

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))

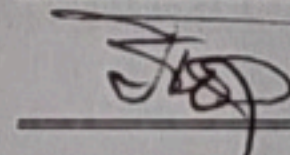
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

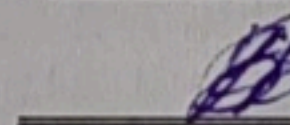
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІБРОБЕТОНУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОДОРОЖНИХ СПОРУД

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1Б-22м

спеціальності 192 – «Будівництво
та цивільна інженерія»

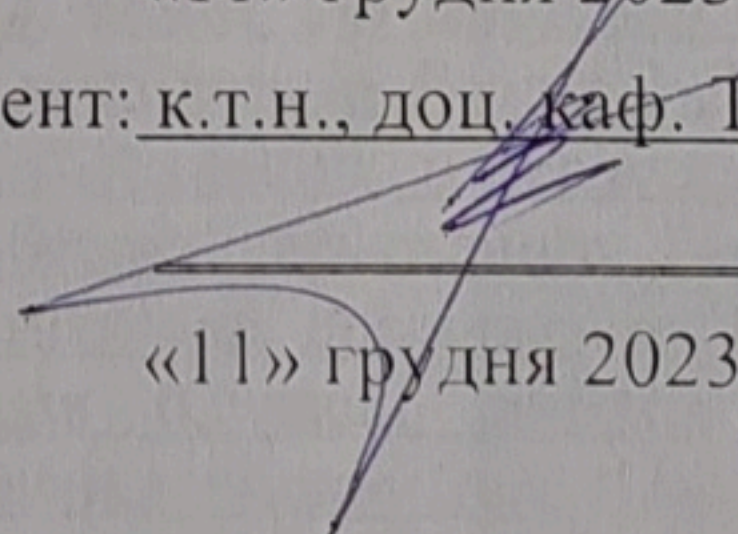
 Пересенчук О.П.

Керівник: к.т.н., доц. каф. БМГА

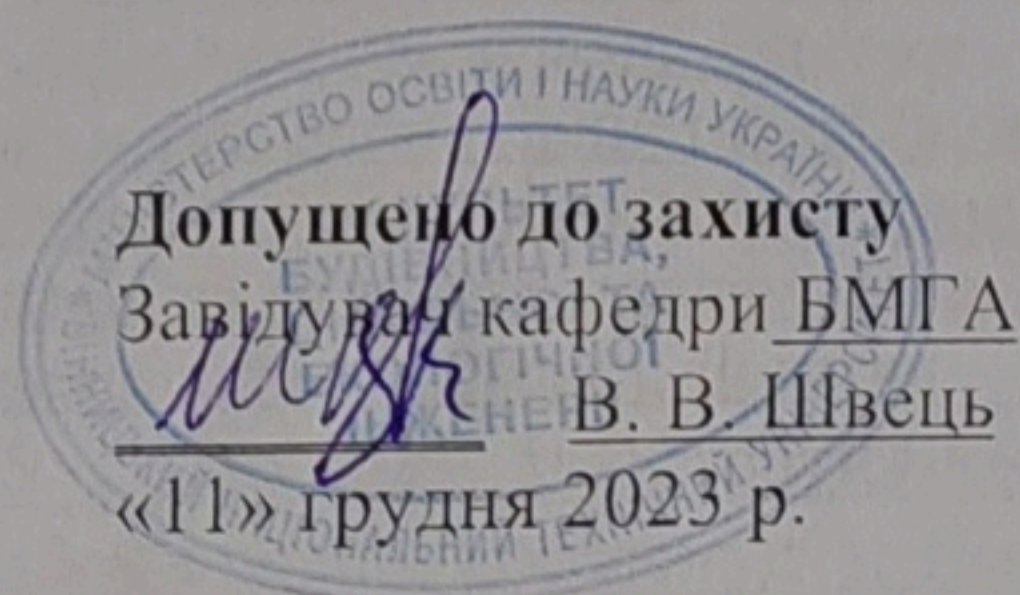
 Ковальський В.П.

«11» грудня 2023 р.

Опонент: к.т.н., доц. каф. ТЕ

 Степанов Д.В.

«11» грудня 2023 р.



Вінницький національний технічний університет

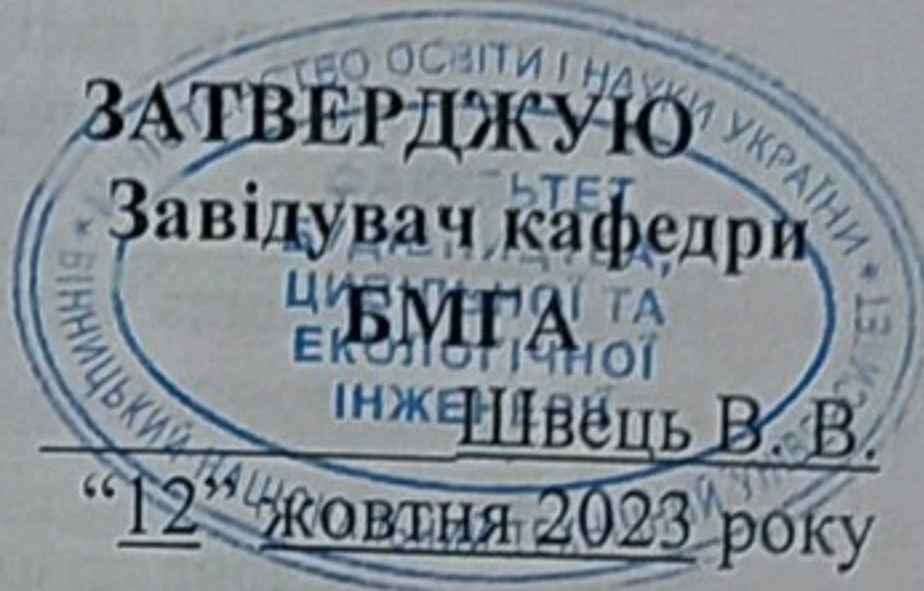
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво



ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пересенчуку Олександр Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІБРОБЕТОНУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОДОРОЖНИХ СПОРУД

керівник роботи

Ковальський В. П., к.т.н., доцент

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

затвердені наказом вищого навчального закладу від "18" вересня 2023 року №247.

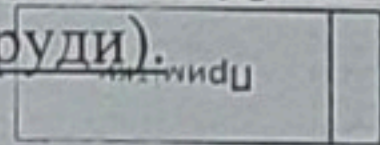
2. Строк подання магістрантом роботи 01.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Фрагмент ситуаційного плану, карта місцевості, нормативна література

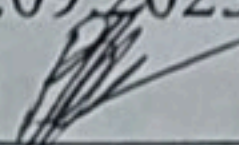
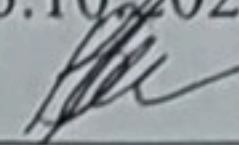
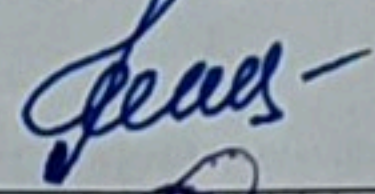
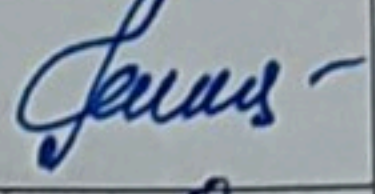
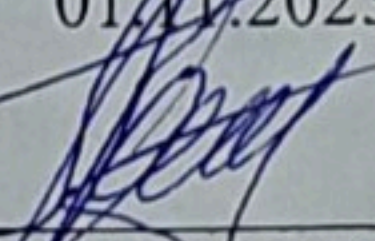
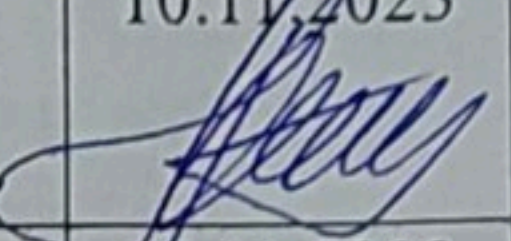
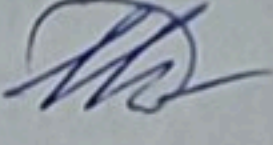
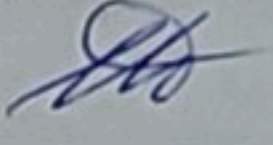
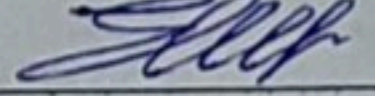
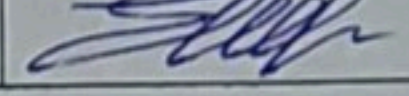
4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація). Розділ 1 Аналіз сучасного стану технології фібробетонів (Аналіз стану використання армованих бетонів в сучасному автодорожньому будівництві. Фібробетон як ефективний будівельний матеріал, сировина, технологія виготовлення, види. Типи фібри, яку доцільно використовувати у бетонах для транспортних споруд. Висновки за розділом 1). Розділ 2 Дослідження впливу базальтового волокна на властивості бетону (Сировинні матеріали. Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей бетону, армованого базальтовою фіброю. Висновки за розділом 2). Розділ 3 Експериментальне дослідження впливу добавок на регулювання властивостей базальтофібробетонів (Сучасні добавки до фібробетонів. Сировинні матеріали. Експериментальне дослідження впливу пластифікуючих добавок на міцність дрібнозернистих фібробетонів. Висновки за розділом 3). Розділ 4 Технічна частина (Архітектурно-будівельні рішення. Організаційно-технологічні рішення). Розділ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Розділ 6 Економічна частина. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік ілюстративно-графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Науково-дослідний розділ – 5 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Архітектурно-будівельні рішення – 4 арк. (архітектурно-будівельні рішення автодорожньої споруди).



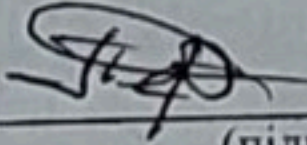
6. Консультанти розділів роботи

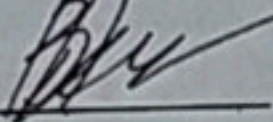
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ, науковий розділ 1-3	Ковальський В. П., к.т.н., доцент кафедри БМГА	02.09.2023 	16.10.2023 
Розділ 4. Технічна частина. Архітектурно-будівельні рішення	Смоляк В. В., к.арх., доцент кафедри БМГА	16.10.2023 	31.10.2023 
Розділ 4. Технічна частина. Організаційно-технологічні рішення	Христич О. В., к.т.н., доцент кафедри БМГА	01.11.2023 	10.11.2023 
Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І. М., к.пед.н., доц. каф. БЖДПБ	11.11.2023 	17.11.2023 
Розділ 6. Економічна частина	Лялюк О. Г., к.т.н., доцент кафедри БМГА	18.11.2023 	24.11.2023 

7. Дата видачі завдання 12.10.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	11.10-16.10.23	викон.
2	Науково-дослідна частина	02.09-13.10.23	викон.
3	Архітектурно-будівельні рішення	16.10-31.10.23	викон.
4	Організаційно-технологічні рішення	01.11-10.11.23	викон.
5	Охорона праці та цивільний захист	11.11-17.11.23	викон.
6	Економічна частина	18.11-24.11.23	викон.
7	Оформлення МКР	25.11-28.11.23	викон.
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	29.11-30.11.23	викон.
9	Попередній захист	01.12-03.12.23	викон.
10	Опонування	04.12-12.12.23	викон.
11	Захист МКР	13.12-21.12.23	

Студент  Пересенчук О. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Ковальський В. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 625.7:691

Пересенчук О. П., Використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2023. 76 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 35 назв; рис.:6; табл. 8.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена вивченню можливостей та переваг використання технології фібробетону в процесі реконструкції автодорожніх споруд. Досліджено характеристики цього інноваційного матеріалу та підвищення його придатності для якості та довговічності експлуатації дорожніх інфраструктурних об'єктів.

У роботі звернута увага на оптимальні параметри використання фібробетону в реконструкційних проектах, а також вивчено вплив даної технології на міцність і стійкість споруд. Розглянуті аспекти ефективності використання фібробетону, включаючи швидкість виконання робіт та зменшення витрат на реконструкцію.

Отримані результати дослідження можуть бути використані для впровадження новаторських підходів у реконструкцію дорожніх споруд, сприяючи підвищенню ефективності та стійкості інфраструктурних об'єктів та відповідності сучасним стандартам у галузі дорожнього будівництва.

Також наведені архітектурно-будівельні, технологічно-організаційні рішення реконструкції ділянки автодороги з мостовою спорудою, рішення з охорони праці, можливий економічний ефект при впровадженні технології фібробазальтобетону.

Ключові слова: фібробетон, базальтова фібра, реконструкція дорожніх споруд, інноваційні будівельні матеріали, технологічні параметри, міцність та стійкість конструкції, зменшення витрат, якість дорожнього покриття, прискорений темп реконструкції.

ANNOTATION

Peresenchuk O. P., Use of fiber concrete technology in the reconstruction of road structures. Master's thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2023. 76 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 35 titles; Fig.: 6; table 8.

The master's thesis is devoted to the study of the possibilities and advantages of using fiber concrete technology in the process of reconstruction of road structures. The characteristics of this innovative material and the improvement of its suitability for the quality and durability of operation of road infrastructure facilities were studied.

The work draws attention to the optimal parameters of the use of fiber concrete in reconstruction projects, as well as the impact of this technology on the strength and stability of buildings is studied. Aspects of the efficiency of using fiber concrete are considered, including the speed of work and the reduction of reconstruction costs.

The obtained research results can be used to implement innovative approaches in the reconstruction of road structures, contributing to the improvement of the efficiency and stability of infrastructure facilities and compliance with modern standards in the field of road construction.

Architectural and construction, technological and organizational solutions for the reconstruction of the section of the highway with a bridge structure, solutions for labor protection, and the possible economic effect of the introduction of fiber basalt concrete technology are also given.

Key words: fiber concrete, basalt fiber, reconstruction of road structures, innovative building materials, technological parameters, strength and stability of the structure, cost reduction, quality of road surface, accelerated pace of reconstruction.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ ФІБРОБЕТОНІВ В АВТОДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ	7
1.1 Використання фіброармованих бетонів в сучасному автодорожньому будівництві	7
1.2 Особливості використання фібри в цементобетонних сумішах	11
1.3 Типи фібри, яку доцільно використовувати у бетонах для транспортних споруд	12
Висновки за розділом 1	17
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ	18
2.1 Склад фібробетону, матеріали, методи дослідження	18
2.2 Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей бетону, армованого базальтовою фіброю	21
Висновки до розділу 2	22
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НА РЕГУЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАЗАЛЬТОФІБРОБЕТОНІВ	23
3.1 Перспективи використання фібробетону для дорожнього будівництва	23
3.2 Результати експериментальних досліджень впливу пластифікуючих добавок на міцність дрібнозернистих фібробетонів	25
Висновки за розділом 3	26
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	28
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	28
4.1.1 Опис мостової споруди після реконструкції	28
4.1.2 Кліматичні впливи	29
4.1.3 Навантаження	30
4.1.4 Опори та опорні частини	31
4.1.5 Прогонова будова	33

	3
4.1.6 Підходи	36
4.1.7 Антикоровійний захист конструкцій	38
4.2 Організаційно-технологічні рішення	39
4.2.1 Технологія ремонту і підсилення залізобетонних конструкцій	39
4.2.2 Технологічні вимоги	42
4.2.3 Порядок виконання робіт	43
4.2.4 Контроль якості матеріалів, конструкцій і виробів. Контроль якості вихідних матеріалів	45
4.2.5 Контроль якості робіт	45
4.2.6 Техніка безпеки та охорона праці	47
4.2.7 ТЕП	50
Висновки за розділом 4	51
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
5.1 Технічні рішення з безпечної організації будівельно-монтажних робіт	54
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	54
5.1.2 Електробезпека	58
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	59
5.2.1 Мікроклімат	59
5.2.2 Склад повітря робочої зони	59
5.2.3 Виробниче освітлення	60
5.2.4 Виробничий шум	61
5.2.5 Виробничі вібрації	62
5.2.6 Психофізіологічні фактори	62
Висновок за розділом 5	63
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	64
Висновки за розділом 6	73
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

	4
ДОДАТКИ	78
ДОДАТОК А – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	79
ДОДАТОК Б – Відомість графічної частини	80

ВСТУП

Актуальність роботи. За останні роки на дорогах України зросла кількість великовагового транспорту. Але покриття, побудовані давно і за старими стандартами, не витримують капітального ремонту. Це призводить до передчасного руйнування дорожньої конструкції, чому також сприяють негативні погодні фактори. Таким чином, існує важлива потреба в проектуванні та будівництві довговічних доріг, які мають високу міцність, відповідну шорсткість або гладкість, а також мають більший інтервал часу між ремонтами.

