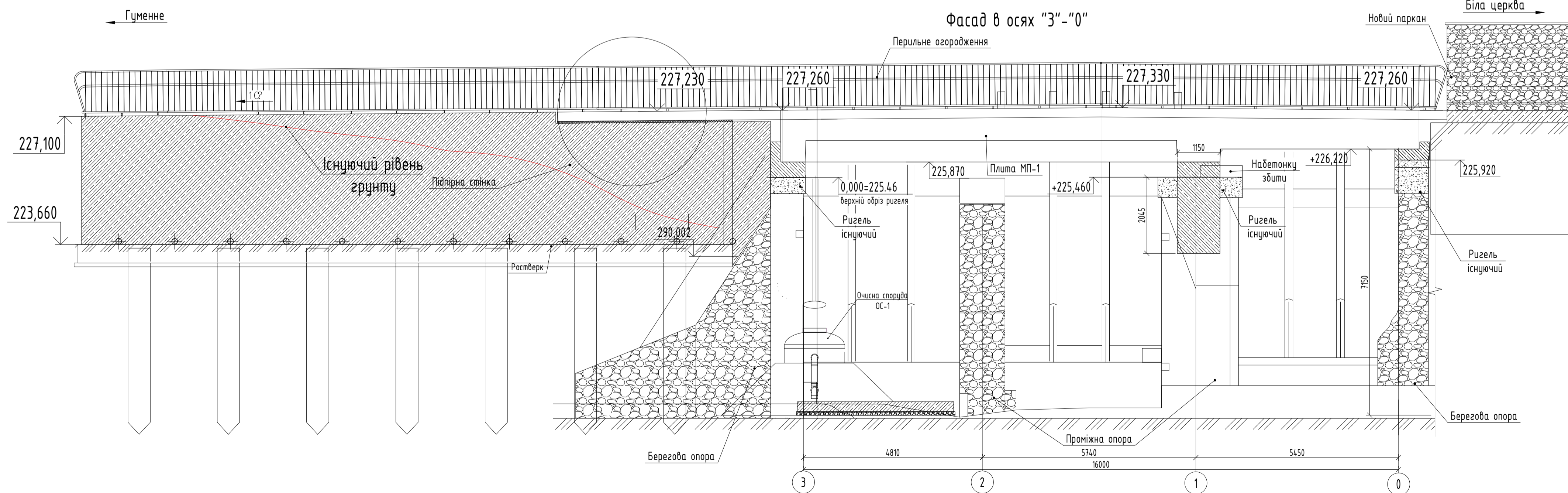
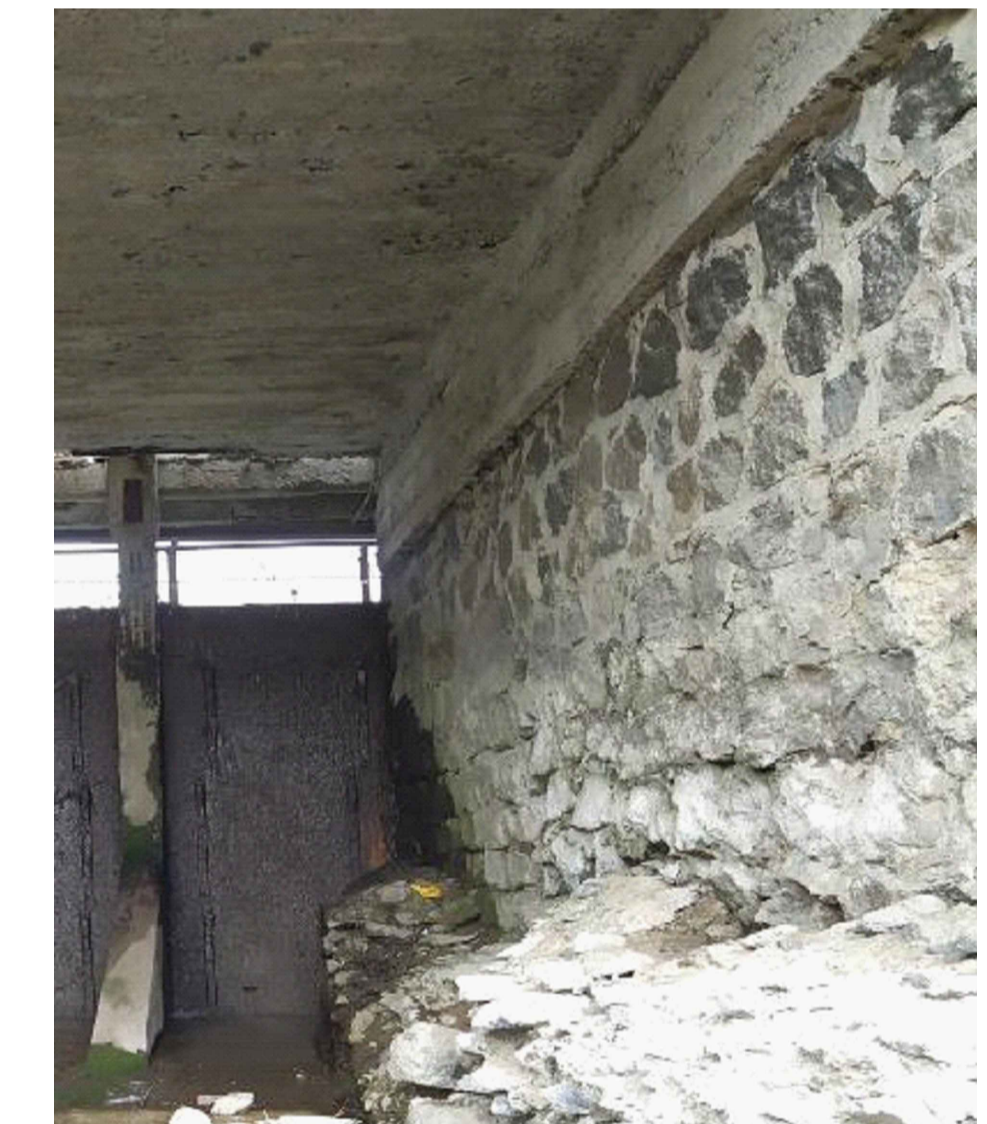
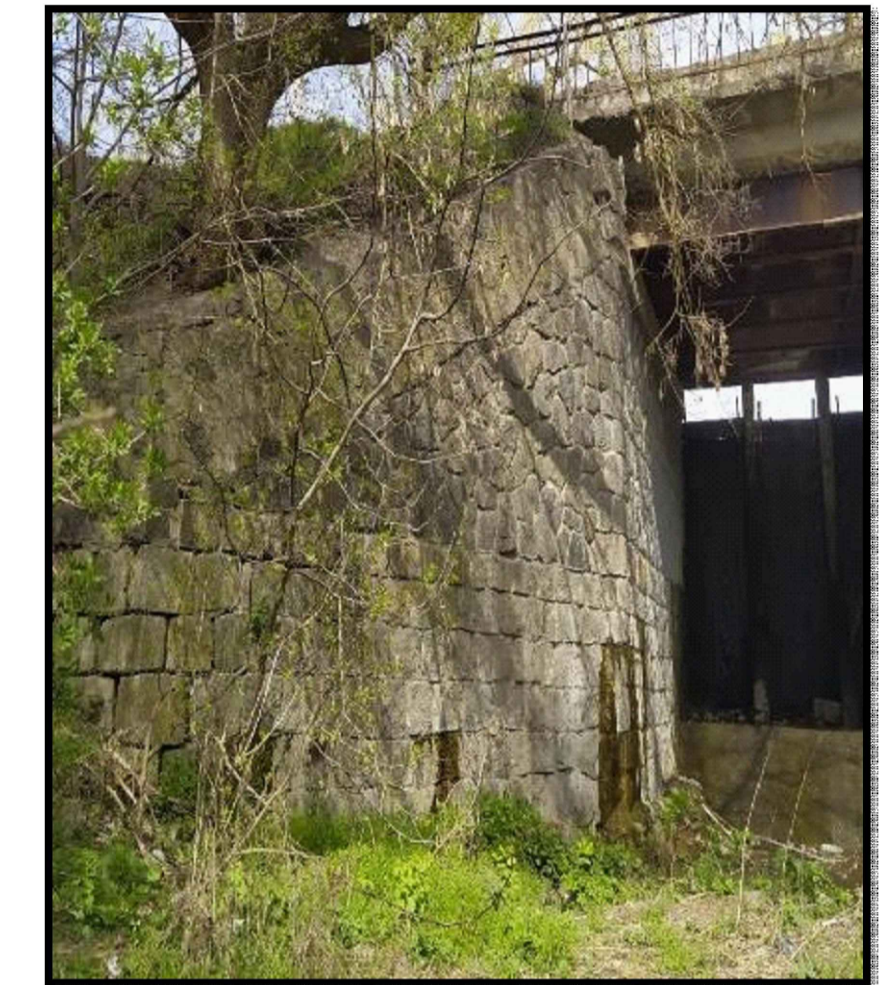
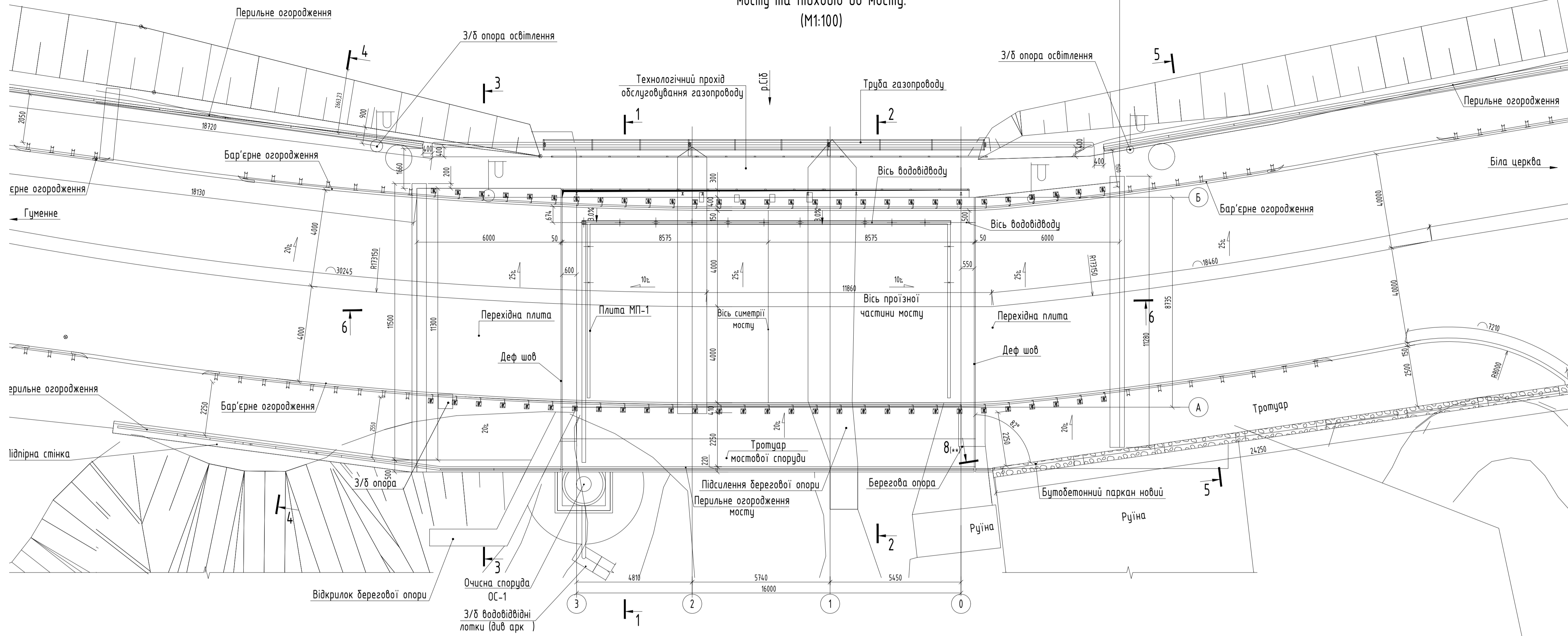
Сколи, вивітрювання розчину осадочні тріщини прогонових плит. Захисне покриття балок відсутнє.