Одним із перспективних напрямів забезпечення надійної і довговічної роботи конструкцій автодорожніх споруд, які постійно піддаються змінним атмосферним впливам і значним експлуатаційним навантаженням, є використання в них фібробетону, а саме дисперсного і спрямованого армування базальтовими матеріалами. Застосування базальтових волокон покращує довговічність і механічні властивості бетонних і асфальтобетонних сумішей за рахунок дисперсного армування. Із підвищенням вартості металу, зросла вартість і сталеві арматури та фібри, тому доцільно розглянути використання базальтової фібри як часткового чи повного заміника сталевим волокнам у складі фібробетонів для дорожніх споруд [1].

Метою роботи є отримання складів дорожніх базальтофібрбетонів з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Задачі:

- вивчити типи фібри, яку доцільно використовувати у бетонах для транспортних споруд;
- провести дослідження впливу базальтового волокна на структуру бетонного композиту;
- визначить роль добавок у регулюванні властивостей базальтофібрбетонів.

Об'єкт роботи: фібробетони для транспортних споруд із використанням базальтової фібри.

Предмет роботи: реологічні, фізико-механічні та експлуатаційні властивості базальтофібробетону.

Інноваційність роботи визначається результатами теоретично-експериментальних досліджень базальтофібробетону, що дозволили визначити оптимальне співвідношення між собою відсотку дисперсного армування і довжини фібр на міцність та експлуатаційну довговічність.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботі, опублікованій у співавторстві, автору належать такі: [1] – вивчено досвід використання фібробетону як перспективної технології в реконструкції автодорожніх споруд, зокрема базальтофібробетону.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тезу конференції. Виступ на Міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», який відбувся 21-23 листопада 2023 року.

Публікації [1]:

1. Пересенчук О. П., Бондар А. В., Ковальський В. П. Використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд. *Енергоефективність в галузях економіки України-2023* : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. Вінниця, 2023. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19534/16176> (дата звернення: 25.11.2023).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ ФІБРОБЕТОНІВ В АВТОДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

1.1 Використання фіброармованих бетонів в сучасному автодорожньому будівництві

В даний час при облаштуванні дорожніх покриттів застосовується широкий спектр технологічних прийомів. При цьому конструкція та переріз дорожнього одягу мають масу варіантів, тоді як матеріалом для дорожнього одягу виступають, як правило, асфальто- та цементобетон.

Основні переваги дорожнього одягу з цементобетону полягають у тому, що при приблизно однаковій будівельній вартості вони забезпечують значно більший термін служби порівняно з нежорстким дорожнім одягом (в середньому в 2-3 рази і більше). Таким чином, жорсткий дорожній одяг вимагає значно менших витрат на ремонт і експлуатацію, забезпечуючи при цьому, більш високий рівень логістичного та транспортно-експлуатаційного стану покриття протягом усього терміну служби автомобільних доріг.

Багаторічний досвід експлуатації цементобетонних покриттів на найбільших автомагістралях країни, а також аналіз закордонного досвіду дозволяють об'єктивно оцінити недоліки покриттів даного типу, головними з яких є руйнування поперечних швів та утворення великої кількості тріщин, що обумовлено невисокою міцністю бетону при згинанні.

Одним з перспективних способів підвищення характеристик міцності бетону є дисперсне армування. Для цього в даний час використовують широкий спектр армуючих компонентів. При цьому ефективність дисперсного армування бетону та будівельних розчинів безпосередньо залежить від правильного вибору виду волокон, відповідно до функціонального призначення армованого матеріалу.

Бетонне покриття витримує кілька типів циклічних транспортних навантажень, що протидіють напрузі, яка виникає в результаті коливань температури та вологості і внаслідок систематичного замерзання і розморожування води в порах бетону в осінньо-зимовий період.

Фібробетон – інноваційний будівельний матеріал, особливістю якого є вміст у складі спеціальних армуючих волокон. Ці волокна можуть бути виготовлені зі сталі, бетон такого складу називають сталеві фібробетоном, така суміш активно використовується, але через високу витрату фібр на кубометр бетону доводиться уникати його застосування. Поліпропіленова фібра також використовується у складі фібробетону, якому необхідно отримати підвищену еластичність, тріщиностійкість та міцність. Ці два види фібробетону набирають великої популярності через свою невисоку вартість у порівнянні з базальтовим фібробетоном, який, у свою чергу, використовується в будівництві через високу об'ємну міцність і при цьому сам базальт легше вводиться в бетонну суміш. Також важливо відзначити склофібробетон, вартість якого дуже висока, тому що скловолокно, що використовується в його складі, має високу ціну. При цьому цей матеріал дає можливість архітекторам втілити будь-який задум, оскільки введене скловолокно надає бетону гнучкість та опірність розтягуванню [2].

Властивості таких бетонів в першу чергу залежать від фібр, що використовуються в складі бетонної суміші. Проте сама структура фібробетону однакова. Розрізняються лише технологічні показники і ціна залежно від виду використовуваних фібр.

Технологія виготовлення фібробетону кардинально залежить від обраного складу та правильного поєднання вихідних матеріалів. Вкрай важливо забезпечити рівномірне розподіл волокон у бетонній суміші, а також дотриматися правильної орієнтації в бетонній матриці. Через складність забезпечення всіх необхідних вимог та подорожчання матеріалу, проектувальники не завжди вважають за доречне його застосування. Але, незважаючи на ці проблеми, фібробетон вже зараз знайшов своє застосування у виготовленні плит проїжджої частини або у

використанні його як гідроізоляції, при влаштуванні вирівнюючого шару з фібробетону.

Варто відзначити, що на підставі результатів аналізу розвитку та вдосконалення бетонів і конструкцій, що виконуються з них, фібробетон можна виділити, як один з перспективних будівельних матеріалів 21 ст.

Також важливою є можливість застосування фібробетонних конструкцій в умовах низьких температур, через їх підвищену морозостійкість. Через особливості складу (залучення фібр) в такому бетоні присутні порожнини для повітря, а значить такі суміші по довговічності не поступатимуться і бетону з повітровтягуючими добавками.

Насамперед важливо акцентувати увагу на можливості використання таких бетонів у сейсмонебезпечних районах будівництва. Завдяки наявності фібри у складі конструкції, вона краще сприймає вплив динамічних навантажень, а це є дуже важливою характеристикою для сейсмонебезпечних районів. При цьому не можна забувати, що армування фіброю не лише підвищує показники бетонної суміші, а й знижує витрати на його виробництво, трудомісткість тощо. Проте собівартість такого бетону дуже висока, але при цьому не можна забувати, що ця ціна компенсується тривалим терміном служби та підвищеними показниками одержуваних конструкцій [3].

Світові дослідження і практичний досвід застосування розподіленого армованого бетону показав, що використання фібр має наступні ефекти:

- покращення міцності, тріщиностійкості, ударостійкості та стійкості до стирання бетону та статичної міцності під впливом різних навантажень;
- підвищення експлуатаційної надійності конструкцій у складних умовах;
- зменшення робочого перерізу конструкції.

У деяких випадках можна зменшити витрати або повністю відмовитися від використання стержневої арматури. Аналіз технічної літератури дозволив визначити ефективність використання різних типів фібр в якості дисперсного

армування та встановити деякі закономірності, які вважаються загальноприйнятими:

- властивості фібробетону визначаються типом волокон і бетону, їх кількісним співвідношенням і значною мірою залежать від умов контакту на межі розділу фаз;

- міцнісні властивості композитного матеріалу в порівнянні з вихідним бетоном значно покращуються. Для того, щоб значно поліпшити міцнісні властивості композиту в порівнянні з вихідним бетоном і підтримувати досягнуті рівні протягом тривалого часу, необхідно використовувати високотехнологічні волокна, які є хімічно стійкими до матриці і мають більш високий модуль пружності, ніж матриця;

- тип, відносна довжина і відносна частка волокон в суміші визначаються типом, відносною довжиною і відносною часткою волокон в бетоні. Відхилення нижче або вище оптимальних значень цих параметрів знижує ефективність дисперсного армування;

- фібра додається з оптимальними параметрами армування. При оптимальних параметрах армування додавання фібри може допомогти поліпшити структуру і властивості вихідного бетону, а також підвищити його стабільність і довговічність.

Армований фібробетон має багато переваг:

- витрати на будівництво знижуються, коли замість арматурної сітки або арматурного каркасу для армування використовуються волокна;

- витрата бетону з волокнами значно нижча;

- на відміну від інших видів бетону, фібробетон не втрачає своїх технічних властивостей в кінці терміну служби, оскільки волокна роблять матеріал в'язким;

- волокна можуть використовуватися як в щільних бетонах, так і в конструкціях з пористих бетонів [4].

Єдиним недоліком є вища вартість фібробетону порівняно зі звичайним бетоном, що компенсується його довговічністю і зносостійкістю.

1.2 Особливості використання фібри в цементобетонних сумішах

Сучасне дорожнє будівництво безпосередньо пов'язане з такими завданнями, як підвищення ефективності будівельного виробництва, зниження вартості та трудомісткості технологічних процесів, економне використання матеріальних та енергетичних ресурсів, застосування нових матеріалів.

Одним з найбільш перспективних конструкційних матеріалів є дисперсноармований бетон. Цей вид бетону є різновидом великорозмірного композитного матеріалу, який сьогодні все ширше використовується в різних галузях промисловості. Розподілене армування виконується волокнами, рівномірно розподіленими по всьому об'єму бетонної матриці [2].

Одним із найефективніших методів покращення механічних властивостей бетону, що використовується в будівництві та відновлення автомобільних доріг, полягає в тому, щоб зміцнити його фіброю, яка діє як зміцнюючий компонент на мікрорівень. Отриманий фібробетон (FRC) бетон має підвищену міцність на руйнування, ударну стійкість, висока стійкість до стирання та інші переваги.

До волокон, які використовуються у армованому бетоні, належать різні металеві та неметалічні волокна. Неметалеві волокна зазвичай включають скло, поліамід, азбест і базальт або поєднання різних типів волокон (таких як метал і полімер, метал та базальту тощо).

Використання спеціальних дисперсних армуючих волокон набуває все більшого поширення, частково або повністю замінюючи звичайне армування. Зазвичай це бетон з додаванням дисперсних волокон. Крім звичайних компонентів і волокон, до бетону додають пластифікатори для поліпшення його властивостей обробки. На відміну від стандартного армування конструкцій (арматурної сітки), металеві волокна в бетоні рівномірно розподілені по об'єму [2].

Перше масштабне практичне застосування фібробетону в Україні відноситься до 1976 року, коли він використовувався при будівництві злітно-посадкових смуг. Однак у той час матеріал не отримав широкого поширення в нашій країні через дефекти в технології виробництва фібробетону і самих фібр [3].

1.3 Типи фібри, яку доцільно використовувати у бетонах для транспортних споруд

Дисперсна фібра в останні роки все частіше використовується як армуючий матеріал. Для її виробництва використовуються різні матеріали, включаючи метали, базальт, поліпропілен і скло. У всьому світі розвиток дисперсної арматури як альтернативи стрижневому армуванню відбувався поступово. І спочатку вони розглядалися як доповнення до традиційних [4-6].

Загалом, фібробетон – це композитний матеріал, що складається з цементної матриці (щільної або пористої, з заповнювачами або без них) і рівномірного або специфічного розподілу переривчастих волокон різного походження, орієнтованих або хаотично розташованих по її об'єму.

В даний час для розподіленого армування бетону використовуються металеві (переважно сталеві) і неметалеві (наприклад, мінеральні, полімерні) високомодульні і низькомодульні волокна різної довжини і поперечного перерізу. Сталеві фібри виробляються шляхом різання низьковуглецевого дроту, фольги і сталевих листів, формування їх з розплавів, фрезерування і точіння смуг і листів. Неметалеві волокна (наприклад, скляні, базальтові, синтетичні) – це сегменти, що складаються з окремих волокон, композитних ниток і фібрильованих плівок, і їх виробництво може переважно включати використання промислових відходів суміжних галузей [3].

На заміну сталевій фібрі у технології дорожніх бетонів найчастіше використовують поліпропіленову та базальтову фібри.

Поліпропіленові волокна вважаються найпоширенішим армуючим компонентом у будівельних сумішах. Його популярність пояснюється доступною ціною та достатніми експлуатаційними характеристиками. Цементні розчини, що містять цю добавку, використовуються у виробництві пінобетону, пінобетонних блоків, дорожніх бордюрів і панелей для парканів.

При додаванні поліпропіленових волокон до бетону отримують фібробетон (рис. 1.1), який диспергують і армують поліпропіленовими волокнами. При

використанні таких волокон поліпропіленові волокна однакової довжини і перерізу мають міцність на розрив в чотири-п'ять разів нижчу, ніж сталеві, скляні або базальтові волокна, оскільки вони хімічно інертні до продуктів гідратації цементу і, відповідно, між поверхнею волокна і бетонною матрицею немає хімічного зв'язку, при цьому слід розуміти, що анкерна здатність навіть гофрованих профілів значно нижча. Незважаючи на низьку міцність і анкерну здатність поліпропіленових фібр, слід зазначити, що фібробетон з використанням цих фібр має вищу межу міцності на розтяг при згині, ніж аналогічний бетон без дисперсного армування. Крім того, серед широко використовуваних волокон поліпропіленові волокна не викликають проблем у використанні, можуть бути додані на будь-якій стадії приготування фібробетону, не схильні до агломерації або корозії і не мають обмежень у застосуванні.



Рис. 1.1 – Поліпропіленове волокно

Поліпропіленові волокна виробляються з чистих поліпропіленових зерен в безперервному процесі.

Поліпропіленові волокна виробляються з гранул чистого поліпропілену методом безперервної екструзії та розтягування під впливом тепла. Коли волокна досягають певної температури, на їхню поверхню наносять масляну суміш. Ця суміш допомагає поліпропіленовим волокнам зчепитися і розчинитися в бетонному

розчині. Волокна виглядають як тонкі білі поліпропіленові волокна різного розміру, інертний матеріал, стійкий до лугів і різних хімічних речовин [20].

Поліпропіленові фібри – це одиночні багатониткові волокна з круглим поперечним перерізом. Волокна з квадратним або прямокутним поперечним перерізом також виробляються, але менш поширені. Волокна можуть бути прямими або хвилястими, причому хвилясті волокна мають вищу фіксуєчу здатність. Товщина волокон залежить від виду робіт.

Існує небагато обмежень для використання поліпропіленової фібри в бетоні. Вона використовується в твердих і надтвердих бетонах як тонкий армуючий компонент, особливо у важких і важких бетонах з великими, середніми і дрібними заповнювачами, що застосовуються в гідротехнічних спорудах, дорожньому покритті і мостобудуванні. Оскільки поліпропіленові волокна хімічно інертні, використання всіляких домішок (пластифікаторів, інгібіторів замерзання, прискорювачів схоплювання) в бетоні не обмежується [5-7].