# Концепція реконструкції мосту

- ремонт кам'яних опор, залізобетонних ригелів;
- улаштування нової прогонової будови;
- улаштування монолітних лежневих опор та перехідних плит;
- влаштування укріплення укосів на підходах;
- встановлення конструкцій деформаційних швів, бар'єрної та перильної огорожі

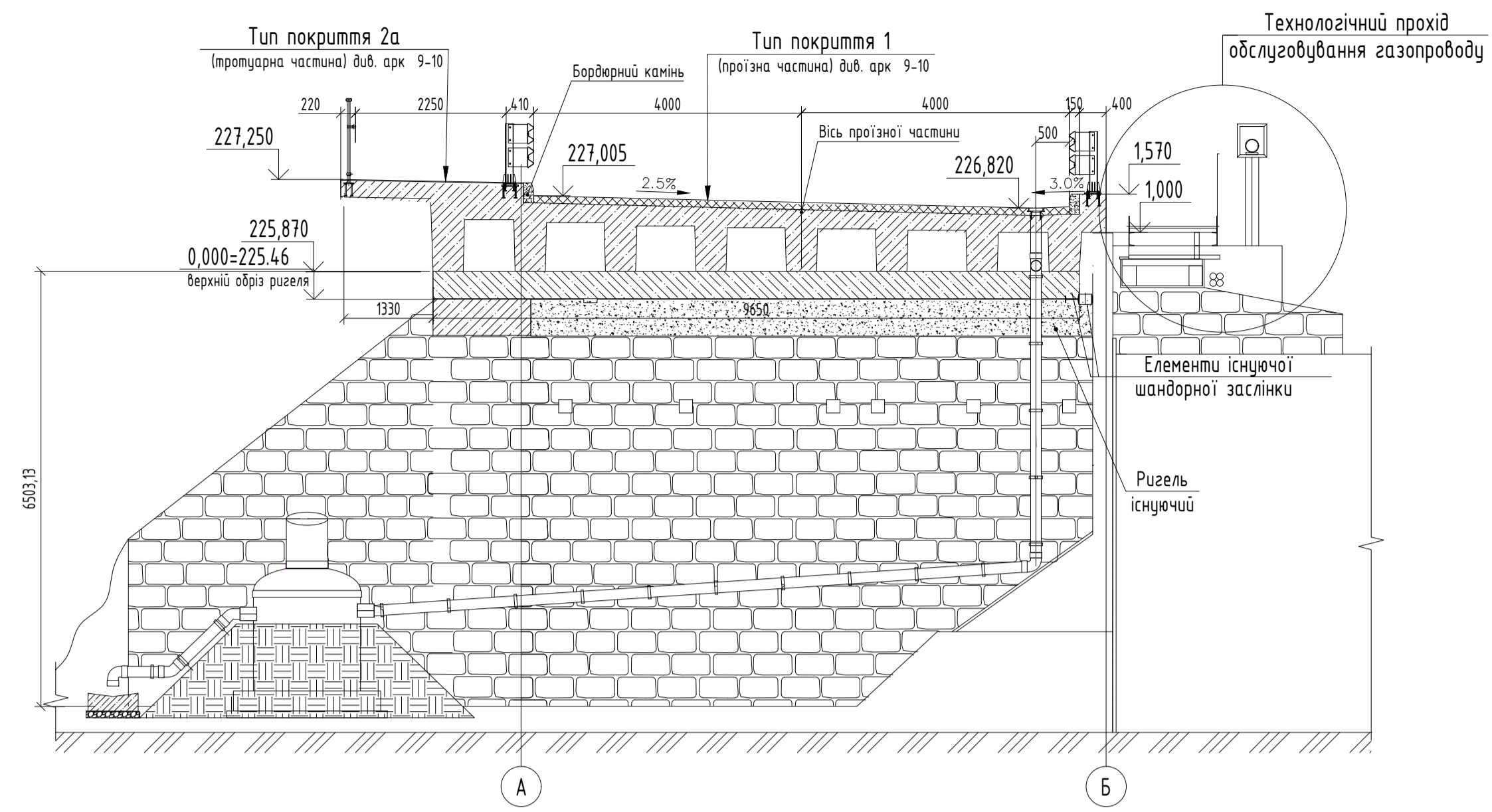


Схема розташування монолітних з/б елементів мосту та підходів до мосту. (М1:100)