Використання поліпропіленових волокон покращує наступні властивості бетону:

- знижує ризик виникнення первинних тріщин під час пластичної обробки. Це дозволяє заповнювати великі площі без усадочних швів. Додавання поліпропіленових волокон до розчину регулює вміст насиченої вологи в бетоні під час процесу зневоднення та зменшує внутрішні напруження бетону;

- підвищується зносостійкість і якість поверхні бетону. Руйнування бетону під час експлуатації починається в поверхневому шарі в результаті проникнення парів кислот і вологи, які також присутні в звичайному повітрі. Вони можуть проникати в звичайний бетон на глибину до 20 мм. У фібробетону поверхневий шар гладкий і майже без мікротріщин, тому поверхневий шар проникний лише на 2-3 мм [8];

- водонепроникність покращується до 50%. Це пов'язано зі зменшенням кількості отворів, що утворюються через протікання в процесі підвищення міцності бетону. В результаті поглинається менше хімікатів, води та бруду;

– підвищує ударостійкість, а волокна збільшують пластичність. Фібра використовується для підвищення ударостійкості та стійкості до розтріскування бетону (крім залізобетону). Коли затверділий розчин розтріскується, волокна зазнають напруження, що призводить до вивільнення великої кількості енергії, яка поглинається бетоном;

– морозостійкість бетону підвищується до 35%. При використанні фібри утворюються заповнені волокнами траншеї, які містять невелику кількість повітря, що додається до бетону при додаванні фібри. Ці волокна і мікробульбашки дозволяють воді розширюватися/стискатися під час процесу замерзання/відтавання, не пошкоджуючи бетон;

– зменшує розшарування бетонної суміші до 30%. Поліпропіленові волокна не тверднуть і швидко поширюються при змішуванні з сухими цементними сумішами або розчинами, що дозволяє уникнути зайвих проблем з замішуванням і рівномірним розподілом по всьому бетону. Волокна дуже тонкі і гнучкі, їх можна побачити в бетоні на етапі змішування, але потім вони стають абсолютно невидимими на поверхні фібробетонного виробу. У бетонному розчині поліпропіленові волокна перемішуються за допомогою мішалки, тому немає ризику нерівномірного розподілу або заплутування волокон [9].

Виробники виділяють наступні переваги поліпропіленових мікроармуючих волокон:

– при додаванні фібри не потрібно додавати воду для замішування, щоб збільшити усадку конуса;

– використання волокон є безпечним і технічно досконалим;

– використання фібри може застосовуватися як на заводах, так і на будівельних майданчиках;

– фібра може використовуватися в бетононасосах, повітрорудках тощо та іншого технічного обладнання;

– фібра має високу лугостійкість;

– фібра сумісна з усіма видами хімічних добавок для бетону (наприклад, пластифікатори, гідрофобізатори, прискорювачі, сповільнювачі, повітрозатримувачі, газотворювачі).

Базальтові волокна (рис. 1.2) мають багато переваг перед синтетичними волокнами, оскільки саме вони підвищують міцність бетону на розрив і є одними з найміцніших мінеральних волокон, відомих людині [10].



Рис. 1.2 – Базальтове волокно

За останні три десятиліття в Україні відбулося широке зростання використання базальтового волокна, виготовленого шляхом плавлення базальтової крихти при температурі 1450-1550 °С і проходження через спецфільтри отриманого розплаву. Міцність кислотостійкого базальтового волокна діаметром 8 μ – 19 μ становить 1800–2600 МПа, його щільність становить 2,8-3,3 г/см³.

В якості сировини для отримання волокон використовують базальт, крапчасті породи, кременисті породи, порфірові породи та інші подібні породи. Розмір фракцій гірських порід, що використовуються після подрібнення для виробництва волокон, коливається від 3 до 70 мм [11].

Використання подрібненої фібри забезпечує об'ємне армування бетону та легких бетонів. Базальтові волокна не піддаються корозії і мають міцність у 2-2,5 рази вищу, ніж металеві волокна. Окрім високої міцності, перевагами базальтових волокон для розподіленого армування є те, що вони не прогинаються під навантаженням, стійкі до впливу навколишнього середовища, перепадів

температур і значних змінних навантажень, стійкі до хімічних речовин, корозії та високих температур, а також мають низьку вартість. Це відкриває шлях до широкого використання базальтової фібри для армування бетону в дорожньому будівництві. Після ретельного перемішування дрібно нарізані волокна рівномірно розподіляються по всьому об'єму бетону в різних напрямках. При цьому в одному кубічному сантиметрі дороднього бетону розподіляються десятки подрібнених волокон. Зрозуміло, що об'ємне армування базальтовими волокнами значно підвищує міцність бетону і дорожнього бетону на вигин і стиск, а також ударну в'язкість і тріщиностійкість.

Економічні переваги фібробетону в основному обумовлені його високою міцністю, високою стійкістю до стирання, простотою використання, довгими міжремонтними періодами і більшою надійністю в будівництві під час сейсмічних навантажень, ударних навантажень і пожеж. Однак одним з найважливіших факторів, що визначають популярність цього будівельного матеріалу, є його технологічність, яка відрізняє його від звичайного бетону і має ряд важливих характеристик, що вимагають суворого дотримання.

Висновки до розділу 1

При введенні до складу бетону армуючого волокна виходить фібробетон. Фібробетон має більш високі показники опору навантаженню, що розтягує при вигині, ніж аналогічний бетон без дисперсного армування. Основною областю посилення залізобетонної конструкції волокнами є збільшення несучої здатності виробу та зменшення витрати сталевих арматур. Крім того, з усіх широко застосовуваних волокон, поліпропіленове та базальтове волокна не створюють жодних проблем у їх застосуванні, можуть бути додані на будь-якій стадії приготування фібробетону, не схильні до комкування та корозії.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ

2.1 Склад фібробетону, матеріали, методи дослідження

Властивості бетонної матриці при армуванні волокнами залежать від структури композитного матеріалу. У зв'язку з цим для аналізу таких композитів і прогнозування їхньої поведінки при різних навантаженнях необхідно вивчити склад бетонної матриці та розглянути основні компоненти:

- склад цементної матриці;
- форма і розподіл волокон;
- зона контакту між цементним каменем і волокнами.

Цементна матриця у фібробетоні не відрізняється від інших дрібнозернистих бетонів і зазвичай складається з цементу, піску, заповнювача і води. У фібробетоні вміст фібри становить 1-15% від маси цементу. Воно використовується як вторинне армування для запобігання утворенню тріщин [12].

Фібробетон виробляється традиційними методами. Використання більшої кількості волокон можливе за рахунок застосування простих методів змішування, а також за рахунок використання вдосконалених матричних композицій, заснованих на високому ступені контролю реології та мікроструктури суміші. Щільна мікроструктура і вдосконалена реологія в цих композитах дозволяють досягти комбінованої та інтегрованої дисперсності 2-6% завдяки об'єму коротких волокон, які можуть забезпечити ефективне армування.

Взаємодія волокон з цементним каменем і структура армованого матеріалу є невід'ємними властивостями, які впливають на експлуатаційні характеристики композитів, армованих волокнами. Однак, щоб зрозуміти ці властивості, необхідно оцінити вплив волокон і спрогнозувати поведінку композиту.

Несуча здатність фібробетону залежить від об'ємної частки волокон у бетонній матриці. Межа міцності волокон на розрив, як правило, вища, ніж межа міцності бетону. Що стосується міцності волокон на розрив, то несуча здатність волокон повинна бути більшою, ніж навантаження на бетон на момент початку розтріскування. Це пов'язано з тим, що після початку розтріскування бетон не впливає на характеристики композиту, і навантаження повністю передається на волокна в бетоні. Крім того, оскільки волокна можуть витримувати великі навантаження, міцність на розрив фібробетонних композитів вища, ніж міцність матриці.

Фібробетон складається з коротких волокон, диспергованих у цементній матриці. Вплив цих похилих коротких волокон на механічні властивості армованого бетону, як правило, менший, ніж вплив довгих волокон, розміщених паралельно навантаженню. Це означає, що вплив коротких і похилих волокон низький.

На властивості бетону впливають довжина волокон, орієнтація волокон, розподілених у бетоні, і міцність цементно-кам'яного з'єднання.

Базальтова фібра різної довжини (6, 12, 18 мм). Хімічний склад базальтового волокна, %: SiO_2 – 48,15; CaO – 12,66; Fe_2O_3 – 9,61; MgO – 4,36; Na_2O – 3,84; K_2O – 1,81; TiO_2 – 1,60. Волокна у розчин вводилися у кількості від 0,1 до 0,25 % від маси цементу. Оцінку впливу кількості волокна на цементні композиції здійснювали випробуванням зразків балок, що тверділи в нормальних умовах, на міцність при згинанні та стисканні [4].

Аналіз отриманих результатів випробувань показав, що міцність цементних зразків, дисперсно-армованих базальтовою фіброю, мають приріст міцності порівняно з контрольними зразками як у віці 7, так і 60 діб. найкращі показники до 28 діб твердіння мав базальтоцемент з добавкою волокна 0,2%. Міцність на вигин та стиск такої композиції зросла порівняно з неармованим цементним каменем на 100-160% при згині та на 35-50% при стиску. Подальше підвищення вмісту волокна в композиційному матеріалі також призводить до утворення "їжаків", що

призводять до створення нерівномірної структури композиції, внаслідок чого зменшується міцність як при згинанні, так і при стисканні.

Для подальших досліджень використовувався дрібнозернистий бетон, що дозволило забезпечити високий рівень дисперсності армування. Зразки, виготовлені в ході дослідження, мали однаковий склад матриці: Ц: П = 1:2 при В/Ц = 0,32 та витраті добавки суперпластифікатора 0,7% від маси цементу. За готовністю цементно-піщаного розчину до нього вводилася фібра, і перемішування тривало до забезпечення рівномірного розподілу фібри по всьому об'єму замісу. Для ущільнення сумішей у процесі формування зразків застосовувалася стандартний вібромайданчик. З приготовлених фібробетонних сумішей були виготовлені зразки-призми квадратного перерізу розміром 70x70x280 мм. Кожна серія складалася із 4 зразків. Зразки витримувалися в природно-повітряних умовах протягом 14 діб. Далі було визначено середню щільність зразків, після чого вони зазнали випробувань з визначення міцності відповідно до норм.

Проведено стандартні випробування на вигин призматичних зразків дрібнозернистого бетону з різними чисельними значеннями об'ємного вмісту, діаметра та довжини базальтових фібр. Перевірочні випробування проведені на балкових зразках розміром 40×40×160 мм, виготовлених з дисперсно-армованого дрібнозернистого бетону складу 1:2 (цемент: пісок). Марка цементу – М400, використовувався пісок місцевого родовища з модулем крупності 2,38 та максимальною фракцією 5 мм. Армування бетону здійснювалося базальтовими волокнами номінального діаметра 13 мкм, отриманими рубкою ровінгу з міцністю на розрив 1351 МПа. Довжина фібр становила 4 та 15 мм. Об'ємний вміст арматури в бетоні варіювався в діапазоні 0-5% (за масою). Суміші всіх компонентів фібробетону ретельно перемішувалися в сухому стані з наступним замішуванням водою і віброущільненням зразків. Аналіз результатів проведених експериментальних досліджень дозволяє стверджувати:

- дисперсне армування з використанням базальтових волокон дає можливість покращити конструктивні властивості дрібнозернистого бетону;

- величина оптимального обсягу дисперсного армування визначається його структурою та параметрами (діаметр, довжина) використовуваних фібр і має забезпечувати можливість в'язкого, пластичного руйнування [12].

2.2 Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей бетону, армованого базальтовою фіброю

З метою покращення фізико-механічних властивостей бетону на мікрорівні були проведені наступні дослідження впливу базальтових дисперсних армуючих волокон на структуру бетонної матриці. У дослідженнях були використані наступні матеріали [1]:

- портландцемент марки ПЦ М500;;
- кварцовий пісок;
- в якості пластифікуючих добавок використовували суперпластифікатори: "Sikament BV 3М", "SikaLatex" [9];
- в якості макроармуючих волокон використовували базальтову фібру [10].

Механічні випробування зразків дрібнозернистого фібробетону на згин і стиск проводили на гідравлічному випробувальному пресі.

Встановлено, що використання базальтової фібри дозволило отримати реологічно однорідну пластичну суміш, яка не розшаровувалася на стадії перемішування. Затверділий фібробетон має просторово армовану мікроструктуру цементного каменю, що запобігає утворенню усадочних тріщин.

Аналіз результатів випробувань показує, що найбільш придатним складом є фібробетон з концентрацією базальтової фібри $1,4 \text{ кг/м}^3$. Цей бетон характеризується збільшенням міцності на стиск до 40,89% і міцності на розтяг при згині до 21,07%.

Результати досліджень з визначання залежності показників міцності від вмісту базальтової фібри наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Вплив базальтового волокнистого наповнювача на міцність фібробетону

№ п/п	Дозування фібри, кг/м ³	Границя міцності, МПа	
		на розтяг при згині	на стиск
1	0	2,23	30,42
2	0,6	2,25	31,24
3	0,8	2,35	33,25
4	1,0	2,3	40,16
5	1,2	2,4	41,94
6	1,4	2,7	42,86
7	1,6	2,7	39,57
8	1,8	2,7	37,50
9	2,0	2,6	40,09
10	2,5	2,8	39,84

Висновки до розділу 2

Зростання показників міцності зразків на стиск і згин пояснюється тим, що введення в суміш базальтових волокон дозволяє збільшити адгезію з цементно-піщаною матрицею. Підвищення таких показників як тріщиностійкість і, відповідно, довговічність базальтофібробетону пов'язано з макроармуючою здатністю фібрового волокна і релаксацією напруги на поверхні контакту «матрицязаповнювач». Процес руйнування бетонів, дисперсно-армованих базальтовим волокном значно довший процесу руйнування звичайних мілкозернистих бетонів. Слід також відзначити, що подальше збільшення витрати фібри приводить до її грудкуванню, зниження міцності на стиск і розтяг при вигині.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НА РЕГУЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАЗАЛЬТОФІБРОБЕТОНІВ

3.1 Перспективи використання фібробетону для дорожнього будівництва

Фібробетон – це композитний будівельний матеріал, в якому сталеві, скляні, базальтові або полімерні волокна замінюють звичайну сталеву арматуру.

Її замінюють сталеві, скляні, базальтові або полімерні волокна. В результаті виходить матеріал з відмінними фізико-механічними властивостями, тріщиностійкістю і підвищеною стійкістю до зовнішніх впливів.

Переваги використання фібробетону в дорожньому будівництві [1-4]:

1 Підвищена міцність і довговічність. Фібробетон підвищує міцність доріг та інших реконструйованих конструкцій завдяки волокнам, рівномірно розподіленим у матриці. Це важливо для забезпечення надійності та довговічності транспортної інфраструктури, оскільки значно подовжує термін служби дорожніх конструкцій, зменшує потребу в регулярному обслуговуванні та ремонті, підвищує безпеку руху.

2. зменшення ризику утворення тріщин та деформацій. Використання фібробетону допомагає запобігти утворенню тріщин на ранніх стадіях. Це важливо для зменшення ризику деформації та підвищення стійкості до температурних коливань, які виникають під час експлуатації доріг і мостів.

3. економія коштів. Використання фібробетону зменшує потребу в частому ремонті та оновленні дорожнього покриття, тим самим знижуючи витрати на експлуатацію та утримання доріг. Міцність і довговічність фібробетонних конструкцій знижує транспортне навантаження на всю конструкцію.

4. екологічні міркування. Використання фібробетону підвищує екологічну стійкість інфраструктурних об'єктів. Дороги та споруди на основі цементобетону виділяють менше викидів і забруднень у навколишнє середовище завдяки своїй довговічності та стійкості матеріалу. Фібробетонні покриття також позитивно

впливають на дорожній рух і допомагають зменшити транспортні викиди, оскільки вони майже не потребують ремонту [5, 6].