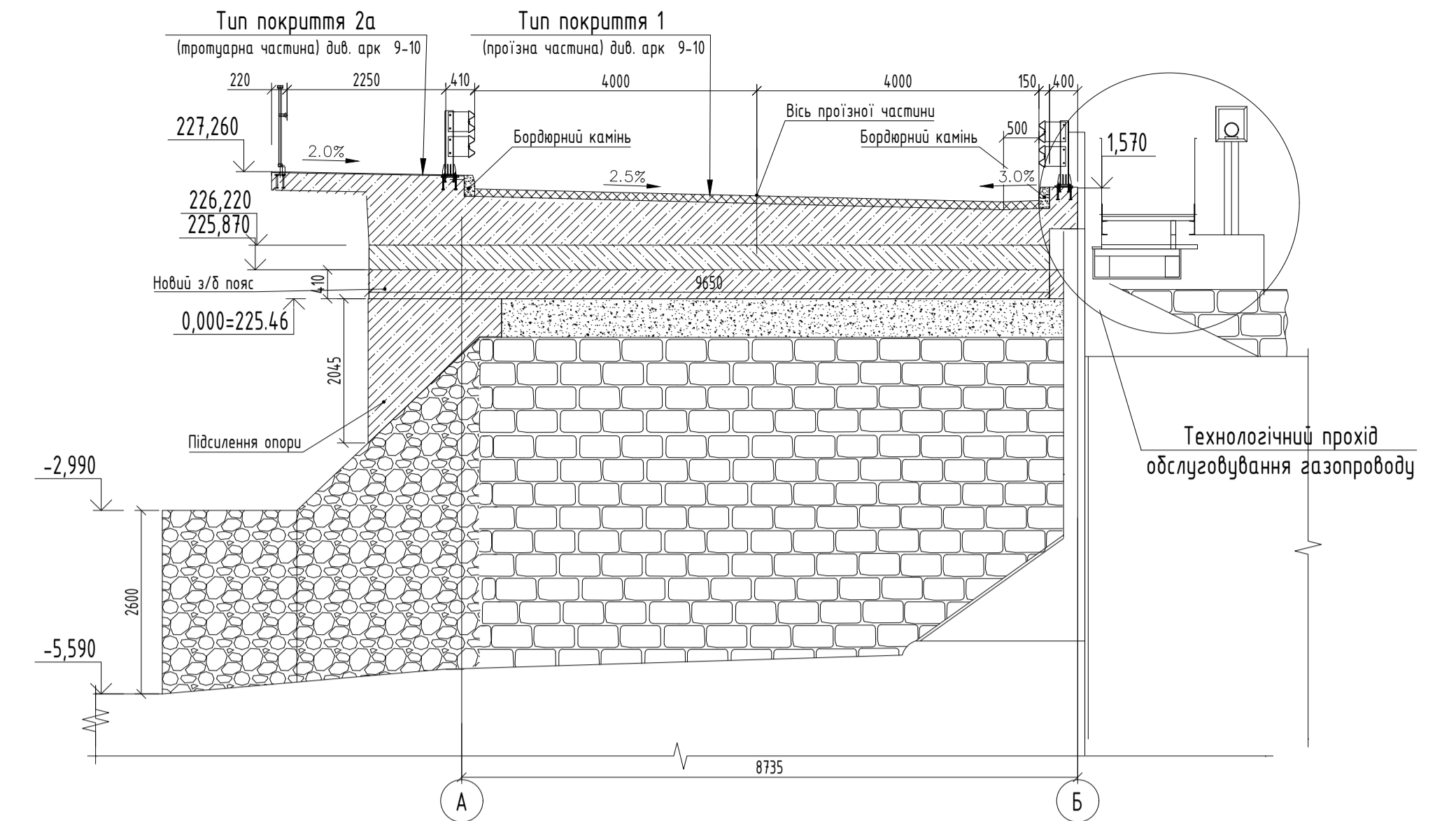


		08-11. 003-	
		1	6
Норм контроль		-21	
Шей ВВ			

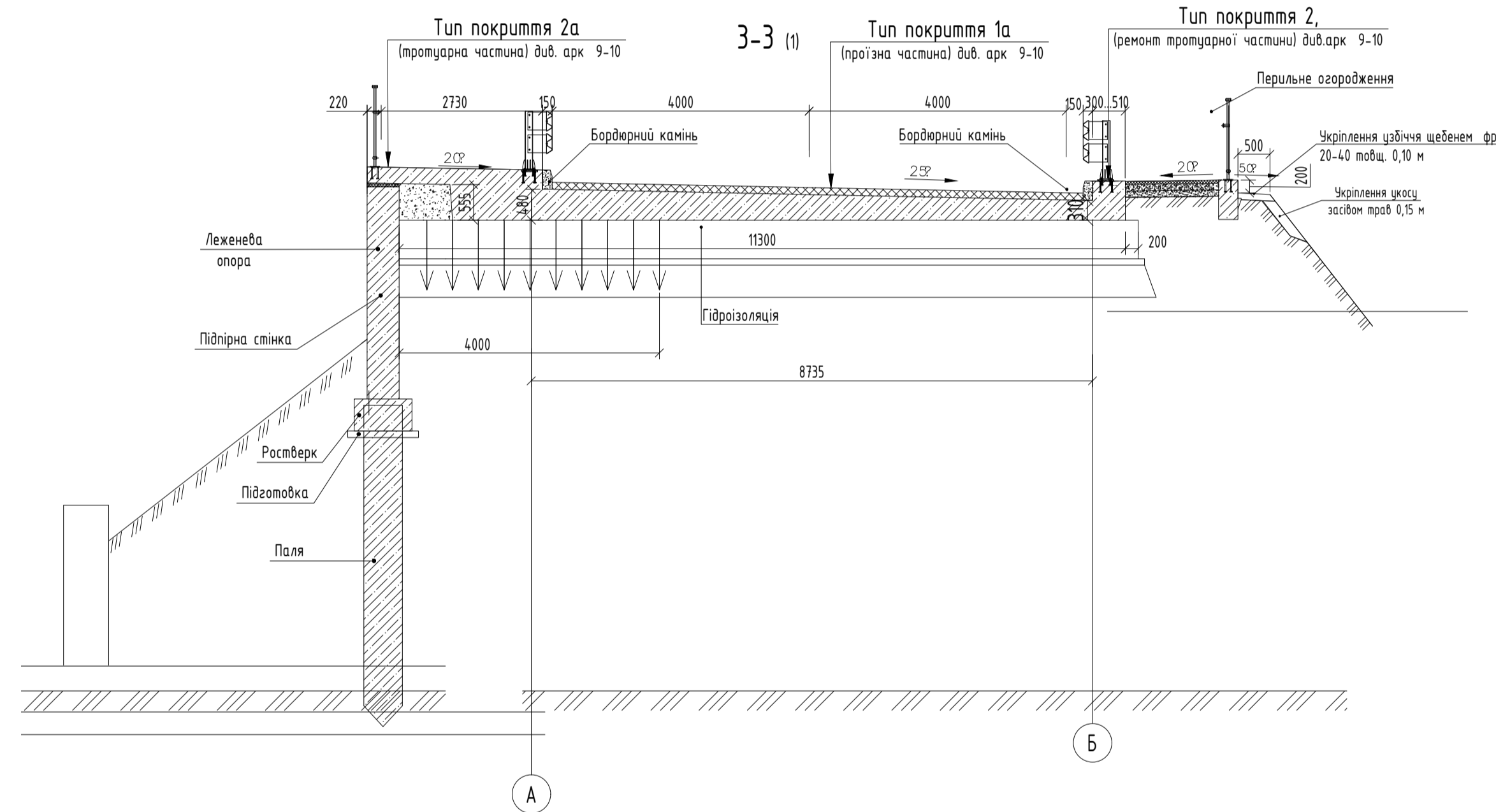
1-1(1)



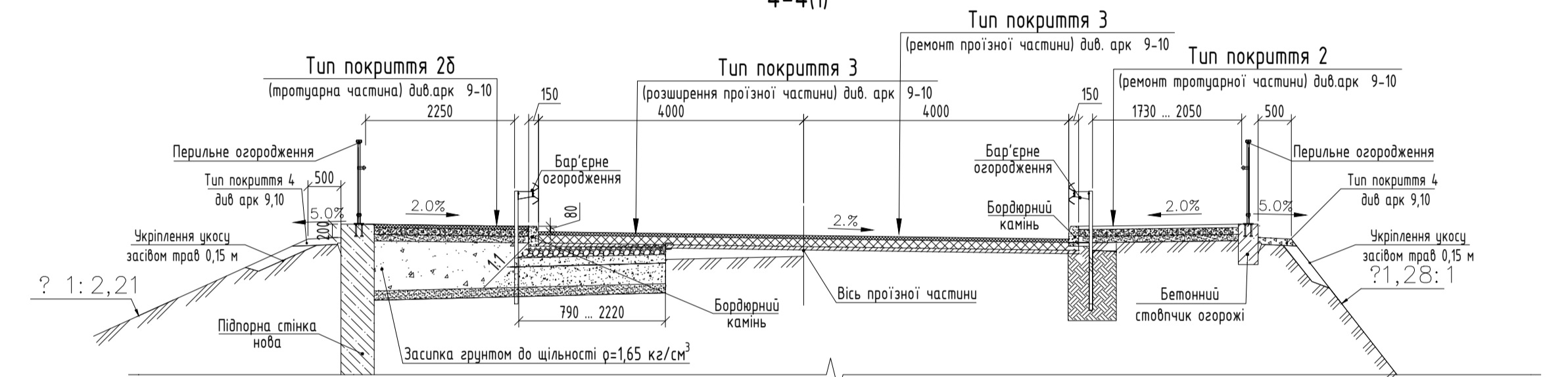
2-2(1)



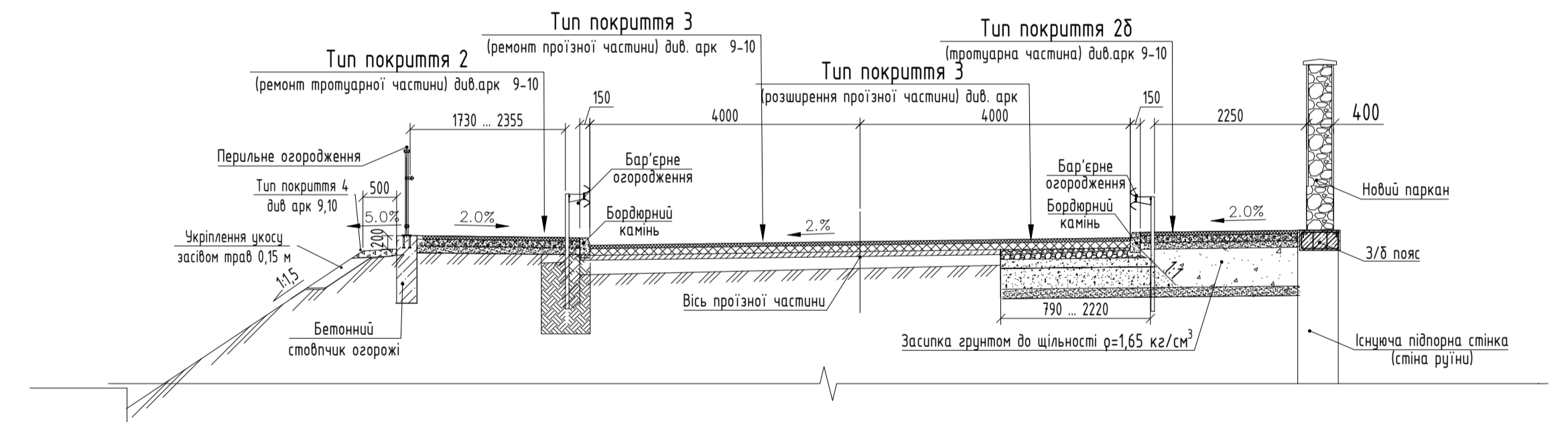
3-3(1)



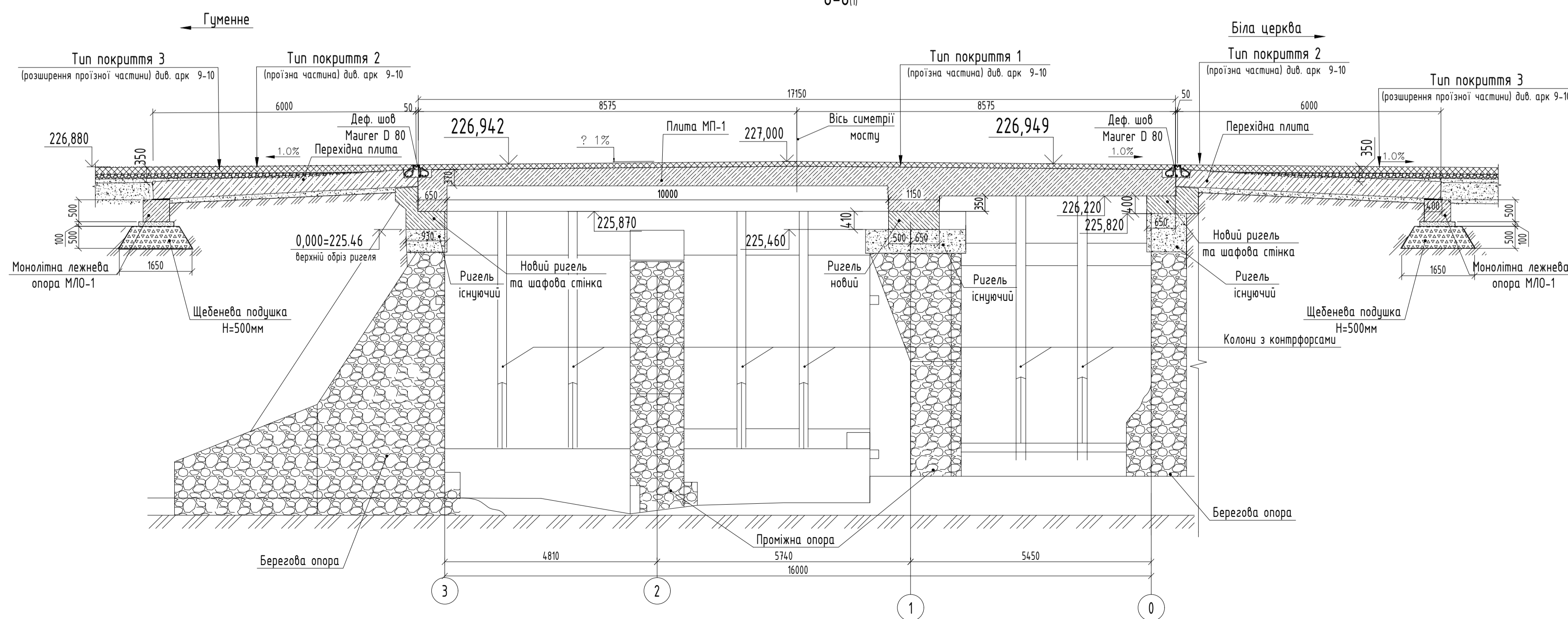
4-4(1)