Недоліки використання фібробетону:

1. високі початкові витрати на впровадження технології. Широке застосування фібробетону в дорожньому будівництві. Використання фібробетону в дорожньому будівництві вимагає спеціальної підготовки фахівців та придбання спеціалізованого обладнання для забезпечення належного поводження з матеріалом. Також існують витрати, пов'язані з розробкою та застосуванням ефективних фібробетонних композицій, які окупаються через 10-15 років експлуатації дороги або дорожньої споруди.

2. стандартизація та регулювання. На ранніх етапах впровадження технології фібробетону в дорожнє будівництво необхідно розробити стандарти і правила. Встановлення чітких стандартів є важливим фактором забезпечення якості та надійності конструкцій з використанням цього матеріалу. Наразі в Україні для перевірки властивостей фібробетону використовуються стандарти на бетон [7,8].

Сучасні добавки до фібробетонів представляють широкий спектр інноваційних матеріалів, які використовуються для поліпшення властивостей фібробетону та оптимізації його застосування в різних галузях будівельної сфери. Деякі з ключових сучасних добавок включають:

Мікро- та наноматеріали: Додавання мікро- та наночастинок, таких як силікати, метакрилати чи оксиди, може підвищити міцність та довговічність фібробетону.

Суперпластифікатори: Дозволяють досягти високої рідкості бетонної суміші без втрати міцності, поліпшуючи робочі характеристики фібробетону.

Стабілізатори та утримувачі вологи: Допомагають зберігати необхідний рівень вологості в бетоні, що може бути важливим для утримання його міцності та якості.

Волокна з різних матеріалів: Додавання сталевих, скляних чи полімерних волокон покращує ударостійкість та розтягувальні властивості фібробетону.

Регулятори теплових властивостей: Деякі добавки спрямовані на поліпшення теплоізоляційних характеристик фібробетону.

Активатори твердіння: Забезпечують швидше та більш повне затвердіння бетонної суміші.

Добавки для захисту від корозії: Допомагають запобігти корозії сталевих арматур та інших компонентів фібробетону.

Екологічно чисті добавки: Розробляються з урахуванням екологічних аспектів, щоб зменшити вплив будівельних матеріалів на довкілля.

Ці сучасні добавки розширюють можливості та застосування фібробетонів, роблячи їх більш ефективними та адаптованими до різних умов будівництва.

3.2 Результати експериментальних досліджень впливу пластифікуючих добавок на міцність дрібнозернистих фібробетонів

На структуру фібробетону впливає не тільки фіброве волокно, а і комплексне введення добавок і мікрозміцнювачів. Щоб поліпшити фізико-механічні властивості дрібнозернистих фібробетонів, необхідно дослідити вплив пластифікуючих добавок на їх міцність [1].

Встановлено, що в результаті проведених експериментальних досліджень спостерігається позитивний вплив суперпластифікаторів на фізико-механічні властивості цементно-піщаного розчину. Таким чином, введення добавки «Sikament BV 3M» та «SikaLatex» сприяло підвищенню міцності та рухливості розчину. Результати представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вплив пластифікованих добавок на міцність дрібнозернистих фібробетонів

Назва	Розплив стандартного конуса, мм	Середня щільність, кг/м ³	Границя міцності, МПа	
			на розтяг при згині	на стиск
Еталон	106	2234,37	2,3	30,42
Sikament BV 3M	109	2135	2,35	40,19
SikaLatex	111	2717,88	2,4	55,01

В результаті використання суперпластифікаторів знижується витрата води замішування при збереженні рухливості, що відіграє важливу роль при виробництві базальтофібробетонів.

Висновки до розділу 3

Використання фібробетону в автодорожньому будівництві відкриває широкі перспективи для підвищення якості та тривалості інфраструктури. Інтеграція цієї технології вимагає збалансованого підходу, урахування всіх етапів будівництва та реконструкції, а також розв'язання викликів, пов'язаних із стандартизацією та вартістю.

Впровадження фібробетону в автодорожню інфраструктуру забезпечує вибір оптимальних типів волокон, їх обсягів, та підтримку точних технологічних процесів змішування та укладання матеріалу. Це забезпечує оптимальні результати при реконструкції автомобільних шляхів та споруд.

В ході теоретичних та експериментальних досліджень доведено позитивний ефект укріплення бетону базальтовими волокнами, що характеризується високими показниками фізико-механічних характеристик.

Визначено найбільш раціональне дозування базальтового мікроармуючого волокна. Оптимальним є склад базальтофібробетону з концентрацією фібри, що

становить $1,4 \text{ кг/м}^3$, в якому виявлено максимальне збільшення міцності. Подальше збільшення витрати фібрових волокон призводить до їх комкування, а також зниження міцності та як наслідок подорожчання базальтофібробетону.

Наведено результати досліджень комплексного введення в цементно-піщану суміш базальтових волокон-фібр, пластифікуючих добавок на властивості базальтофібробетону. Встановлено, що застосування всіх вищевказаних компонентів комплексно призводить до максимального набору міцності фібробетонних зразків, ніж застосування цих складових окремо.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Опис мостової споруди після реконструкції

Будівельні конструкції мосту на км 2+247 автомобільної дороги загального користування місцевого значення С-02-14-52 /Стрий-Тернопіль-Кропивницький-Знам'янка/ – Немирів в межах Вінницької області після реконструкції являють собою однопрогонову монолітну плиту змінного по довжині перерізу. В опорній частині (на ригелях над береговими опорами) мостова споруда – плитна, товщиною 665 мм, в прольоті (між береговими опорами) мостова споруда проектується у вигляді ребристої плити із ребрами вздовж прольоту. Тротуарна частина вздовж осі «Б», як в прольоті, так і на опорі, проектується у вигляді плитної консолі, жорстко зв'язаної з плитою проїзної частини, прямокутного перерізу. Тротуарна частина мостової споруди по осі «А», для економії матеріальних ресурсів, проектується у вигляді окремо розташованого пішохідного мосту з трьох збірних двохпорожнистих мостових плит повторного застосування, відібраних при розбиранні старої автодорожньої споруди, що об'єднуються монолітною накладною залізобетонною плитою та улаштовується на новому монолітному поясі. У порівнянні зі старою мостовою спорудою, загальна ширина мосту після капремонту стає більшою. Для компенсації розширення, здійснюється локальне нарощування берегових опор поблизу осей «А» і «Б» до рівня монолітних ригелів. Переріз типового поперечнику мостової споруди після реконструкції в прольоті і на опорі показано на рис. 4.1.

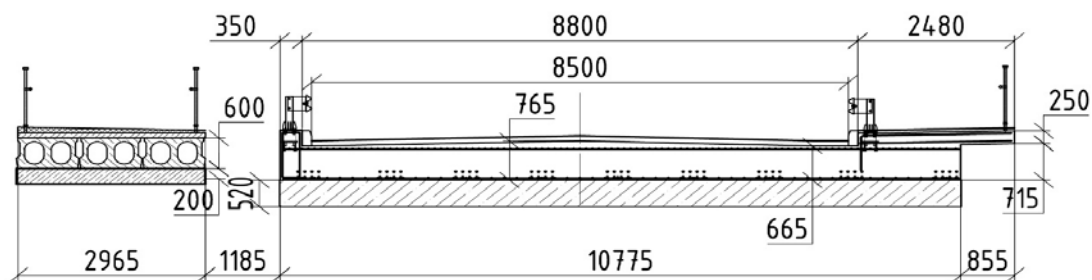


Рисунок 4.1 – Опорний переріз мостової споруди після реконструкції

Товщина плитної частини мостової споруди – змінна, від 400 мм поблизу бордюрних каменів, до 500 мм – в середині автодорожньої частини. Висота ребер пролітного перерізу – 400 мм до низу плитної частини, та, відповідно, від 800 до 990 мм до верхнього обрізу плити. У подальшому, в бік запасу, робочу висоту плитної частини, прийнято $h_{eff} = 400 \text{ мм}$, загальну висоту пролітного перерізу по ребрах – $h = 800 \text{ мм}$.

4.1.2 Кліматичні впливи

Територія, де розташований об'єкт реконструкції розташований у I кліматичній зоні та, згідно з класифікацією ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та знаходиться у 3-му вітровому, 4-му сніговому та 3-му ожеледному районі та має наступні кліматичні характеристики: снігове навантаження – 1360 Па; вітровий тиск – 470 Па; товщина стінки ожеледі – 17 мм [13].

Клас наслідків (відповідальності) споруди. Автомобільна дорога С-02-14-52 класифікується як районна автомобільна дорога місцевого значення, і, отже, не відноситься до доріг Державного значення. Тобто мостова споруда, розташована на цій дорозі, враховуючи можливі економічні збитки, належить до класу наслідків (відповідальності) – СС-2 (середні наслідки), згідно з. Оскільки міст знаходиться в зоні охорони пам'ятки архітектури і містобудування національного значення (охоронний №977), за всіма ознаками, в бік запасу, прийнято клас наслідків (відповідальності) – СС-3 (значні наслідки) [14]. Приймаємо клас наслідків – I (мости, що мають велике соціальне та економічне значення) [15].

Сейсмічність території забудови. Згідно з п. 23.3 [13] для мостових споруд I класу наслідків (СС-3) необхідно використовувати карту ЗСР-2004-В сейсмічного районування території України [15]. Згідно з нею м. Немирів, у якому розташований об'єкт проектування знаходиться на межі зони – 5/6 балів. У бік запасу приймаємо більше значення – 6 балів. Враховуючи дані інженерно-геологічних вишукувань, категорія ґрунту за сейсмічними властивостями – 2. Відповідно, сейсмічність будівельного майданчику – 6 балів. При проектуванні реконструкції мостової споруди, особливих вимог до проектних рішень по сейсмостійкості не пред'являється.

4.1.3 Навантаження

До постійних навантажень віднесені навантаження від власної ваги монолітної прогонової плити, вага під'їзних плит власна вага пішохідного мосту по осі «А» вага перильного та бар'єрного огороження, гідроізоляція та асфальтобетонне покриття проїзної та пішохідної частин.

Тимчасові навантаження прийняті відповідно до вимог [13]. Навантаження та впливи» АК-15 та НК-100, навантаження від натовпу людей на тротуарній частині [14].

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 [13].

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

$$t_w = T_{\max,W} + \Delta, \quad (4.1)$$

$$t_c = T_{n,C}, \quad (4.2)$$

де $T_{W,\max}$ – 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 [13] зростання температури конструкцій моста під впливом сонячної радіації становить $\Delta = 0$ °С [16].

Для м. Немирів (Вінницька обл.): $T_{W,\max} = +38$ °С та $T_{n,C} = -21$ °С;

Переміщення від зміни температури становить:

$$\Delta_1 = \alpha \times t \times L, \quad (4.3)$$

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

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

$$t = (38 + 0 + |-21|) \times 1,1 = 64,9$$
°С, (4.4)

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

$$\Delta_1 = 0,000010 \times 64,9 \times 12000 = 7,8 \text{ мм.}$$

Вітрові та ожеледні навантаження прийняті за вимогами [13].

4.1.4 Опори та опорні частини

Берегові опори №0 та №1 – масивні стінки з кладки з природного каменю, товщина стінок в місці обпирання плит прогонової будови – 1700 мм, за межами плит – 1000...1390 мм. Висота опор від рівня ґрунту (з низової сторони) до низу залізобетонних плит становить 6,3 м. Довжина опор в межах опорної ділянки – 9,02 м. У верхній частині берегових опор, улаштовані монолітні залізобетонні ригелі висотою 520 мм по набетонці висотою 200 мм. Ригелі прямокутної форми з

виступаючою консольною ділянкою довжиною 1770 мм з низової частини мосту, загальна довжина ригелів складає 10,79 м. Основою берегових опор, за переказом старожилів, служить скельний ґрунт у вигляді бутового насипу потужністю не менше 2 м.

За результатами обстеження та міцнісних розрахунків несуча здатність берегових опор достатня. Необхідно виконати ремонт локальних дефектних ділянок опор.

Проектом передбачено ремонт локальних ділянок опор з ознаками вивітрювання розчину та тріщинами шириною розкриття 5-15 мм ремонтними сумішами Sika Monotop та Sikadur 52 Injection з наступним їх захистом матеріалами Sika Monotop-723N (шпаклювання нерівностей), Sikagard 702W (гідрофобізація) та пофарбуванням Sikagard-680S Betoncolor.

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

Для забезпечення зв'язної роботи берегових опор та нової пролітної конструкції, особливо на час виконання будівельних робіт на верхніх поверхнях існуючих монолітних ригелів передбачено:

- Підсилення берегових опор поблизу перетину осей «0», «1» та осі «Б» улаштуванням монолітної залізобетонної стінки поверх існуючої кладки з гранітних блоків до нижньої поверхні консольних звисів монолітних ригелів. Конструкція підсилення являє собою систему з двох арматурних сіток з дротів діаметром 12 мм класу А-III, крок 200 x 200 мм, приєднаних до бутової кладки хімічними анкерами Sikadur 31, що улаштовані з кроком 350...400 мм. Торцева частина підсилення укріплена П-подібною формоутворюючою сіткою з дротів діаметром 12 мм класу А-III. Для заливання бетонної суміші та контролю виходу повітря в існуючому ригелі пробурюються технологічні отвори діаметром 40 та 100 мм (по 2 шт. на ригель). Бетонування здійснюється бетонною сумішшю на саморозширюючому цементі класу В30 (С25/30).

- Локальне нарощування відкрилків берегових опор верхової частини мостової споруди, що є основою пролітних конструкцій пішохідного мосту поблизу перетину осі «А» та осей «0», «1» улаштуванням залізобетонних однобічних накладок. Для виконання нарощування в тіло існуючої бутобетонної кладки встановлюються хімічні анкери Sikadur 31 з кроком 400...500 мм діаметром 12 та 16 мм класу А-III. До анкерів закріплюються вертикальні сітки підсилення з арматури діаметром 16 мм класу А-III коміркою 200×200 мм. Вертикальні стрижні сіток забиваються в забурені отвори тіла дамби. В верхній частині існуючих опор виготовляється накладний просторовий арматурний каркас, що об'єднує вертикальні анкери та сітки підсилення у спільну просторову «Г»-подібну конструкцію. Отримана просторова конструкція обмонолюється.

4.1.5 Прогонова будова

Прогонова будова мосту виконана однопролітною, збірною. В поперечному перерізі під проїзною частиною складається з 10-и збірних залізобетонних мостових плит прямокутного перерізу довжиною 12 м, шириною 0,98 м та висотою 600 мм [17]. Плити по торцях закриті монолітними бетонними шафовими стінками.

Тротуари влаштовані по обидва боки проїзної частини. Тротуар по осі «А» влаштований у вигляді монолітної бетонної плити товщиною 230 мм по металевим балкам з двотавра №50, що обпираються на відкосні крила. Тротуар по осі «Б» виконаний зі збірних тротуарних залізобетонних плит.

У зв'язку з тим, що поблизу мостової споруди, яка піддається реконструкції, немає можливості улаштувати пішохідного обходу для мешканців м. Немирів, проектом передбачено заходи, що мінімізують час повного перекриття пішохідного руху по мостовій споруді.

Проектом передбачається:

- демонтаж існуючих тротуарних плит, пролітних конструкцій мостової споруди та прогонових конструкцій пішохідного мосту по осі «А»;
- селективний відбір трьох кращих прогонових плит з демонтованої пролітної конструкції з можливістю подальшої повторної експлуатації;

- монтаж трьох збірних плит за серією 3.503-12, вип.16, відібраних на попередньому етапі, на укріплені відкосні крила, як нових пролітних конструкцій пішохідного мосту по осі «А»;

- улаштування накладної монолітної залізобетонної плити пішохідного містка по осі «А» товщиною 100 мм. Після цього пішохідний рух мостовою спорудою, за умови улаштування захисних щитових проходів, тимчасового огороження і суворого дотримання правил техніки безпеки, може бути частково відновлений;

- улаштування нової пролітної конструкції мостової споруди у вигляді ребристої монолітної залізобетонної плити товщиною 800...900 мм, в прольоті, та 665...765 мм, на опорі. Зміна товщини плити обумовлена завданням замовника (верхній обріз мостової споруди повинен підніматися над конструкціями берегових опор у порівнянні з існуючими конструкціями на величину більше 100 мм).

Опис конструкції пішохідного містка по осі «А»

Тротуарна частина мостової споруди по осі «А» проектується під тимчасове навантаження від натовпу людей, 3,92 кПа. Для економії матеріальних ресурсів споруда проектується у вигляді окремо розташованого пішохідного мосту, що працює окремо від основної мостової споруди, з трьох збірних двох порожнистих мостових плит повторного застосування, відібраних при розбиранні старої автодорожньої споруди, що об'єднуються монолітною накладною залізобетонною плитою та улаштовується на новому монолітному поясі та підсилених відкритках берегових опор. з бетону класу В30 (С25/30), армованої сіткою з арматурних дротів діаметром 12 мм класу А500С, улаштованих з кроком 200 мм в обох напрямках. Для зв'язності роботи збірних плит та монолітної накладки в шпонки між плитами улаштовані каркаси, які зв'язуються з арматурною сіткою накладної плити та спільно обмонолічуються. Перед бетонуванням накладної плити влаштовуються закладні деталі для кріплення бар'єрного та перильного огороження.

Плити довжиною 12 м, шириною 0,98 м та висотою 600 мм виготовлені за серією 3.503-12, вип.16. При інструментальному обстеженні виявлено, що збірні двохпорожністі плити повторно використані, як прогонові конструкції

пішохідного мосту по осі «А», армовані попередньо напруженими стрижнями класу А-IV $\varnothing 18$ мм (9 шт. на плиту). Поперечне армування приопорної зони – арматурні дроти діаметром 10 мм, що улаштовані з кроком 100 мм у три ряди. Клас бетону – В45 (С35/45).

Опис конструкції монолітної ребристої прогонової плити

Будівельні конструкції мостової споруди після реконструкції являють собою одно прогонову монолітну плиту змінного по довжині перерізу, під навантаження А-15 і НК-100. З урахуванням пішохідного містка по осі «А», прогонова споруда проектується під габарит Г-8,5 + 1 x 2,5 (тротуар) + 1 x 2,0 (двостороння вело доріжка).

В опорній частині (на ригелях над береговими опорами) мостова споруда – плитна, товщиною 665...765 мм, в прольоті (між береговими опорами) мостова споруда проектується у вигляді ребристої плити із ребрами вздовж прольоту.

Товщина плитної частини мостової споруди – змінна, від 400 мм поблизу бордюрних каменів, до 500 мм – в середині автодорожньої частини. Висота ребер пролітного перерізу – 400 мм до низу плитної частини, та, відповідно, від 800 до 990 мм до верхнього обрізу плити. Верхня поверхня проїзної частини мостової споруди має ухил 2,5% від центра проїзду до тротуарів для забезпечення водовідведення.

Робоче повздовжнє армування пролітної частини мостової споруди зосереджене у нижній частині ребер, двохране, у вигляді окремих стрижнів діаметром 32 мм класу А-III (А400) по 8 стрижнів на одне ребро. Клас бетону плити – В30 (С25/30).

Монолітна плита у повздовжньому напрямку армована двома арматурними сітками, що улаштовані в верхній та нижній частині. Армування верхньої частини – сітка з дротів діаметром 16 мм класу А-III (А400), що встановлені з кроком 100 мм (у повздовжньому напрямку) та 200 мм – у поперечному.

Армування нижньої частини – сітка з дротів діаметром 16 мм класу А-III (А400), що встановлені з кроком 200 мм у обох напрямках.

Поперечне робоче армування плити проїзної частини – каркаси, які в приопорній зоні мають крок 150 мм вертикальних арматурних стрижнів діаметром 16 мм класу А-I (А240).

Тротуарна частина по осі «Б» виготовлена у вигляді монолітної плити товщиною 250 мм, що улаштована над монолітною ребристою плитою мостової споруди та жорстко зв'язана з нею арматурними випусками. Консольний звис плити складає 855 мм. Поверхня тротуару має ухил в бік проїзної частини 2%. Звис має капельник. Робоче армування тротуарної плити по осі «Б» – встановлене вздовж консольного звису, являє собою дві арматурні сітки. Верхня – з дротів діаметром 16 мм (вздовж консолі) і 12 мм (вздовж мосту) класу А-III (А400), що встановлені з кроком 200 мм. Нижня – з дротів діаметром 12 мм класу А-III (А400), крок 200 мм [18].

Перед бетонуванням прогонової плити влаштовуються закладні деталі для кріплення бар'єрного та перильного огородження.

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

4.1.6 Підходи

У зв'язку з виявленням чисельних суттєвих дефектів підходів під час обстеження, проектом передбачається влаштування нових конструкцій перехідних (під'їзних) плит, укріплення насипів і конусів.

Перехідні (під'їзні) плити. Лежневі опори. З кожної сторони мостової споруди влаштовуються монолітні перехідні плити МПП-1 та МПП-2, товщиною 300 мм та довжиною 6 м однотипної конструкції, шириною 15,8 м, що повністю перекриває автодорожню і тротуарну частину [19].

Робоче армування під'їзних плит МПП-1 та МПП-2 улаштоване в нижній зоні, являє собою арматурну сітку зі стрижнів діаметром 20 мм класу А-III (А400), встановлену з кроком 100 мм (вздовж прольоту) та 16 мм класу А-III (А400), встановлену з кроком 200 мм поперек прольоту. Для компенсації проектних нерівномірностей завантаження перехідних плит в верхній частині перерізу

улаштовану сітку з арматурних дротів діаметром 16 мм класу А-III (А400) з кроком 200 мм в обох напрямках. Для компенсації великої поперечної сили, яка виникає на приопорних ділянках, в плиті улаштовується робоче поперечне армування діаметром 10 мм класу А-I (А240) з кроком 150 мм.

З однієї сторони перехідні плити обпираються на існуючі монолітні ригелі над береговими опорами власними вертикальними ребрами, а з іншої на монолітні лежневі опори МЛО-1.

Лежневі опори запроектовані прямокутного перерізу 500 x 600 (h) мм, довжиною 15,6 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 [20].

Укріплення укосів та конусу моста. Для запобігання розмивів, зсувів ґрунту проектом передбачено укріплення схилів нарощуванням існуючих бутобетонних підпірних конструкцій підпірними стінками Пс-1 та Пс-2 з бутобетону та бетону відповідно; улаштуванням підпірної стінки Пс-4 по осі «Б» споруди від осі «1» та улаштування залізобетонного укріплення існуючого бутобетонного насипу поблизу осі «0» з низової частини мостової споруди (підпірна стінка Пс-3).

Підпірні стінки Пс-1 являються бутобетонними нарощуваннями існуючих бутових та бутобетонних підпірних конструкцій верхньої частини укосів. Розташовуються в верховій частині мостової споруди поблизу перетину осей «0-А» (довжина близько 14,3 м) та в низовій частині мостової споруди (довжина близько 9,4 м) за підпірною стінкою Пс-4. Переріз стінки – прямокутний шириною 900 мм та висотою від 525 до 910 мм.

Підпірна стінка Пс-2 служить для укріплення укосу дамби поблизу мостової споруди поблизу перетину осей «1-А». Конструкція – монолітна бетонна (з бетону класу В15) переріз 440(h) x 400 мм. Орієнтовна довжина ~ 3 м (уточнюється по місцю).

Укріплення конуса в осях «Б-0» (підпірна стінка ПС-3) вирішено у вигляді бутобетонної конструкції під тротуарною частиною перехідної плити, укріпленої монолітною залізобетонною армованою плитою, закріпленої в бутобетонні арматурними анкерами діаметром 12 мм класу А-III (А400). Арматурна сітка виготовляється з дротів діаметром 12 мм класу А-III (А400), улаштованих з кроком 200 x 200 мм. В нижній частині укріплення передбачено встановлення дренажних труб з кроком 1,5 м діаметром 219 мм для відводу інфільтраційної води з-під проїзної частини.

Підпірна стінка Пс-4 поблизу перетину осей «Б-1» запроєктована вертикальною, ступінчастою з обпиранням на монолітну плиту шириною підосви 2 м з приєднанням стінки з обох боків до конструкцій лежневих опор та до існуючої берегової опори по осі «1» хімічними анкерами Sikadur 31, що улаштовані з кроком 400 мм у шаховому порядку.

Робоче армування стінки двохрядне у вигляді сіток з дротів діаметром 14 мм класу А-III (А400), улаштованих з кроком 200 x 200 мм.

В нижній частині підпірної стінки передбачено встановлення дренажних труб з кроком 0,9-1,6 м діаметром 159 мм для відводу інфільтраційної води з-під перехідної плити.

4.1.7 Антикорозійний захист конструкцій

Антикорозійний захист залізобетонних конструкцій слід виконувати у відповідності до вимог [20] та згідно з [23] у вигляді лакофарбового покриття.

Проектом передбачено для антикорозійного захисту видимих залізобетонних поверхонь конструкцій мосту (нижня поверхня прогонової будови, відкриті поверхні опор, шафових стінок та відкосних крил) застосування матеріалів фірми Sika.

Захист являє трьохшарову систему:

Шпаклювання (Sika Monotop-723N) – вирівнюючий шар, закупорка пор та усадочних тріщин, вирівнювання нерівностей після демонтажу опалубки

Грунтування, гідрофобізація (Sikagard 702 W Aquaphob) – оскільки мостова споруда розташовується у місці постійного впливу води, для захисту бетону проектом прийнято використання даного шару, що має такі характеристики: зменшує капілярне водопоглинання; має гарну адгезію до бетону; покращує стійкість до забруднення, перешкоджає росту плісняви та грибка.

Фінішне захисне покриття (Sikagard -680S Betoncolor)- наноситься двома шарами, і має такі характеристики: високу стійкість до дифузії двоокису вуглецю, і відповідно суттєво зменшує процес карбонізації бетону; має відмінну стійкість до атмосферних опадів та впливів.

Арматура прогонової ребристої монолітної плити мостової споруди додатково захищається антикорозійним шаром Sika Monotop 910N.

Антикорозійний захист металевих конструкцій виконувати у відповідності до вимог [24] згідно з [22]. Захист від корозії металевих конструкцій огороження моста (перильне, мостове) виконується методом гарячого цинкування. Товщина цинкового покриття не менше 80 мкм.

4.2 Організаційно-технологічні рішення

4.2.1 Технологія ремонту і підсилення залізобетонних конструкцій

Технологічні операції з ремонту поверхонь конструкцій поділяють на два етапи [21-23]:

I. Підготовчі роботи;

II. Технологія нанесення системи з полімер-цементних сумішей.

До підготовчих робіт відносять (рис. 4.1-4.4):

Простукування молотком поверхні бетону: визначення механічних дефектів та місць відшарування бетонного захисного шару.

Перевірка бетону на лужність за допомогою індикаторного розчину на базі фенолфталеїну: визначення ділянок корозії бетону. Бетон з рН=9 і менше підлягає видаленню.

Оббивання зруйнованого бетону: оббиття зруйнованих ділянок перфоратором чи зубилом вручну. Забезпечення розмірів і стану бетонної конструкції в цілому.

Очищення арматури: очищення арматурних елементів або закладних деталей від продуктів корозії до металевого блиску вручну за допомогою металевих щіток чи піскоструминного апарату.

Очищення поверхні бетонної конструкції: очищення всієї поверхні бетонної конструкції, що підлягає ремонту, за допомогою піскоструминного апарату або, при наявності технологічного гідроструминного обладнання, гідроочистку струменем води під тиском 20 – 60 МПа [24].

Доочистка важкодоступних місць: вручну металевими щітками доочищення ділянок, які незадовільно очищені піскоструминним апаратом.

Промивка поверхонь водою: промивка водою очищених поверхонь, які підлягають ремонту.

Ця послідовність дій спрямована на якісне відновлення бетонної конструкції та забезпечення її довговічності.

Технологія нанесення полімер-цементних сумішей (рис. 4.2-4.4):

Влаштування антикорозійного покриття арматури: нанесення активного антикорозійного матеріалу на мінеральній основі на очищену від продуктів корозії арматуру.

Влаштування зчіпного (адгезійного) шару: створення адгезійного шару на поверхні бетону чи арматури після повного висихання раніше нанесеного антикорозійного покриття.

Заповнення вибоїн ремонтними розчинами: використання дрібнодисперсних ремонтних розчинів для заповнення вибоїн шляхом втискання суміші.

Нанесення ремонтних розчинів на свіжонанесений адгезійний шар (спосіб "мокре на мокре"). При необхідності, заповнення вибоїн може виконуватися в кілька підходів з урахуванням тужавіння попереднього шару, після чого повторно виконується адгезійний шар [25].

Ці дії спрямовані на створення захисного шару навколо арматури, відновлення структури бетону та заповнення пошкоджень для підвищення стійкості та тривалості бетонної конструкції.

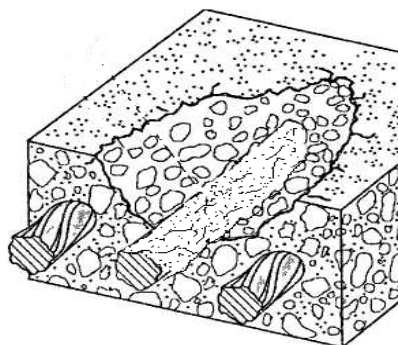


Рисунок 4.2 – Нанесення антикорозійного покриття ($1.7 - 2 \text{ кг/м}^2$); на очищений стрижень, даючи можливість висохнути першому шару, наносять на всю поверхню, особливу увагу приділяють місцям входу стрижня в тіло бетону.

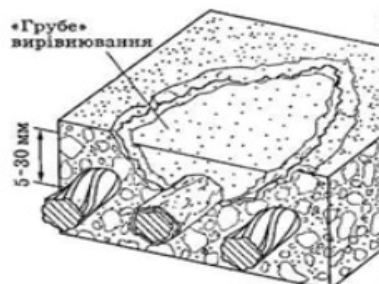


Рисунок 4.3 – Наформування ремонтної суміші ($2 \text{ кг/м}^2/\text{мм}$)

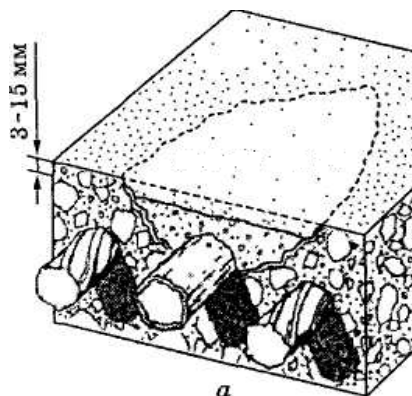


Рисунок 4.4 – Кінцеве шпаклювання поверхні та нанесення захисного шару, який захищає бетон від ультрафіолету / надлишкової вологи

4.2.2 Технологічні вимоги

Процес укладання та ущільнення бетонної суміші для прогонової плити включає кілька етапів. Бетонну суміш слід готувати згідно з вимогами проекту. При укладанні важливо уникати технологічних розривів та створювати горизонтальну випереджуючу ділянку. Ущільнення виконується глибинними вібраторами, починаючи з випереджувальної ділянки. Дотримання кута нахилу до горизонту, не більше 30° , є важливим. Розподілення суміші та ущільнення проводять згідно з вимогами. Важливо дотримуватися висоти виступів, щоб не перевищувати 10 см над рівнем поверхні бетону. Ці кроки спрямовані на забезпечення якісного бетонування та міцності конструкції [23,25].