5-5(1)



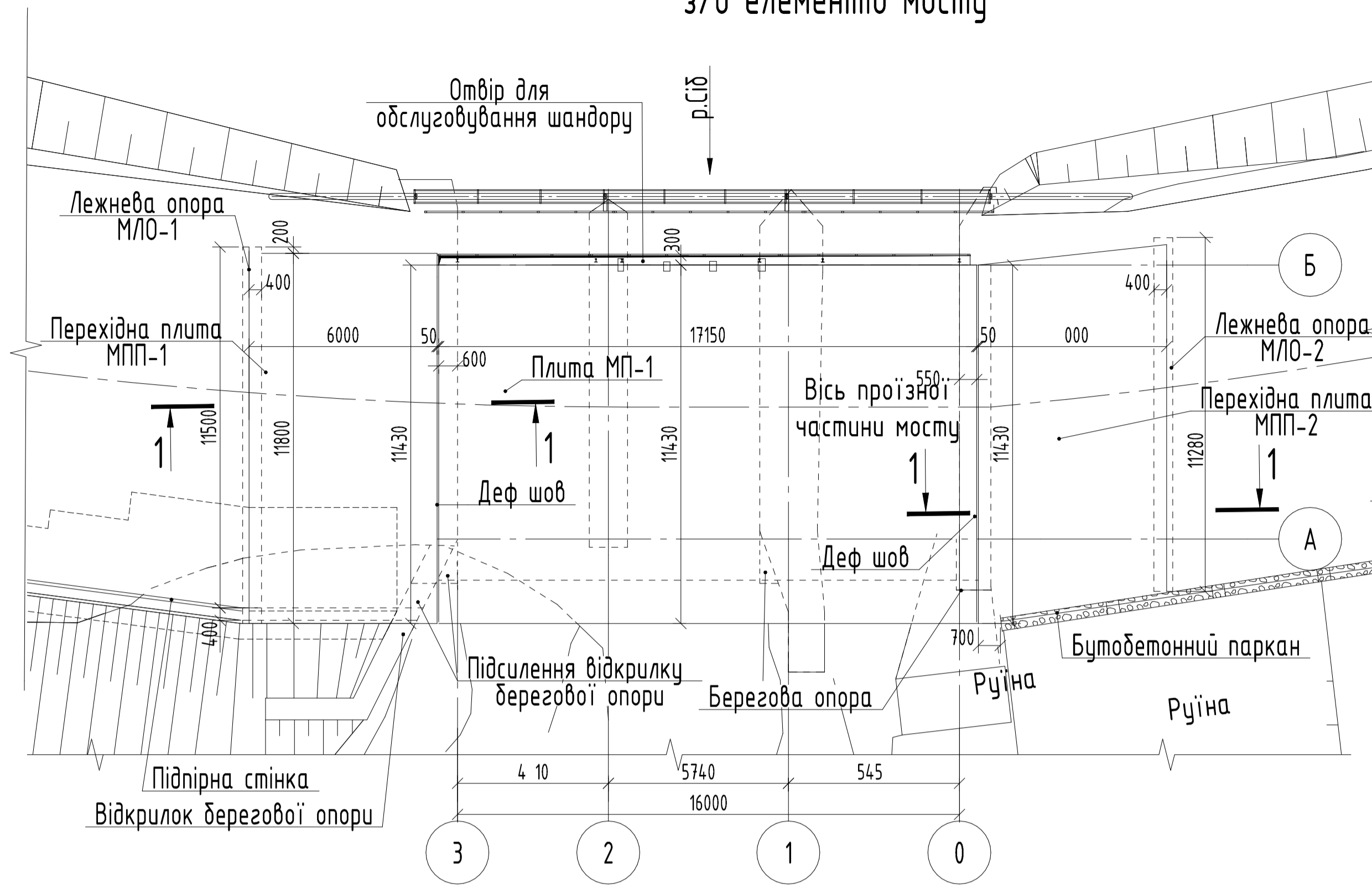
6-6(1)



08-11. 003-

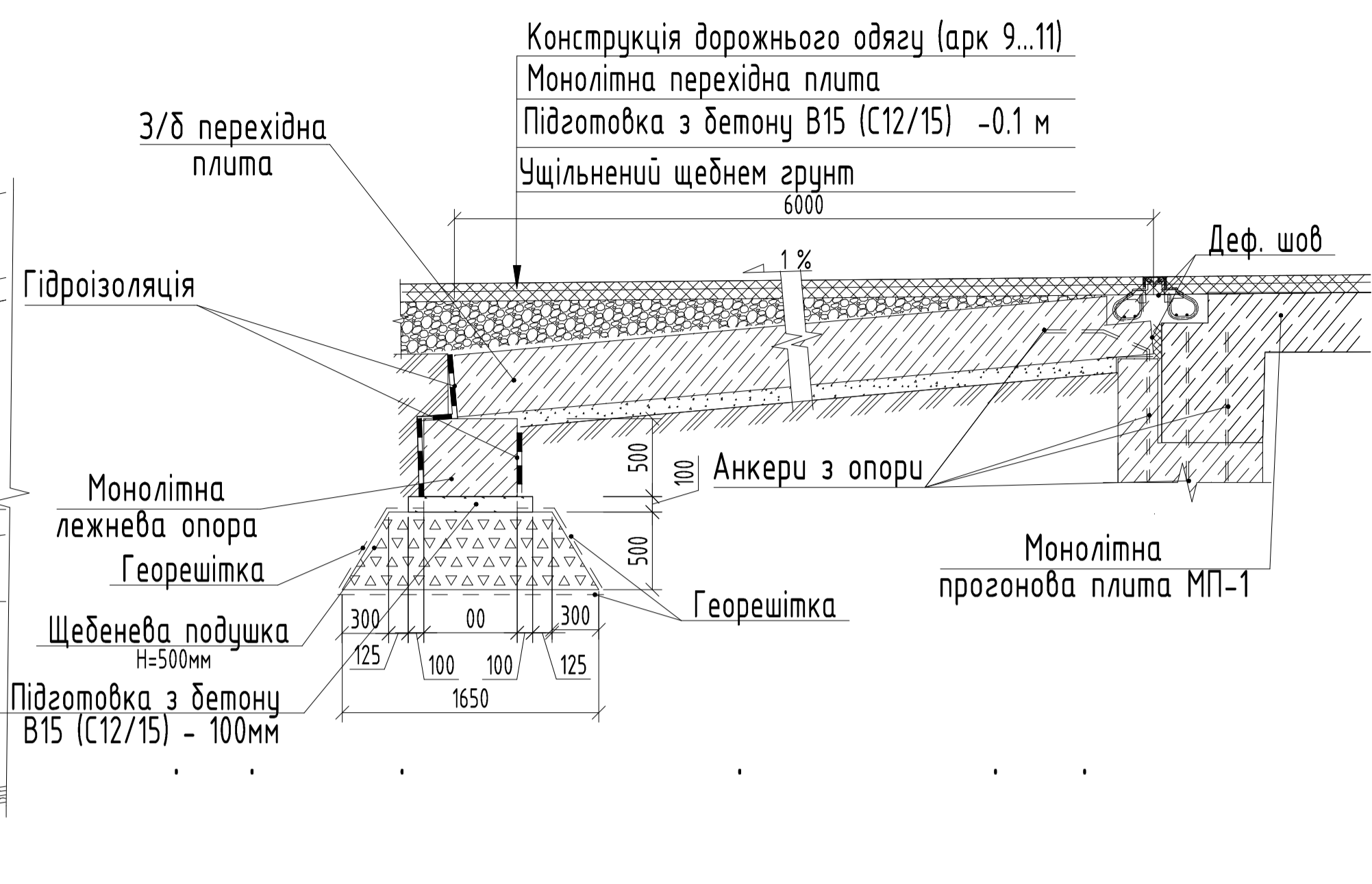
Норм. контроль	Щель ВВ	1-1-2-2-3-3-4-4-5-5-6-6	2	6	-21
----------------	---------	-------------------------	---	---	-----

### Схема розташування монолітних з/б елементів мосту



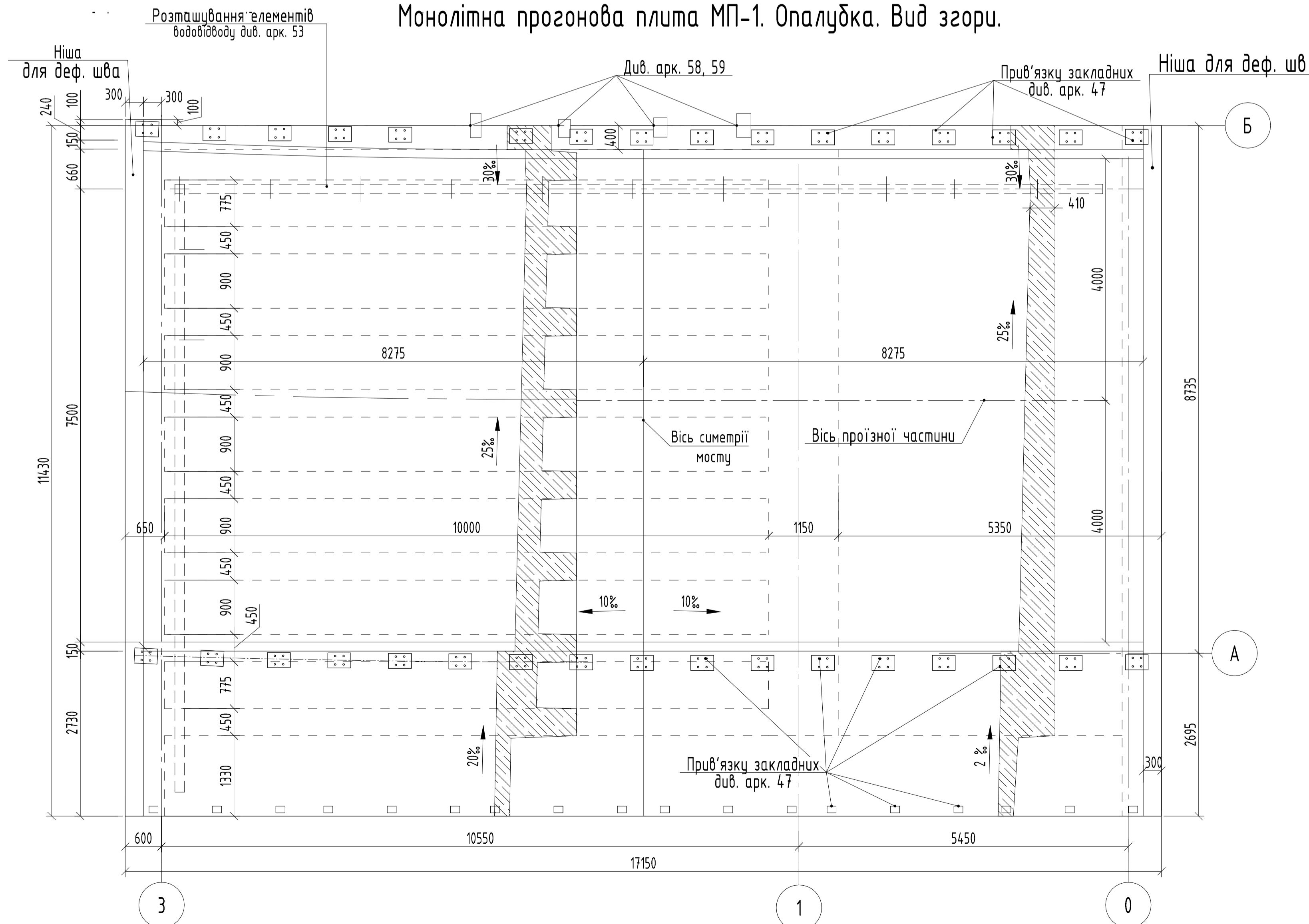
1-1

### Специфікація монолітних з/б елементів мосту та підходів до мосту



Поз.	Найменування	К-ть	Маса од., кг	Примітки
МП-1	Монолітна прогонова плита МП-1	1		
МПП-1	Монолітна перехідна плита МПП-1	1		
МПП-2	Монолітна перехідна плита МПП-2	1		
МЛО-1	Монолітна лежнева опора МЛО-1	1		
МЛО-2	Монолітна лежнева опора МЛО-2	1		
ПС-1	Підпірна стінка	1		
	Паркан	1		
<b>Матеріали:</b>				
	Щебенева подушка: щебінь фрак 20-40, м <sup>3</sup>		20.40	для 2 плит та 2 леж. опор
	Георешітка (комірка 16x16мм, h=50мм), м <sup>2</sup>		83.52	
	Засипка георешітки відсівом, м <sup>3</sup>		1.34	
	Підготовка: бетон В15 (С12/15)		1.08	
	Обмазувальна гідроізоляція, м <sup>2</sup>		344.6	
	Деформаційний шов Маугер D 80, м.п		22.86	