Заборонено використовувати глибинні вібратори для перерозподілу та розрівнювання вкладеної бетонної суміші. Ущільнення бетонної суміші в шарі має бути виконане лише після завершення розподілу та розрівнювання на поверхні конструкції. Використання бетонної суміші, яка втратила легкоукладальність до моменту укладання, заборонено. Додавання води на місці укладання для відновлення легкоукладальності також не допускається. Наступний шар бетону має бути вкладений до початку твердіння попереднього шару. У випадку перерви в бетонуванні, що перевищує час початку твердіння, необхідно створювати робочий шов. Бетон у вкладеному шарі повинен дозрівати до досягнення вказаної міцності. Термін відновлення укладання бетону після перерви визначається лабораторією. Перед відновленням укладання бетону поверхню затверділого бетону слід обробити матеріалом для покращення зчеплення, продути і змочити водою.

Бетонну суміш слід ущільнювати в кожному укладеному шарі або на кожній позиції перестановки наконечника вібратора до завершення осідання та появи блиску цементного тіста на поверхні і в точках контакту з опалубкою. Під час укладання бетонної суміші важливо наглядати за станом опалубки. У разі виявлення деформацій чи зміщень елементів опалубки, слід вжити термінових заходів для їх усунення, при необхідності призупинити роботи на цій ділянці. Технологічні вимоги, які слід враховувати під час бетонних робіт, і перевірки, що

підлягають здійсненню під час операційного контролю, визначені в ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 "Настанові з виконання робіт при будівництві мостів і труб".

Свіжеукладений бетон, включаючи випадки перерв у вкладанні, потрібно надійно захищати від випаровування води. Також важливо забезпечити захист відкритих поверхонь бетону від атмосферних опадів. Цей захист повинен тривати до того моменту, коли бетон набуде не менше 70% проектної міцності.

Залишки бетонної суміші, що залишилися після бетонування, а також бетон, який втратив властивості легкоукладальності, рекомендується використовувати для заповнення порожнин між гранітними брилами опори мостової споруди.

Виробництво та транспортування бетонних сумішей повинно відповідати вимогам [25]. Постачання монолітного бетону на будівельний майданчик має здійснюватися автобетонозмішувачами. Оскільки технічні характеристики бетонної суміші можуть суттєво змінюватися при постачанні автобетонозмішувачами, час постачання не повинен перевищувати 1,5 години. У випадках зупинок на дорозі, слід збільшувати швидкість перемішування. Заборонено перевозити бетонну суміш без перемішування. Додавання води до бетонної суміші на будівельному майданчику після транспортування категорично заборонено, зокрема для бетонування монолітних конструкцій.

4.2.3 Порядок виконання робіт

Рекомендації щодо реконструкції мостової споруди та прилеглих ділянок дороги включають наступні етапи. Для початку, проводяться підготовчі роботи, включаючи організацію дорожнього руху та демонтаж старого покриття. Наступні етапи включають геодезичні та інженерно-геологічні виміри, розробку детального проекту реконструкції та підготовку мостової споруди. Послідовність виконання усіх робіт повинна бути відображена в ПВР, які розробляються підрядною будівельною організацією.

У межах підготовчих робіт проводиться організація дорожнього руху на період виконання ремонтних робіт згідно із встановленою схемою. Це включає

установку дорожніх знаків, світлофорів та облаштування огороження на місці проведення ремонтних заходів.

Демонтажні роботи на мостовій споруді включають в себе видалення асфальтобетонного покриття та шарів, що створюють ухил, а також встановлення тимчасових бетонних блоків і огороження. Крім того, виконуються операції з розбирання перильного огороження та демонтажу тротуарних плит.

Виконання робіт з облаштування відкрilка опори по осі "1"- "Б".

Виконання робіт з улаштування нових монолітних шафових стінок із відкрilками по осям "0" та "1".

Улаштування накладної монолітної залізобетонної плити над існуючими збірними порожнистими залізобетонними плитами.

Виконання робіт з ремонту підмостового русла.

Ремонт гідротехнічного затвору.

Улаштування збірних перехідних плит ПП-1.

Улаштування тротуарних плит на підходах МПТ-1, МПТ-2.

Монтаж конструкцій деформаційних швів між конструкціями прогонової та перехідних плит по осях "0" та "1" згідно технології виробника.

Улаштування системи перильного та бар'єрного огороження мостової споруди та підходів.

Улаштування системи дренажу проїзної частини.

Улаштування системи водовідводу з мосту.

Улаштування асфальтобетонного дорожнього покриття мостової споруди та перехідних плит з герметизацією стиків асфальтобетонного покриття з бордюрами та цоколем за допомогою герметизуючої стрічки.

Улаштування асфальтобетонного дорожнього покриття на підходах.

Улаштування епоксидно-поліуретанового покриття тротуарів мостової споруди.

Улаштування асфальтного покриття тротуарів на підходах.

Зміцнення конусів берегових опор монолітним бетонним упором, бетонування конусів за допомогою щебню, зміцнення схилів посівом трави.

Розмітка проїзної частини моста та встановлення дорожніх знаків.

4.2.4 Контроль якості матеріалів, конструкцій і виробів. Контроль якості вихідних матеріалів

Всі компоненти для приготування бетонних сумішей, такі як цемент, пісок, крупний заповнювач, вода і добавки, піддаються обов'язковому вхідному контролю з метою перевірки відповідності нормативним документам. Контроль якості цементу проводять при отриманні кожної партії, а при тривалому зберіганні - щомісячно після першого контролю якості [22,25].

Якість піску перевіряється шляхом визначення вологості, зернового складу, модуля крупності, вмісту пилюватих і глинистих часток методом відмучування, не рідше одного разу за зміну. Вологість піску додатково визначається після дощу або при підозрі щодо її зміни.

Контроль якості крупного заповнювача включає визначення вологості, зернового складу, включаючи вміст пилюватих і глинистих часток, не рідше одного разу за зміну. Інші властивості визначаються для кожної нової партії.

Згідно з вимогами Закону України "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення", будівельні матеріали та вироби, використовувані для реконструкції мосту, повинні мати заключення державної санітарно-епідеміологічної експертизи, яке підтверджує їх відповідність чинним екологічним нормам, включаючи Державні гігієнічні нормативи "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)". Особлива увага повинна бути приділена новим ефективним матеріалам і виробам, включаючи матеріали іноземного виробництва.

Також, необхідно надати сертифікати відповідності на основні будівельні матеріали і конструкції.

4.2.5 Контроль якості робіт

Основна мета контролю якості у будівництві полягає в уникненні, виявленні та виправленні причин та відхилень, які можуть призвести до дефектів та

невідповідностей. Виявлення дефектів під час будівництва, як правило, дозволяє їх легко виправити з мінімальними затратами, у порівнянні з тими, якщо вони були виявлені після завершення процесу будівництва.

Контроль якості будівельно-монтажних робіт під час реконструкції здійснюють служби державного та відомчого контролю, замовник, а також проектна організація, яка є автором проекту [25].

Державний контроль проводять органи державного архітектурно-будівельного контролю, Державної санітарної інспекції, Державного пожежного нагляду та Державного енергетичного нагляду. Ці органи виконують контроль за будівництвом в рамках своїх повноважень.

Внутрішній (відомчий) контроль якості виконуваних робіт здійснюється інженерно-технічними працівниками будівельних організацій, що виконують будівельно-монтажні роботи. Відповідальність за якість будівництва несе виробничо-технічний персонал, а також безпосередні виконавці робіт.

Важливу роль в цьому процесі відіграють інженерно-технічні працівники, які мають право визначати відповідальність за ведення робіт [25].

Замовник має повне право на контроль та нагляд за процесом і якістю виконання робіт, включаючи терміни виконання, якість матеріалів та правильність їх використання. Замовник зобов'язаний також забезпечити контроль і нагляд за оперативно-господарською діяльністю підрядника без втручання в його процес.

Процес контролю здійснюється не лише службами державного та відомчого контролю, але й працівниками технічного нагляду, які надаються замовником або дирекцією спорудженого підприємства. Замовник, виявивши відхилення від умов договору, має негайно повідомити підрядника про це. Якщо таке повідомлення не надійде, замовник втрачає право посилатися на виявлені ним недоліки.

Підрядник повинен виконувати вказівки замовника, якщо ці вказівки не суперечать умовам договору будівельного підряду і не втручаються в оперативно-господарську діяльність підрядника.

Авторський нагляд проводиться авторами проекту або іншими уповноваженими особами згідно з законодавством та умовами договору.

Результати авторського нагляду фіксуються в журналі, який зберігається як у замовника, так і у генерального проектувальника.

4.2.6 Техніка безпеки та охорона праці

Проектні рішення щодо ремонту мосту узгоджені з чинними нормативами та інструкціями. Під час виконання робіт важливо дотримуватися вимог [15] та інших відповідних галузевих документів, які стосуються безпеки праці, протипожежної та електричної безпеки, виробничої санітарії та охорони праці.

Заходи з безпеки повинні бути детально враховані у проекті виконання робіт (ПВР), який повинен бути розроблений генпідрядником перед початком ремонтних робіт. Цей проект повинен включати конкретні заходи, спрямовані на безпечне проведення будівельно-монтажних робіт та охорону праці. При цьому враховуються умови роботи та місцеві особливості.

Генпідрядник зобов'язаний дотримуватися усіх відповідних вимог і стандартів, а також урахувати конкретні фактори безпеки на будівельному майданчику.

Виконуючи роботи з реконструкції мосту, особливу увагу слід приділяти техніці безпеки. Деякі з основних аспектів техніки безпеки при виконанні різних видів робіт, зазначених у вашому переліку:

Демонтаж та монтаж залізобетонних конструкцій: використовуйте безпечні методи зняття та установки конструкцій. Дотримуйтеся правил монтажу та демонтажу для уникнення травм.

Роботи з улаштування опалубки та тимчасових опорних конструкцій опалубки: впевніться в стійкості опалубки та правильному закріпленні елементів. Забезпечте безпечний доступ для робочого персоналу.

Роботи з улаштування арматурних каркасів: застосовуйте персональні засоби захисту (зокрема, рукавички, каски, окуляри). Здійсніть правильне збирання та закріплення арматурних елементів.

Роботи з укладання монолітної бетонної суміші: використовуйте захисний одяг та засоби індивідуального захисту. Дотримуйтеся правил безпеки при роботі з бетоном.

Роботи в котлованах: забезпечте належну провентиляцію та вентиляційне обладнання в котловані. Додержуйтеся правил безпеки при роботі у закритих просторах.

Роботи поряд з лініями зв'язку та електропередач: уникайте небезпеки виникнення коротких замикань або пошкодження електромереж.

Роботи біля механізмів, що працюють: дотримуйтеся встановлених правил безпеки в робочих зонах механізмів.

Роботи на риштуваннях: переконайтеся в надійності та стійкості риштувань перед роботою.

Всі механізми, обладнання та інвентар повинні пройти огляд виконавцем робіт та бути прийняті по акту. У процесі виконання робіт треба постійно контролювати їх стан та справність. Забороняється використання кранів без обмежувачів вантажопідйомності. Особливу увагу слід звертати на огороження місць роботи від транспорту та пішоходів. Будівельні площадки повинні бути огорожені інвентарною огорожею з встановленням червоних сигнальних ліхтарів. Будь-які роботи підвищеної небезпеки повинні виконуватися відповідно до спеціальних інструкцій, що розробляються у складі проектів виконання робіт (ПВР).

Робочі місця повинні бути підготовлені відповідно до вимог правил техніки безпеки для виконуваних робіт. Експлуатація електрообладнання, підймальних пристроїв, агрегатів, які працюють під тиском, будівельних машин і трансмісій, має відбуватися з урахуванням діючих правил техніки безпеки. У разі можливості потрапляння газів, пилу в зону робітників, їх необхідно забезпечити відповідними індивідуальними захисними пристроями.

Рухомі частини машин і механізмів, до яких можуть доторкатися робітники, обов'язково повинні бути надійно огорожені. Пересування механізмів під

електропроводами дозволяється лише за відстані не менше 2 між проводами і найвищою точкою механізму.

Після вимкнення механізму з електромережі проводи, які можуть залишитися під напругою, повинні бути повністю вилучені. Якщо необхідно залишити проводи (навіть на короткий час), з них потрібно зняти напругу, а після завершення робіт їх ізолювати й підняти на висоту не менше 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 заборонено. Електрорубильники в приміщеннях необхідно обладнати глухими захисними кожухами для уникнення 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 вище 36 В, а в умовах особливо вологих місць, колодязів, котлів, цистерн, металевих резервуарів та подібних умов – не вище 12 В. Будь-який ремонт чи налагодження електроустаткування без відома електрика заборонено.

Прокладання електропроводів у місцях, де можливе безпосереднє доторкання до нього працюючих, повинно 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 заборонена.

Щоб запобігти пожежі при заправці машин паливом, заборонено палити та використовувати вогонь. У разі спалаху палива полум'я слід гасити піском, землею або накривати брезентом. Не можна заливати полум'я водою.

Під час роботи машин та механізмів на свіжовідсипаному насипу необхідно забезпечити, щоб колеса не проходили ближче 1 м від краю насипу. Проведення ремонтних робіт на машинах та механізмах під час руху заборонено.

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

З водіями та машиністами регулярно проводять інструктаж з питань охорони праці. Крім загальних правил, вони ознайомлюються зі спеціальними правилами безпеки праці на різних типах транспортних та вантажопідйомних машин, силового обладнання, а також основами технології будівництва.

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

4.2.7 ТЕП

Основні техніко-економічні характеристики споруди після капремонту наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – ТЕП проекту

№п/п	Найменування	Од.вим.	Кількість	При-ки
1	Вид будівництва	Реконструкція		
2	Категорія дороги на якій розташована мостова споруда (з врахуванням перспективи)	II технічна категорія (табл. 4.1 ДБН В.2.3-4:2015)		За даними Замовника
3	Клас навантаження	А-15 та НК-100		
4	Площа ділянки забудови (з підходами)	м ²	820	
5	Розрахункова інтенсивність руху (з урахуванням перспективи)	авт./добу	7 000	За даними Замовника
6	Тип дорожнього покриття	Капітальний (Асфальтобетон)		
7	Тип мосту за довжиною (по зовнішніх гранях берегових опор)	м	12,56 (малий)	
8	Довжина прогонів (по осях опор)	м	12,56 (однопролітний)	
9	Кількість смуг руху	од.	2 (по 3,0 м)	
10	Смуги безпеки	м	2 (по 1,25 м)	
11	Габарит (проїзна частина + тротуар)	м	Г-8,5+2,5+2,0 = 13,0	
12	Площа дорожнього покриття проїзної частини мосту	м ²	105	
13	Тротуар, тип покриття	Асфальтобетон		
14	Кошторисна вартість будівництва	тис. грн.	7 685,429	
15	В т.ч. БМР по гл. 1-9	тис. грн.	5 161,431	
16	Нормативна трудомісткість	люд.-год.	12 080,00	
17	Термін проведення будівництва	міс.	5,05	
18	Клас наслідків (відповідальності)	СС-3 (I)		

Висновки до розділу 4

У розділі розглядаються основні архітектурно-конструктивні рішення, прийняті при реконструкції мостової споруди, що передбачає:

- підсилення конструкцій існуючих берегових опор;
- заміну конструкцій прогонових будов із збільшенням вантажопідйомності основних несучих конструкцій мосту для сприйняття тимчасових рухомих навантажень А-15 та НК-100 згідно з [13];
- заміну прогонових конструкцій існуючого пішохідного містка по осі «А»;
- влаштування нових під'їзних плит та лежневих опор;
- улаштування деформаційних швів;
- улаштування захисного бар'єрного та перильного огородження;

- встановлення сучасної системи водовідведення;
- укріплення конусів та насипів;
- влаштування розмітки та дорожніх знаків.

Реконструкція мостової споруди потребує розробки технологічних рішень на ремонтні і відновлювальні роботи, пов'язані із підсиленням конструкцій існуючих залізобетонних, армокам'яної кладки з використанням ремонтних систем Sika за технологією виробника.

Перспективним є використання базальтофібробетонних сумішей для ремонтних робіт моткових споруд та автодоріг.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях випускної магістерської дипломної роботи розробляються заходи безпеки в процесі практичного використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд. Під час будівельно-монтажних робіт персонал попадає під вплив різноманітних небезпечних і шкідливих виробничі фактори. Аварії машин і механізмів, які використовуються на будівельному майданчику, а також невиконання правил по їх безпечній експлуатації може призвести до серйозної загрози життю та здоров'ю технологічного персоналу через небезпеку професійних захворювань і травмувань під час будівництва.

Отже, згідно [26,27], під час проектування, будівництва та реконструкції будинків і споруд на працівників впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори: фізичні, хімічні та трудового процесу. Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо). Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил). Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час проектування, будівництва та реконструкції заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про природно-заповідний фонд України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про ядерну безпеку», «Про дорожній рух», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про відходи», а також Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

У разі емісії шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря від матеріалів, що використовуються під час виконання будівельно-монтажних робіт, концентрація (ГДК) шкідливих речовин не повинна перевищувати гранично-допустимих величин згідно нормативних документів.

Заходи захисту навколишнього середовища повинні бути визначені в ПОБ, ПВР і виконуватися згідно з вимогами ДБН А.3.1-5 тощо. Оцінка впливу на навколишнє природне середовище матеріалів і споруд виконується згідно з ДБН А.2.2-1, ДБН В.1.2-8. Управління навколишнім природним середовищем здійснюється на основі розроблених та впроваджених згідно з ДСТУ ISO 14001, ДСТУ ISO 19011 систем управління навколишнім середовищем.

Для дотримання в процесі будівництва вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища та населення в проектно-технологічній та проектно-кошторисній документації необхідно передбачити виконання таких заходів: будівельно-монтажні роботи на територіях з обмеженим режимом господарської діяльності (заповідні зони, охоронні об'єкти тощо) дозволяється виконувати лише з дотриманням вимог державних екологічної та санітарно-гігієнічної експертиз; прокладання тимчасових автомобільних та інших під'їзних шляхів необхідно здійснювати так, щоб запобігти та унеможливити ушкодження сільськогосподарських угідь, дерев та кущів; виймання та складування родючого

шару ґрунту та подальше його використання здійснювати згідно з ДБН А.3.1-5; запобігання пилоутворенню та забрудненню атмосферного повітря; запобігання забрудненню підземних вод нижчих горизонтів під час будівельних робіт, штучного закріплення ґрунтів; виконання комплексу заходів з утилізації та знешкодження твердих і рідких відходів; проведення робіт з меліорації та зміни існуючого рельєфу (створення ставків і водосховищ, знищення ярів, балок, боліт, відпрацьованих кар'єрів) лише за наявності проектної документації, погодженої у визначеному порядку; виконувати знезараження промислових та побутових стоків згідно з Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт забороняється: випускання стічних вод, а також неочищених господарсько-побутових або виробничих стоків, що утворюються на будівельному майданчику або поряд з ним; знищення на будівельному майданчику деревинно-кущової рослинності, якщо це не передбачено проектною документацією (знищені дерева та кущі необхідно компенсувати висадженням подібної рослинності після закінчення будівництва); складання відходів та сміття у зонах житлової забудови без застосування спеціальних пристроїв.

Керівник робіт несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог. У разі виявлення під час виконання робіт об'єктів, що мають історичну, культурну або іншу цінність, керівнику робіт необхідно тимчасово зупинити будівельні роботи та повідомити про виявлені об'єкти установі та органам влади, передбаченим законодавством.

За наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених вище, безпека улаштування штучних основ і фундаментів повинна бути забезпечена відповідно до вимог [28] і проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо) на виконання цих робіт зокрема: дотримання вимог допуску працюючих до виконання робіт; дотримання безпечних способів і методів виконання робіт з улаштування штучних основ і фундаментів; вибір засобів механізації для виконання робіт; розроблення та дотримання схем монтажу,

демонтажу, переміщення по будівельному майданчику засобів механізації; забезпечення безпечної експлуатації бурового інструменту, палебійних механізмів, віброзанурювачів, механізмів із вдавлювання паль; забезпечення безпеки занурення віброзанурювачів, опускних колодязів, забивання та витягання обсадних труб; забезпечення безпечного виконання робіт у зонах обводнених ґрунтів, штучного закріплення ґрунтів, діючих підземних комунікацій; забезпечення безпеки праці під час виконання робіт на одному будівельному майданчику кількома машинами, механізмами; забезпечення безпеки праці під час використання спеціального обладнання для зведення протифільтраційних завіс, споруд типу «стіна у ґрунті», хімічного, термічного та інших видів закріплення ґрунтів; визначення номенклатури та забезпечення необхідної кількості засобів колективного та індивідуального захисту працівників.

До початку робіт наказом роботодавця повинна бути призначена особа, відповідальна за безпечне виконання робіт. Ця особа повинна вивчити геологічні та гідрогеологічні умови, розміщення підземних та наземних комунікацій.

Під час виконання робіт на одному робочому майданчику двома механізмами (бурова установка і кран) відстань між ними повинна бути не менше довжини стріли крана або башти бурильної установки плюс 5,0 м. За неможливості дотримання цих умов під час монтажу арматурного каркаса палі машиніст бурової установки та бурильники, які не беруть участі у монтажі каркаса, повинні вийти за межі небезпечної зони. Після завершення монтажу каркаса кран необхідно вивести з небезпечної зони.

На робочому місці необхідно мати засоби колективного захисту, а також аптечку. Заборонено перебування робітників без спецодягу і засобів індивідуального захисту в атмосфері, що містить пил, туман чи пару хімічних речовин.

Монтаж, демонтаж і переміщення палебійних і бурових машин і устаткування необхідно виконувати відповідно до ПВР бригадою робітників за участю машиніста і його помічника під керівництвом особи, яка відповідає за безпечне виконання цих робіт. Виконання зазначених робіт забороняється за

наявності вітру швидкістю більше ніж 15 м/с, а також під час грози. На будівельному майданчику, де виконуються роботи з монтажу та демонтажу машин і обладнання, безпека праці повинна бути забезпечена на всіх етапах робіт: до початку робіт повинні бути визначені і доведені до всіх виконавців робіт значення сигналів та засобів взаємодії, що подаються під час виконання робіт; заборонено перебування під щоглою бурової установки в період її монтажу або демонтажу; дозволено виконання робіт тільки вдень і на спланованому майданчику з твердою основою; металоконструкції повинні бути виставлені на інвентарні опори з використанням дерев'яних підкладок; всі з'єднання конструкцій повинні бути виконані з використанням передбаченої кількості кріпильних елементів.

Технічний стан палебійних і бурових машин (надійність кріплення вузлів, справність зв'язків і робочих настилів) необхідно перевіряти перед початком кожної зміни. Перед підніманням конструкцій палебійних чи бурових машин їх елементи необхідно надійно закріпити, а інструмент і незакріплені предмети видалити з цих конструкцій. Під час піднімання конструкції, зібраної у горизонтальному положенні, необхідно припинити всі інші роботи в радіусі, що дорівнює довжині конструкції плюс 5 м.

Перед початком бурових чи палебійних робіт необхідно перевірити: справність звукових і світлових сигнальних пристроїв; справність усіх механізмів і металоконструкцій; справність пристроїв обмеження висоти піднімання вантажозахоплювального органа; стан канатів для піднімання механізмів; стан вантажозахоплювальних пристроїв.

Під час роботи палебійних чи бурових машин особи, що безпосередньо не беруть участі у цих роботах, повинні перебувати на відстані не менше ніж 15 м. Перед початком огляду, змащування або чищення, усунення будь-яких несправностей бурової машини чи копра буровий інструмент чи палебійний механізм повинен бути опущений, поставлений у стійке положення, а двигун вимкнутий. Опускання та піднімання бурового інструменту чи палі виконується після подачі попереджувального сигналу. Під час піднімання або опускання

бурового інструменту забороняється виконувати на копрі чи буровій машині роботи, що не стосуються зазначених процесів.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання заводу та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – особливо небезпечні, так як роботи виконуються назовні приміщень. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [29,30]: для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги; електрозахисні засоби захисту: основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основні (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками; додаткові: діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати та знаки безпеки.

Експлуатація ручного електроінструменту дозволяється у разі дотримання таких вимог: перед кожною видачею інструменту в роботу повинна бути перевірена його комплектність та надійність кріплення деталей, справність захисного кожуху, кабелю (рукава); перед початком роботи повинна бути перевірена справність вимикача та машини на холостому ході; під час перерв у роботі, після закінчення роботи, під час змащування, очищення, заміни робочого елемента інструменту ручні машини необхідно вимкнути та від'єднати від електричної мережі; ручні машини, маса яких із розрахунку на руки працюючого, перевищує 10 кг, повинні мати пристрій для підвішування; під час роботи з

ручними машинами на висоті необхідно використовувати засоби підмоцвання (помости); нагляд за експлуатацією ручних машин необхідно доручати спеціально призначеній для цього особі.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на постійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	Пб	16-27	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	15-21	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [31]: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдуву; провітрювання приміщення.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та цемент, їх ГДК [32] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4
Цемент	6		4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [31]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [33] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г» (таблиця 5.3).

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	б	малий	середній	-	200	3	1,8

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4 Виробничий шум

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [34,35] (таблиця 5.4).

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

5.2.5 Виробничі вібрації

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних місцях у приміщеннях на будівельному майданчику наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10-2, знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

а) Класи умов праці за показниками важкості праці: загальні енергозатрати організму (кг/м):

Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 12 000(40); при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – 40 000(80); маса вантажу, що постійно підіймається – до 25 кг.

Стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук) – до 60 000; при регіональному навантаженні (участь рук та плечового суглоба) – до 30 000;

Статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70 000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000.

Робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) до 25% часу зміни

Нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 150 разів;

Переміщення у просторі (переходи задля технологічного процесу) – більше 12 км.

б) Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка - сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання - обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – до 50; щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150; навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – більше 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

Висновок до розділу 5

У даній роботі було встановлено небезпечні виробничі фактори при виконанні робіт по реконструкції мостової споруди. Проведено розрахунок шкідливих речовин, мікроклімату при виконанні робіт назовні. Також встановлено розряд зорової роботи робітників, клас та категорію електробезпеки.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів реконструкції дорожнього покриття.

Перший варіант. Використання асфальтного покриття.

Другий варіант. Використання базальтофібробетону. Перевагою даного методу є підвищеними фізико-механічними властивостями дорожнього покриття.

Для визначення кошторисної вартості ремонту дорожнього покриття розробляємо локальний кошторисний документ за допомогою програмного комплексу АВК (табл.6.1-6.2). Площа дороги – 100 м².

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

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата 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.

Таблиця 6.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 1

на Ремонт покриття з використанням асфальтобетону
 (найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:
 креслення(специфікації)№ Кошторисна вартість 127.699 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 0.00718 тис. люд.-год
 Кошторисна заробітна плата 0.594 тис. грн.
 Середній розряд робіт 3.3 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2023 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ДН2-2-1	Влаштування нижнього шару покриття товщиною 10 см із крупнозернистої асфальтобетонної суміші асфальтоукладачем VOGELE SUPER 1800, при ширині укладання 2,5 м0,3	1000 м2 покриття	0.1	1186323.47	10099.24	118632	290	1010	42.3700	4.24
					2902.35	1320.86			132	12.5962	1.26
2	ДН2-2-11	Влаштування нижнього шару покриття товщиною 10 см із крупнозернистої асфальтобетонної суміші асфальтоукладачем VOGELE SUPER 1800, при зміні товщини на кожні 0,5 см додавати або виключати ¹²	1000 м2 покриття	0.1	58378.94	-	5838	-	-	0.0300	-
					2.06	-			-	-	-
3	ДН2-44-1	Розлив бітумної емульсії ЕКШ-60 автогудронатором (0,8 л/м2)	1 т	1.2	587.13	587.13	705	-	705	-	-
					-	52.00			62	0.5600	0.67

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	ДН2-3-2	Влаштування вирівнюючого шару із пористої асфальтобетонної суміші асфальтоукладачем VOGELE SUPER 1800, при ширині укладання 3 м	100 т	0.0034	11953.38	9294.89	41	9	32	38.8100	0.13
					2658.49	1214.78			4	11.5962	0.04
5	С1421-9848	Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі [асфальтобетон щільний] (дорожні)(аеродромні), що застосовуються у нижніх шарах покриттів, крупнозернисті, тип А, марка 1	т	0.34	6440.09		2190				
Разом прямих витрат по кошторису							127406	299	1747		4.37
									198		1.97
Разом прямі витрати						грн.	127406				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	125360				
вартість ЕММ						грн.	1747				
в т.ч. заробітна плата в ЕММ						грн.		198			
заробітна плата робітників						грн.		299			
всього заробітна плата						грн.		497			
Загальновиробничі витрати						грн.	293				
трудоємність в загальновиробничих витратах						люд-г					0.84

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		заробітна плата в загально виробничих витратах					грн.		97			
		Всього по кошторису					грн.	127699				
		Кошторисна трудомісткість					люд-г					7.18
		Кошторисна заробітна плата					грн.		594			

Керівник
проектної
організації

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Прийняв

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ДН2-16-1	Влаштування тонкошарового покриття з литої емульсійно-мінеральної суміші машиною SCHAFER SMS 11000, товщиною верхнього шару 10 мм	1000 м2 покриття	0.1	82484.01	4868.60	8248	23	487	2.8600	0.29
					229.14	437.59			44	4.0960	0.41
2	ДН2-14-1	Проведення ремонтних робіт дорожнього одягу з використанням базальтофібробетону	1000 м2 площі фактичного ремонту	0.1	2176006.73	18502.80	217601	253	1850	36.9200	3.69
					2529.02	2271.04			227	21.5230	2.15
		Разом прямих витрат по кошторису					225849	276	2337		3.98
									271		2.56
		Разом прямі витрати				грн.	225849				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	223236				
		вартість ЕММ				грн.	2337				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		271			
		заробітна плата робітників				грн.		276			
		всього заробітна плата				грн.		547			
		Загальновиробничі витрати				грн.	310				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		трудомісткість в загальновиробничих витратах				люд-г					0.86
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		100			
		Всього по кошторису				грн.	226159				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					7.40
		Кошторисна заробітна плата				грн.		647			

Керівник
проектної
організації

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.3

При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

Розрахунок виконується за такою формулою:

$$P_v = K_v + \sum_{i=1}^t C_i : (1 + E_m)^i, \quad (6.1)$$

де P_v – приведені витрати, грн.;

C_i – річні витрати на ремонт у відповідні роки, грн/рік;

t – термін функціонування основних фондів, років;

K_v – обсяги інвестицій у будівництво об'єкта, грн.

E_m – дисконтна ставка приведення різночасових витрат, $E_m = 0,25$.

Розглянуті варіанти мають різні терміни експлуатації. Використання фібробетону продовжує термін служби до 30 років, тому для порівня двох варіантів приводимо їх до однакової кількості років – 30 років. Асфальтне покриття на протязі цього терміну буде потребувати 3 рази капітального ремонту, бо в нього термін експлуатації 10 років (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	127,406	225,849
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,00718	0,0074
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	0,594	0,647
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	0,293	0,31
Усього за кошторисом, тис. грн.	127,699	226,159
Обігові кошти, тис. грн.	42,57	80,84
Основні виробничі фонди, тис. грн.	1,549	3,356
Річні витрати на ремонт, тис. грн.	128,94	51,21
Показник приведених витрат, тис. грн.	457,21	389,42
Економічний ефект, тис. грн.	67,79	

Висновки до розділу 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння ремонту дорожнього полотна. Для двох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій пораховані приведені витрати. Приведені витрати враховують в своєму складі майбутню вартість експлуатації та ремонт доріг. Для варіанту асфальтобетонного покриття експлуатаційні витрати становлять більше ніж для варіанту з використанням фібробетону.