### Монолітна прогонова плита МП-1. Опалубка. Вид згори.

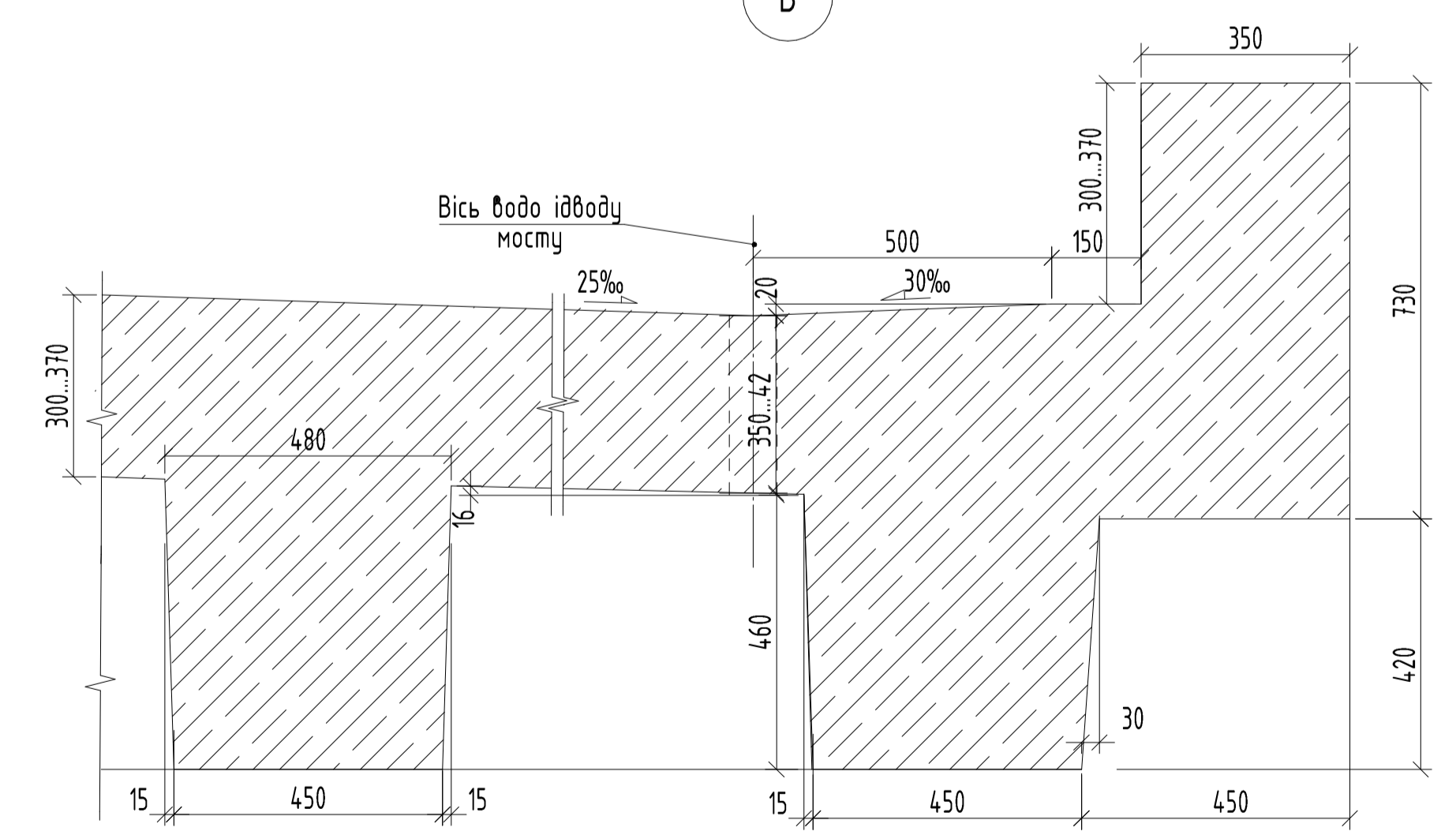


А



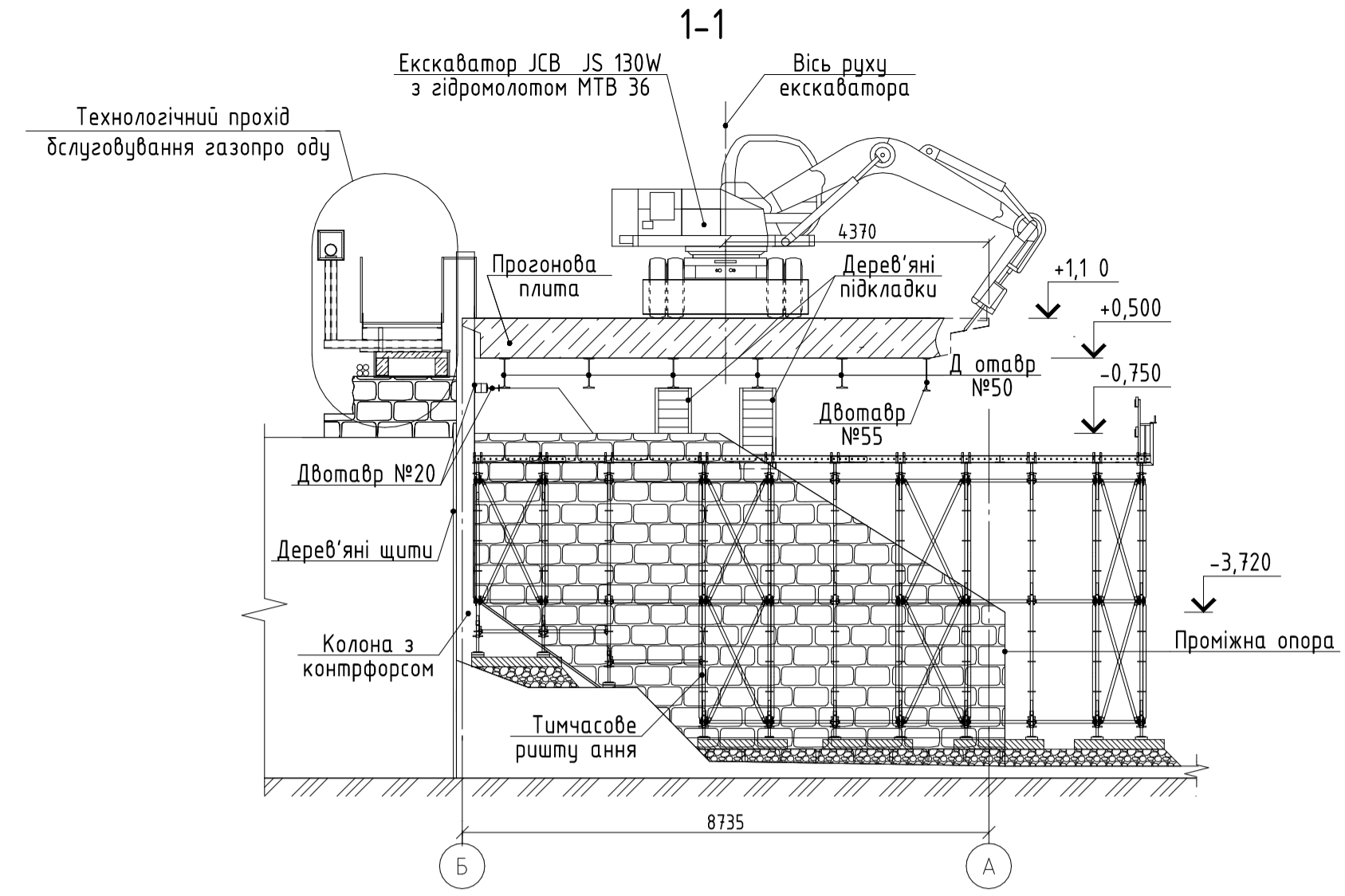
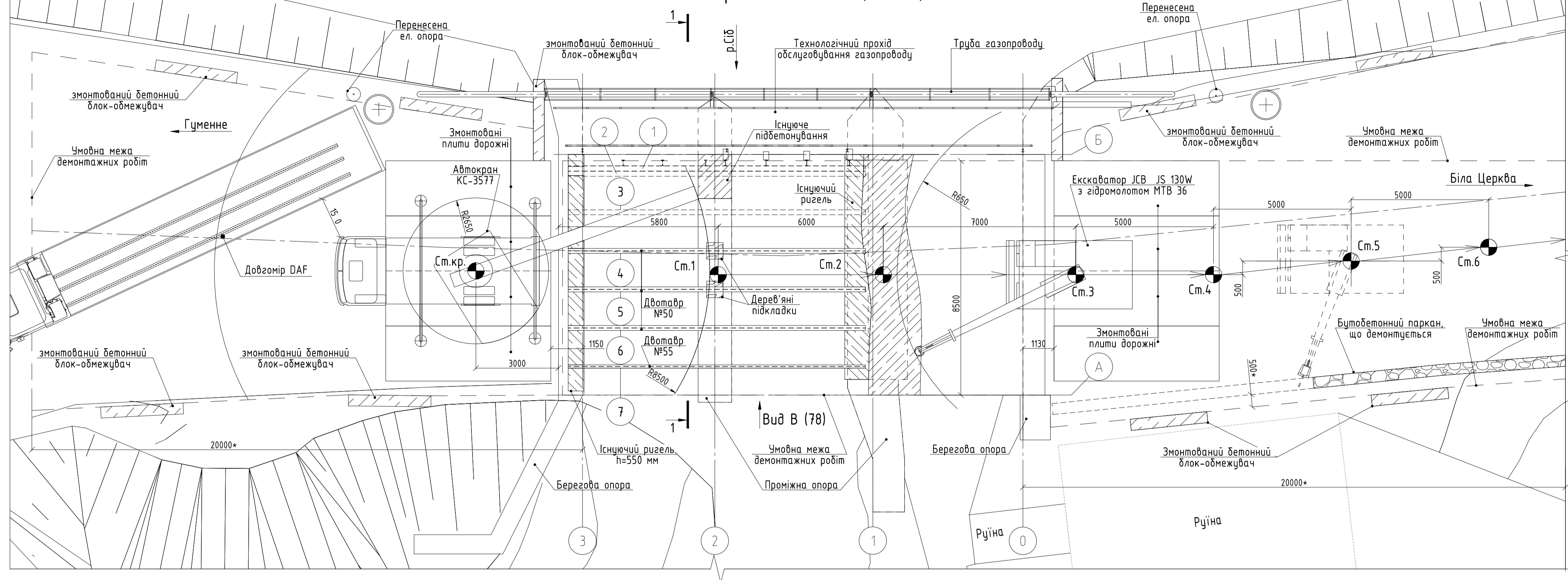
Фінішне захисне покриття 2 шару Sikagard -680 S Betoncolor  
Sikagard -702 W Aquarhob (гідрофобізація)  
Sika MonoTop -723 N (шпаклювання нерівностей)

Б



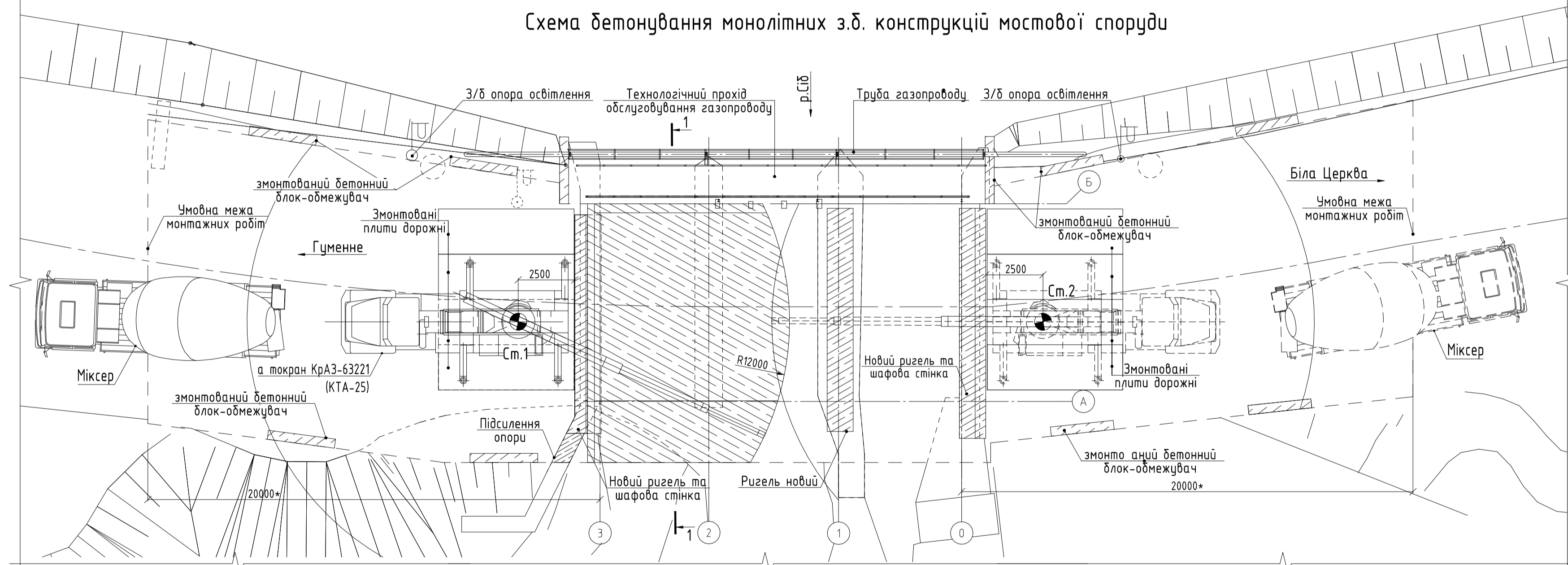
08-11 МКР. 015 - ПОБ					м. Липовець			
Змін.	Кільк.	Архус.	Нвск.	Підпис	Дата	Стадія	Архус.	Архусів
Розробив	Лазар Г.М.					Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні мости	П	3
Перевірив	Палуб В.О.							
Н.контр.	Моквська І.В.							
Керівник	Палуб В.О.							
Рецензент	Палуб В.О.							
Затвердив	Швець В.В.							6
Схема влаштування монолітних з/б елементів, специфікація монолітних з/б елементів мостової споруди, монолітна прогонова плита МП-1							ВНТУ, група Б-21мз	

Схема демонтажу монолітної з.б. прогонової плити, дубобетонного паркану та металевих прогонових балок (М 1:100)

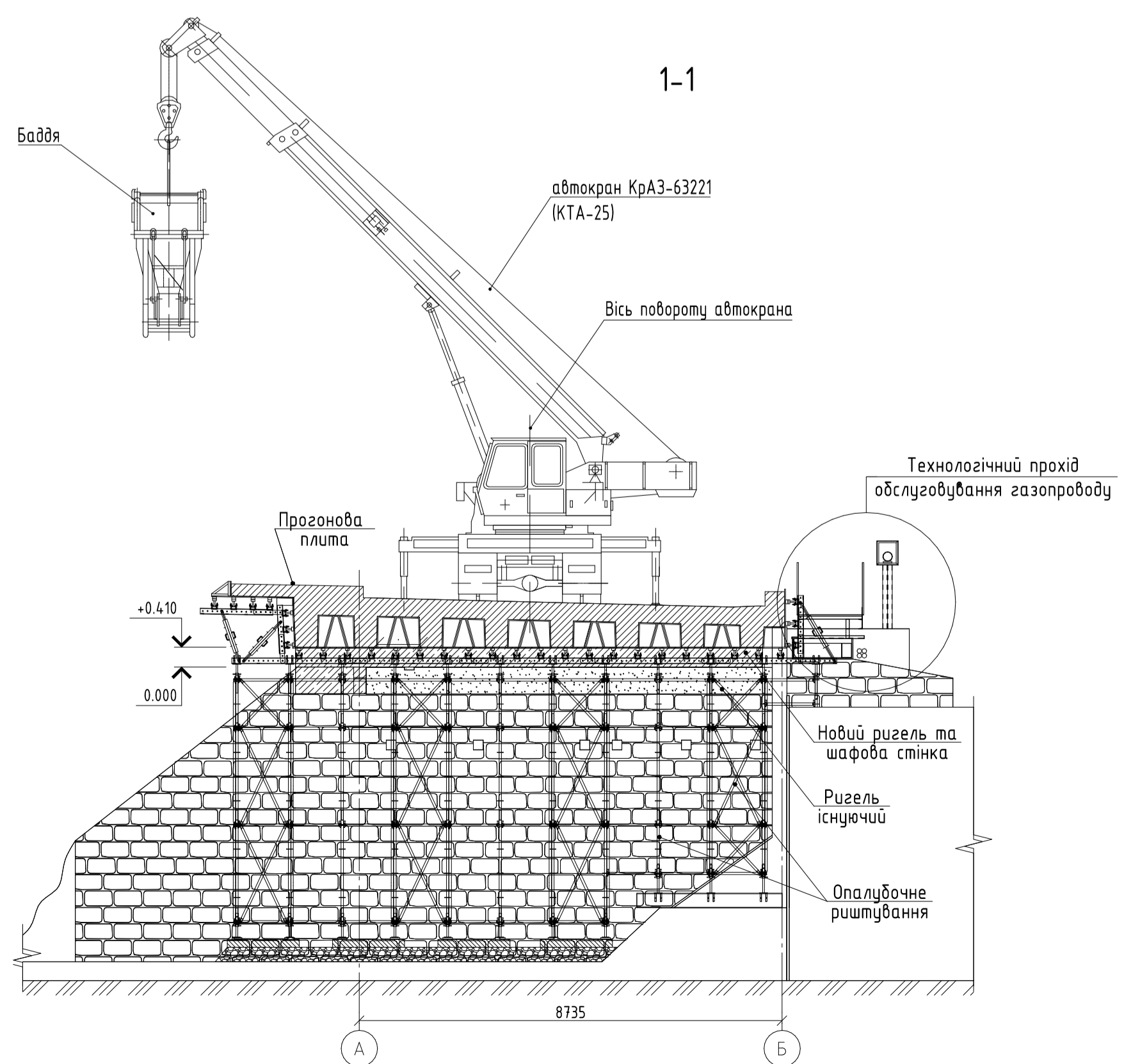


- Умовні позначення:**
- Ст.№ - місце стоянки екскаватора JCB JS 130W з гідромолотом МТВ 36
  - Ст.кр. - місце стоянки автокрана КС -3577 ;
  - - - умовна межа демонтажних робіт;
  - - робочий рух екскаватора JCB JS 130W з гідромолотом МТВ 3 ;
  - ▨ - бетонний блок-обмежувач з огороджувальним щитом;
  - ①.7 - порядок демонтажу конструкції;
  - ▨ - монолітна з.б. прогонова плита, що демонтується;
  - ▨ - існуючі монолітні ригелі та підбетонування;
  - - - демонтовані конструкції;

Схема бетонування монолітних з.б. конструкцій мостової споруди



- Умовні позначення:**
- Ст.№ - місце стоянки автокрана КраЗ-63221 (КТА-25);
  - - - умовна межа монтажних робіт;
  - ▨ - бетонний блок-обмежувач з огороджувальним щитом;
  - ▨ - монолітна з.б. прогонова плита, що монтується;
  - ▨ - змонтовані нові ригелі та шафові стінки;



Вказівки з монтажу монолітних з.б. конструкцій мостової споруди:

- Виконати розчистку території під технологічний майданчик.
- Виконати планування території технологічного майданчика бульдозером.
- Перенести тимчасові обмежувальні бетонні блоки згідно умовних меж монтажних робіт.
- Після демонтажу бетонних елементів мостової споруди, зачистити поверхню тимчасового рихтування та наростити його висоту до необхідної відмітки монтажних монолітних робіт.
- Підсилити опору по осі "3" згідно креслень.
- Влаштувати новий ригель та шафову стінку на опорі по осі "3".
- Підсилити опору по осі "1" згідно креслень.
- Влаштувати новий ригель по осі "1".
- Влаштувати на цій ригель та шафову стінку на опорі по осі "0".
- Влаштувати монолітну прогонову плиту МП-1.
- Демонтувати тимчасові дорожні плити ПАГ-14 (8 шт).
- Влаштувати тимчасову універсальну металеву шпунтову стінку  $S_{заг}=100,7 \text{ м}^2$  з метою запобігання обвалу ґрунту.
- Розробити ґрунт котловану для влаштування монолітної підпірної стінки ( $V=255 \text{ м}^3$ ), попередньо демонтувати існуючі гранітні валуни ( $V \leq 20 \text{ м}^3$ ). Розробку ґрунту виконувати екскаватором JCB JS 130W, що обладнаний ковшем "зворотня лопата" при боковій проходці.
- Виконати бетонування монолітної з.б. підпірної стінки. Монтаж виконати за допомогою автокрана КраЗ-63221 (КТА-25).
- Виконати зворотню засипку трамбованою ЦПС С5 до необхідної запроєктованої відмітки ( $V_{зв. зас.}=211,5 \text{ м}^3$ ). ґрунт зворотньої засипки повинен бути ущільнений до густини не менше  $2,0 \text{ т/м}^3$ .
- Демонтувати тимчасову універсальну металеву шпунтову стінку.
- Влаштувати перехідні плити.
- Виконати ремонт колон гідрозатвору.
- Влаштувати на цій дубобетонний паркан.

Вантажно-підйомні характеристики автокрана КраЗ-63221 (КТА-25)

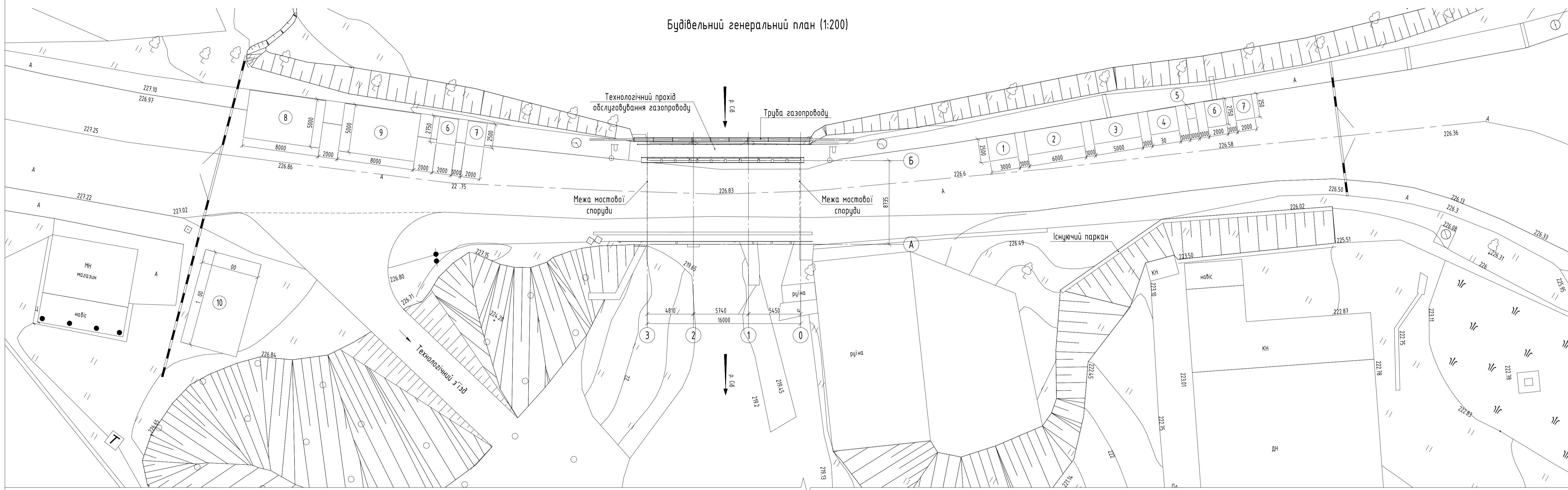
Виліт, м	Довжина стр. 9,7 м	Довжина стр. 15,7 м	Довжина стр. 21,7 м	Довжина стр. 30,7 м
2,5	25,00			
4,5	17,00	10,00		
6,5	8,00	8,00	5,00	
8,5		5,00	5,00	
10		3,80	3,80	1,35
12		2,30	2,30	0,95
14		1,50	1,50	0,50
16			1,00	,4
18			0,50	0,25

Вказівки з демонтажу монолітної з.б. прогонової плити, дубобетонного паркану та металевих прогонових балок:

- Після виконання обов'язкових робіт, що вказані вище, виконати наступні демонтажні роботи:
- Виконати демонтаж монолітної з.б. прогонової плити.
  - Виконати демонтаж монолітних бетонних подушок по осям "1" та "0".
  - Розібрати частково дубобетонну кладку для посилення опор по осям "3" та "1" та для влаштування дерев'яної підкладки по осі "2".
  - Збити набетонку на опорі по осі "2".
  - Виконати демонтаж існуючого дубобетонного паркану.
  - Виконати демонтаж металевих огороджувальних секцій дубобетонного паркану.
  - Виконати демонтаж металевих прогонових балок та з'єднувальних

					08-11. МКР. 015 - ПОБ		
					м. Липовець		
Змін.	Кільк.	Архш.	Ноб.	Підпис	Дата		
Розробив	Лазар Г.М.					Залізобетонні асиметричні автодорожні мости	
Перевірив	Палуб В.О.					Стадія	Архш.
Н.контр.	Маківська І.В.					П	4
Керівник	Палуб В.О.					ВНТУ, група Б-21мз	
Рецензент							
Затвердив	Швець В.В.						

Будівельний генеральний план (1:200)



Експлікація тимчасових приміщень

№ поз.	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>	Прим.
1	Душова з умивальню 2,5x3,0 м	7,50	
2	Побутове приміщення 2,5x6,0 м	15,00	
3	Побутове приміщення 2,5x5,0 м	12,50	
4	Приміщення для сушіння осягу та взуття 2,5x3,0 м	7,50	
5	Біотуалет 1,5x1,0 м	1,50	
6	Матеріально-технічний склад 2,0x2,75 м	5,50	
7	Матеріально-технічний склад 2,0x2,5 м	5,00	
8	Склад для опалубки, рихтування, ремонтних матеріалів 8,0x5,0 м	40,00	
9	Арматурний склад 8,0x5,0 м	40,00	
10	Майданчик для стоянки колісної техніки 10,0x6,0 м	60,00	

Умовні позначення.

- тимчасове приміщення;
- тимчасові ворота;
- тимчасове огороження;
- трава;
- ліс низькорослий;
- дерева;

08-11. МКР. 015 - ПОБ

м. Липовець

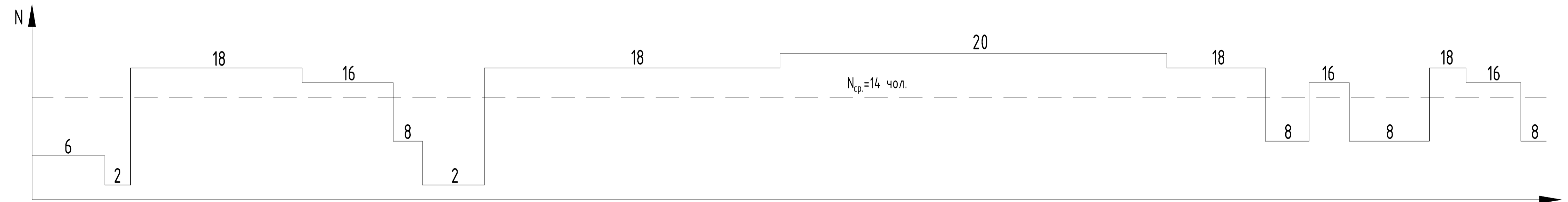
Змін.	Кільк.	Архш.	Нвск.	Підпис	Дата	Залізобетонні асиметричні автодорожні мости	Стадія	Архш.	Архшів			
Розробив	Лазар Г.М.									П	5	6
Перевірив	Палуб В.О.											
Н.контр.	Мажвська І.В.											
Керівник	Палуб В.О.											
Рецензент												
Затвердив	Швець В.В.					ВНТУ, група Б-21мз						

Будівельний генеральний план. Експлікація тимчасових приміщень

Календарний графік

№	Найменування робіт	Затрати праці, люд.-дн./маш.-дн.		Тривалість робіт, дн.	Кількість змін	Склад бригади	Місяці											
		Норм.	Прійм.				1	2	3	4	5	6	7					
0	Спускання води ста у та вилов риби*	-	-	20,0*														
1	Влаштування засобів тимчасового ОДР	17,27	18,00	3,0	1		6x1 3											
2	Демонтаж дорожнього одязу на мосту та на підходах	13,95	18,00	3,0	1		6x1 3											
3	Демонтаж перильного, бордюрного, бар'єрного огородження та огородження гідрозатвору	51,45	48,00	4,0 2,0	1	6 2	6x1 4 2x1 2											
4	Влаштування обмежувальних бетонних блоків та тимчасових дорожніх плит	3,38	3,00	1,5	1	2	2x1 1,5											
5	Влаштування спеціальних допоміжних засобів	193,0	189,00	10,5	1	18	18x1 10,5											
6	Демонтаж з.б. прогонових плит та з.б. подушок	23,18	234,00	13,0	1	18	18x1 13											
7	Демонтаж металевих прогонових балок	199,24	200,00	12,5	1	1	16x1 12,5											
8	Демонтаж дубобетонного паркану та металевих секцій паркану	32,61	32,00	4,0	1	8	8x1 4											
9	Інші демонтажні роботи: демонтаж бетону частини стійок та опорного двотавра гідрозатвору, вибіз сміття та брухту	2,48	3,00	1,5	1	2	2x1 1,5											
10	чищення схилів, перенесення з.б. опор електроосвітлення	14,23	14,00	7,0	1	2	2x1 7											
11	Підсилення опор та влаштування нових монолітних ригелів	157,52	162,00	9,0	1	18	18x1 9											
12	Ремонт та захист поверхонь опор	239,20	243,00	13,5	1	18	18x1 13,5											
13	Влаштування підпірної стінки	323,52	324,00	18,0	1	18	18x1 18											
14	Влаштування монолітної прогонової плити	1068,08	1000,00	53,0	1	20	20x1 53											
15	Захист відкритих поверхонь прогонової плити	89,14	90,00	5,0	1	18	18x1 5											
16	Влаштування лежневих опор та перехідних плит, захист відкритих поверхонь перехідних плит	152,69	153,00	8,5	1	18	18x1 5											
17	Монтаж деформаційних швів	28,57	32,00	4,0	1	8	8x1 4											
18	Ремонт стійок шандора	11,51	16,00	2,0	1	8	8x1 2											
19	Захист поверхонь стійок шандора, ремонт технологічних роликів	91,41	88,00	5,5	1	16	16x1 5,5											
20	Водовідведення та дренаж	40,54	40,00	5,0	1	8	8x1 5											
21	Влаштування дубобетонного паркану	48,48	48,00	6,0	1	8	8x1 6											
22	Влаштування бар'єрного та перильного огородження	96,13	90,00	5,0	1	18	18x1 5											
23	Влаштування дорожнього одязу на мосту та на підходах	122,31	120,00	7,5	1	16	16x1 7,5											
24	Облаштування та обстановка дороги	12,08	12,00	1,5	1	8	8x1 1,5											
25	Ремонт електроосвітлення	1,34	16,00	2,0	1	8	8x1 2											

Графік руху робітників



						08-11. МКР. 015 - ПОБ			
						м. Липовець			
Змін.	Кільк.	Архш.	Нвк.	Підпис	Дата	Залізобетонні асиметричні автодорожні мости	Стадія	Архш.	Архшів
Розробив	Лазар Г.М.						П	6	6
Перевірив	Палюв В.О.								
Н.контр.	Моквська І.В.								
Керівник	Палюв В.О.								
Рецензент						Календарний графік	ВНТУ, група Б-21мз		
Затвердив	Швець В.В.								

# Висновки

1. Розглянуто існуючу мостову споруду через р. Сіб на ділянці віражу дороги Р-17 у м. Липовець Вінницької області.
2. Помилки та компроміси при проектуванні реконструкції у минулому, відсутність належного утримання і, як наслідок, знос основних будівельних конструкції, наявність віражу дороги, а також, збільшення транспортного потоку створили передумови до нагальної реконструкції мосту на сьогоднішній день.
3. Проектом передбачено ремонт локальних ділянок опор з ознаками вивітрювання розчину та тріщинами. Підсилення берегової опори по осі «0», де виявлено значне руйнування бутової кладки, виконати улаштуванням монолітного залізобетонного заповнення порожнин кладки. Для забезпечення зв'язної роботи берегових опор та нової пролітної конструкції передбачено влаштування анкерних випусків із існуючих монолітних ригелів та локальних нарощувань.
4. Для зведення котеджу обрано автокран КС-3577 призначений для механізації монтажних робіт будівництві. Даний кран дає можливість зводити споруди висотою до 4 поверхів і переміщати монтовані елементи масою до 3-5 т. Виліт стріли – до 14 м, максимальний підйом – 22 м.
5. Будівельні майданчики, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби, а також закриті приміщення повинні бути освітлені. Обладнання систем освітлення конструктивно не повинно створювати ризик ураження електрострумом.
6. Виконали розрахунок капітального ремонту через р. Сіб на км 136+900 автомобільної дороги державного значення Р-17 /Біла Церква –Тетіїв – Липовець - Гуменне -/М-12/, Вінницька область . Для цього були складені локальні кошториси за допомогою програми АВК, поточних цін на матеріали.

**ВІДГУК ОПОНЕНТА**  
на магістерську кваліфікаційну роботу

студента Лазар Галини Миколаївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
на тему: Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні мости

Робота магістра Лазар Г. М. присвячена вирішенню важливої науково-практичної задачі – проектуванню залізобетонних двохпролітних асиметричних автодорожніх мостів.

У роботі магістрант описав конструкцію асиметричних мостових споруд на автомобільних дорогах різного призначення, узагальнено відомості про причини асиметрії будови та конструктивні особливості мостів, їх переваги та недоліки у порівнянні із класичними мостовими спорудами. На сьогодні більшість мостових споруд Вінницької області збудовані із залізобетону за балочною конструктивною схемою. Серед них доволі часто зустрічаються конструкції не симетричні в плані, з одnobічним тротуаром, мости з різними повздовжніми прольотами. Це в свою чергу ускладнює процес реконструкції та вимагає сучасних конструктивних схем проектування двохпролітних асиметричних автодорожніх мостів.

В цілому робота складається з вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатків та 13 листів графічної частини. Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Магістром було дотримано графік виконання роботи.

Усі проектні рішення достатньо обґрунтовані, креслення оформлені згідно норм та стандартів.

Робота може бути реалізована в містобудівній практиці.

**В МКР наявні наступні недоліки:**

1. Варто було б провести техніко-економічне порівняння обраного способу реконструкції та іншими сучасними методами реконструкції мостових споруд.

2. В пояснювальній записці, в четвертому розділі, варто було б додати ілюстративний матеріал, що відображає практичні здобутки роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на хорошому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку добре «В».

Магістр Лазар Г. М. заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва.

**Опонент**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри ТЕ



Резидент Н. В.



**ВІДГУК**  
**керівника магістерської кваліфікаційної роботи**

студента (ки) \_\_\_\_\_ Лазар Галини Миколаївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему Залізобетонні двохпролітні асиметричні автодорожні  
мости

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню поведінки під навантаженням залізобетонних автодорожніх мостів з ознаками повздожньої та поперечної геометричної асиметрії. Зміст та наповнення МКР відповідає завданню. Актуальність магістерської роботи обґрунтовується необхідністю зведення нових та реконструкції існуючих автодорожніх мостів на дорогах державного та регіонального значення для забезпечення безупинного функціонування критичної транспортної інфраструктури, особливо, в умовах воєнного стану.

В науковій частині роботи проведено ґрунтовний науковий узагальнюючий аналіз нормативних та фахових джерел за напрямком будівництва та експлуатації типових автодорожніх мостів, окреслено місце асиметричних мостів у загальній класифікації цих споруд, описано можливі причини появи асиметрії та негативні наслідки від асиметрії на загальну роботу мостів під навантаженням. Виконано скінчено-елементне моделювання напружено-деформованого стану асиметричної двохпролітної споруди на прикладі реального мосту, збудованого у смт. Липовець Вінницької області. Виявлені найбільш напружені ділянки споруди та відповідні рішення з їх армування. У конструкторській частині МКР запропонований спосіб улаштування асиметричного мосту реалізовано у вигляді проектної документації на зведення реальної асиметричної мостової споруди. Обчислено економічні показники пропонуваніх конструктивних рішень асиметричних мостів, які доводять доцільність проведених досліджень.

Наукові дослідження та інженерно-технічне впровадження виконувалися магістранткою самостійно на доброму рівні. Магістрантка, в основному, володіє матеріалом із моделювання та конструювання асиметричних мостів з монолітного залізобетону, достатньо ерудована, вміє збирати та узагальнювати науковий матеріал. Результати магістерської роботи опубліковані у одній науковій праці та апробовані на LIІ науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету.

Дослідження, виконані автором за напрямком розробки раціональних конструктивних рішень автодорожніх мостів з повздожньою та поперечною геометричною асиметрією в рамках МКР, виконувалися вчасно, у відповідності до затвердженого календарного плану. Рівень підготовки магістрантки відповідає вимогам освітньої програми за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія. Магістрантка заслуговує оцінки «В» (86 балів) та присвоєння ступеня магістра будівництва.

**Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи**

Доц. каф. БМГА, к.т.н

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

  
(підпис)

Попов В.О.

(ініціали, прізвище)