Порівнюючи кожний варіант протягом 30 років із таблиць 6.3 ми бачимо, що найбільш економічним є 2 варіант застосування базальтофібробетону. Кошторисна вартість на влаштування 100 м² становить – 226,16 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 647 люд-год., приведені витрати – 389,42 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що при введенні до складу бетону армуючого волокна виходить фібробетон. Фібробетон має більш високі показники опору навантаженню, що розтягує при вигині, ніж аналогічний бетон без дисперсного армування. Основною областю посилення залізобетонної конструкції волокнами є збільшення несучої здатності виробу та зменшення витрати сталевих арматур. Крім того, з усіх широко застосовуваних волокон, поліпропіленове та базальтове волокна не створюють жодних проблем у їх застосуванні, можуть бути додані на будь-якій стадії приготування фібробетону, не схильні до комкування та корозії.

Визначено, що зростання показників міцності зразків на стиск і згин досягається введенням в суміш базальтових волокон за рахунок зростання адгезії волокон з цементно-піщаною матрицею. Підвищення таких показників як тріщиностійкість і, відповідно, довговічність базальтофібробетону пов'язано з макроармуючою здатністю фібрового волокна і релаксацією напруги на поверхні контакту «матрицязаповнювач». Процес руйнування бетонів, дисперсно-армованих базальтовим волокном значно довший процесу руйнування звичайних мілкозернистих бетонів. Слід також відзначити, що подальше збільшення витрати фібри приводить до її грудкуванню, зниження міцності на стиск і розтяг при вигині.

Впровадження фібробетону в автодорожню інфраструктуру забезпечує вибір оптимальних типів волокон, їх обсягів, та підтримку точних технологічних процесів змішування та укладання матеріалу. Це забезпечує оптимальні результати при реконструкції автомобільних шляхів та споруд.

В ході теоретичних та експериментальних досліджень доведено позитивний ефект укріплення бетону базальтовими волокнами, що характеризується високими показниками фізико-механічних характеристик.

Визначено найбільш раціональне дозування базальтового мікроармуючого волокна. Оптимальним є склад базальтофібробетону з концентрацією фібри, що становить $1,4 \text{ кг/м}^3$, в якому виявлено максимальне збільшення міцності до 41% у порівнянні із контрольним не армваним бетоном. Подальше збільшення витрати фібрових волокон призводить до їх комкування, а також зниження міцності та як наслідок подорожчання базальтофібробетону. Введення суперпластифікаторів знижується витрата води замішування при збереженні рухливості та дозволяє збільшити міцність базальтофібробетону на 29%.

Розглядаються основні архітектурно-конструктивні рішення, прийняті при реконструкції мостової споруди, що передбачає підсилення конструкцій та їх заміну, укріплення.

Реконструкція мостової споруди потребує розробки технологічних рішень на ремонтні і відновлювальні роботи, пов'язані із підсиленням конструкцій існуючих залізобетонних, армокам'яної кладки з використанням ремонтних систем Sika за технологією виробника.

Перспективним є використання базальтофібробетонних сумішей для ремонтних робіт мостових споруд та автодоріг.

Запропоновані підходи до покращення технічних, екологічних та економічних аспектів роботи враховують найновіші досягнення у галузі будівництва та безпеки праці. Встановлено, що характеристика зорових робіт – малої точності, відповідно розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г». Категорія умов по небезпеці електротравматизму – особливо небезпечні, так як роботи виконуються назовні приміщень.

Кошторисна вартість на влаштування 100 м^2 становить – 226,16 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 647 люд-год., приведені витрати – 389,42 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пересенчук О. П., Бондар А. В., Ковальський В. П. Використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд. *Енергоефективність в галузях економіки України-2023*: матеріали міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. Вінниця, 2023. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19534/16176> (дата звернення: 25.11.2023).
2. Онищенко А. М., Чиженко Н. П. Оцінка довговічності цементобетонного покриття автомобільних доріг. *Дороги і мости*. 2020. Випуск 22. С. 138-148.
3. Нагайчук В. М., Радовський Б. С. Світовий досвід та сучасні підходи до використання цементобетонного покриття. *Дороги і мости*. 2020. Випуск 21. С. 188-200.
4. Нові технології і матеріали, які застосовуються у дорожньому будівництві в Україні. URL: <https://mcet.com.ua/novi-tehnologiyi-i-materiali-yaki-zastosovuyutsya-u-dorozhnomu-budivnitstvi-v-ukrayini/>
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012. Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу. [Чинний від 2013-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. URL : https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29793
6. ДСТУ-Н Б В.2.3-36:2016. Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу. [Чинний від 2017-04-01]. Київ, 2017. 30 с.
7. Будівництво і ремонт автомобільних доріг з використанням зарубіжної техніки та новітніх технологій. Типові технологічні карти Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор). Київ, 2003. 299 с.

8. Степура В. С., Белятинський А. О., Кушель Н. В. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навч. посіб. К. : НАУ, 2013. 204 с.
9. Kateryna Krayushkina K., Bieliatynskyi A. Perspectives of usage of seamless and fiber basalt filament for construction and rehabilitation of motor roads and airfields. URL : https://www.researchgate.net/publication/343154370_PERSPECTIVES_OF_USAGE_OF_SEAMLESS_AND_FIBER_BASALT_FILAMENT_FOR_CONSTRUCTION_AND_REHABILITATION_OF_MOTOR_ROADS_AND_AIRFIELDS.
10. Draft Ukraine Recovery Plan Materials of the “Construction, Urban Planning, Modernization of Cities and Regions”. *The National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War*. URL : <https://www.urc2022.com/urc2022-recovery-plan> (accessed on 18 July 2022).
11. Krayushkina K., Khymeruk T., Bieliatynskyi A. Basalt fiber concrete as a new construction material for roads and airfields. URL : https://www.researchgate.net/publication/338050004_Basalt_fiber_concrete_as_a_new_construction_material_for_roads_and_airfields
12. Bieliatynskyi A., Krayushkina K., Skrypchenko A. Modern Technologies and Materials for Cement Concrete Pavement's Repair. URL : https://www.researchgate.net/publication/293195152_Modern_Technologies_and_Materials_for_Cement_Concrete_Pavement's_Repair
13. 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. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 84 с.
14. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. [Чинний від 2013-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 28 с.
15. ДБН В.1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Введ. з 1 січня 2007 р. на заміну СНиП 2.01.07-85 (крім розділу 10). [Чинний

від 2007-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінбуд України, 2006. 71 с.

16. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. К., Мінрегіон України, 2018. 30 с.

17. ДБН В 1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. [Чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 110 с.

18. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Правила проектування. Введ. з 6 травня 2006 р. на заміну СНиП 2.05.03-84. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. 217 с.

19. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування. [Чинний від 2010-03-01]. Вид. офіц. К., Мінрегіон України, 2009. 38 с.

20. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Правила проектування. Введ. з 6 травня 2006 р. на заміну СНиП 2.05.03-84. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 217 с.

21. ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів і труб. UPL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64101

22. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016. Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів. UPL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65192

23. ДСТУ Б В.2.7-176:2008. Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови. UPL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25443

24. ДСТУ Б В.2.7-114:2002. Суміші бетонні. Методи випробувань. UPL: http://forum.stroytehnadzor.com.ua/files/dstu_b_v.2.7-114-2002.pdf

25. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. UPL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/A315_Organizatsiya-

budivelnogo-virobnitstva.pdf

26. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

27. 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. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

28. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

29. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

30. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

31. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

32. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

33. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

34. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму,

ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

35. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

ДОДАТКИ

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ
ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Використання технології фібробетону при реконструкції автодорожних споруд

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

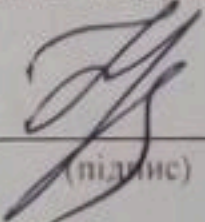
Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 84 % Схожість 16 %

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

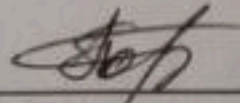

(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

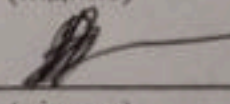
Автор роботи


(підпис)

Пересенчук О.П.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Ковальський.В.П.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б – Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Актуальність теми, мета роботи, задачі, предмет дослідження, об'єкт дослідження, інноваційність роботи
Лист №2	Теоретична частина
Лист №3	Експериментальна частина
Лист №4	Вплив пластифікуючих добавок на міцність дрібнозернистих фібробетонів
Лист №5	Узагальнення досліджень
Лист №6	Схема генерального плану мостової споруди до та після капітального ремонту
Лист №7	Схема розташування монолітних з/б елементів мосту та підходів до мосту. Розрізи 1-1, 2-2. Вузол улаштування деформаційного шва.
Лист №8	План мостової споруди. Специфікації. Розрізи.
Лист №9	Технологічна схема організації будівельних робіт при улаштуванні опалубки прогонової будови. Монолітна прогонова плита МП-1. Опалубка. Вказівки до виконання робіт
Лист №10	Календарний графік, графік руху робітників
Лист №11	Будівельний генеральний план. Експлікація тимчасових приміщень

Актуальність роботи. Одним із перспективних напрямів забезпечення надійної і довговічної роботи конструкцій автодорожніх споруд, які постійно піддаються впливам змінних атмосферних впливів і значним експлуатаційним навантаженням, є використання в них фібробетону. Із підвищенням вартості металу, зросла вартість і сталеві арматури та фібри, тому доцільно розглянути використання базальтової фібри як часткового чи повного заміника сталевим волокном у складі фібробетонів для дорожніх споруд.

Метою роботи є отримання складів дорожніх базальтофібрбетонів з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Задачі:

- вивчити типи фібри, яку доцільно використовувати у бетонах для транспортних споруд;
- провести дослідження впливу базальтового волокна на структуру бетонного композиту;
- визначить роль добавок у регулюванні властивостей базальтофібрбетонів.

Об'єкт роботи: фібробетони для транспортних споруд із використанням базальтової фібри.

Предмет роботи: реологічні, фізико-механічні та експлуатаційні властивості базальтофібрбетону.

Інноваційність роботи визначається результатами теоретично-експериментальних досліджень базальтофібрбетону, що дозволили визначити оптимальне співвідношення між собою відсотку дисперсного армування і довжини фібр на міцність та експлуатаційну довговічність.

Теоретична частина

Фібробетон є композитним будівельним матеріалом, у якому традиційну сталеву арматуру замінено сталевими, скляними, базальтовими чи полімерними волокнами. Це призводить до отримання матеріалу з відмінними фізико-механічними характеристиками, а також підвищеною тріщиностійкістю та стійкістю до зовнішніх впливів.

Переваги використання фібробетону в автодорожньому будівництві :

1. Підвищення міцності та довговічності. Фібробетон, завдяки волокнам, що рівномірно розподіляються в матриці, забезпечує підвищену міцність автомобільних доріг та інших споруд, що піддаються реконструкції.
2. Зменшення ризику виникнення тріщин та деформацій. Використання фібробетону дозволяє уникнути виникненню тріщин на ранніх етапах їх утворення.
3. Зменшення вартості. Використання фібробетону може зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування автодоріг через меншу потребу в частих ремонтних роботах та оновленні дорожнього покриття..
4. Екологічність. Дороги і споруди на основі цементного бетону за рахунок своєї довговічності і стійкості матеріалів утворюють менше викидів і забруднення в навколишнє середовище.

Недоліки використання фібробетону:

1. Висока вартість початкового впровадження технології. Широке впровадження використання фібробетонів в дорожньому будівництві потребує підготовки фахівців та придбання спеціалізованого обладнання для забезпечення правильної роботи з матеріалом. Також, великі витрати має розробка і впровадження ефективних складів фібробетонів, що окуповується через 10-15 років експлуатації доріг і автодорожніх споруд.
2. Стандартизація та регулювання. На початковому етапі впровадження технології фібробетону в дорожнє будівництво потребує розробки стандартів та нормативів. Встановлення чітких стандартів є ключовим елементом забезпечення якості та надійності конструкції, виготовленої з використанням цього матеріалу. Сьогодні для перевірки властивостей фібробетонів в Україні використовують стандарти для бетонів.

Експериментальна частина

З метою поліпшення фізико-механічних властивостей бетону на мікрорівні проведені дослідження впливу базальтового дисперсно-армованого волокна на структуру бетонної матриці. Встановлено, що застосування базальтової фібри дає можливість отримати на стадії перемішування реологічно однородної, пластичної суміші, яка не розшаровується. Затверділий фібробетон має просторово армовану мікроструктуру цементного каменю, що перешкоджає утворенню усадкових тріщин.

Аналіз результатів проведених випробувань показав, що найбільш оптимальним є склад фібробетону з концентрацією базальтової фібри $1,4 \text{ кг/м}^3$. Для нього характерним є збільшення міцності на стиск до 40,89 %, а міцності на розтяг при згині – до 21,07 %.

Вплив базальтового волокнистого наповнювача на міцність фібробетону

№ п/п	Дозування фібри, кг/м^3	Границя міцності, МПа	
		на розтяг при згині	на стиск
1	0	2,23	30,42
2	0,6	2,25	31,24
3	0,8	2,35	33,25
4	1,0	2,30	40,16
5	1,2	2,4	41,94
6	1,4	2,70	42,86
7	1,6	2,70	39,57
8	1,8	2,70	37,50
9	2,0	2,60	40,09
10	2,5	2,80	39,84



Характер руйнування зразків фібробетону із базальтовим волоком

Зростання показників міцності зразків на стиск і згин пояснюється тим, що введення в суміш базальтових волокон дозволяє збільшити адгезію з цементно-піщаною матрицею. Підвищення таких показників як тріщиностійкість і, відповідно, довговічність базальтофібробетону пов'язано з макроармуючою здатністю фібрового волокна і релаксацією напруги на поверхні контакту «матриця-заповнювач». Процес руйнування бетонів, дисперсно-армованих базальтовим волокном значно довший процесу руйнування звичайних мілкозернистих бетонів. Слід також відзначити, що подальше збільшення витрати фібри приводить до її грудкуванню, зниження міцності на стиск і розтяг при вигині.

На структуру фібробетону впливає не тільки фіброве волокно, а і комплексне введення добавок і мікрозміцнювачів. Щоб поліпшити фізико-механічні властивості дрібнозернистих фібробетонів, необхідно дослідити вплив пластифікуючих добавок на їх міцність. Встановлено, що в результаті проведених експериментальних досліджень спостерігається позитивний вплив суперпластифікаторів на фізико-механічні властивості цементно-піщаного розчину. Таким чином, введення добавки «Sikament BV 3М» та «SikaLatex» сприяло підвищенню міцності та рухливості розчину.

Результати представлені у таблиці «Вплив пластифікуючих добавок на міцність дрібнозернистих фібробетонів».



Назва	Розлив стандартного конуса, мм	Середня щільність, кг/м ³	Границя міцності, МПа	
			на розтяг при згині	на стиск
Еталон	106	2234,37	2,30	30,42
Sikament BV 3М	109	2135	2,35	40,19
SikaLatex	111	2171,88	2,40	55,01

Використання фібробетону в автодорожньому будівництві відкриває широкі перспективи для підвищення якості та тривалості інфраструктури. Інтеграція цієї технології вимагає збалансованого підходу, урахування всіх етапів будівництва та реконструкції, а також розв'язання викликів, пов'язаних із стандартизацією та вартістю.

Впровадження фібробетону в автодорожню інфраструктуру забезпечує вибір оптимальних типів волокон, їх обсягів, та підтримку точних технологічних процесів змішування та укладання матеріалу.

В ході теоретичних та експериментальних досліджень доведено позитивний ефект укріплення бетону базальтовими волокнами, що характеризується високими показниками фізико-механічних характеристик.

Оптимальним є склад базальтофібробетону з концентрацією фібри, що становить 1,4 кг/м³, в якому виявлено максимальне збільшення міцності. Подальше збільшення витрати фібрових волокон призводить до їх комкування, а також зниження міцності та як наслідок подорожчання базальтофібробетону.

Встановлено, що застосування всіх вищевказаних компонентів комплексно призводить до максимального набору міцності фібробетонних зразків, ніж застосування цих складових окремо.

Узагальнення досліджень

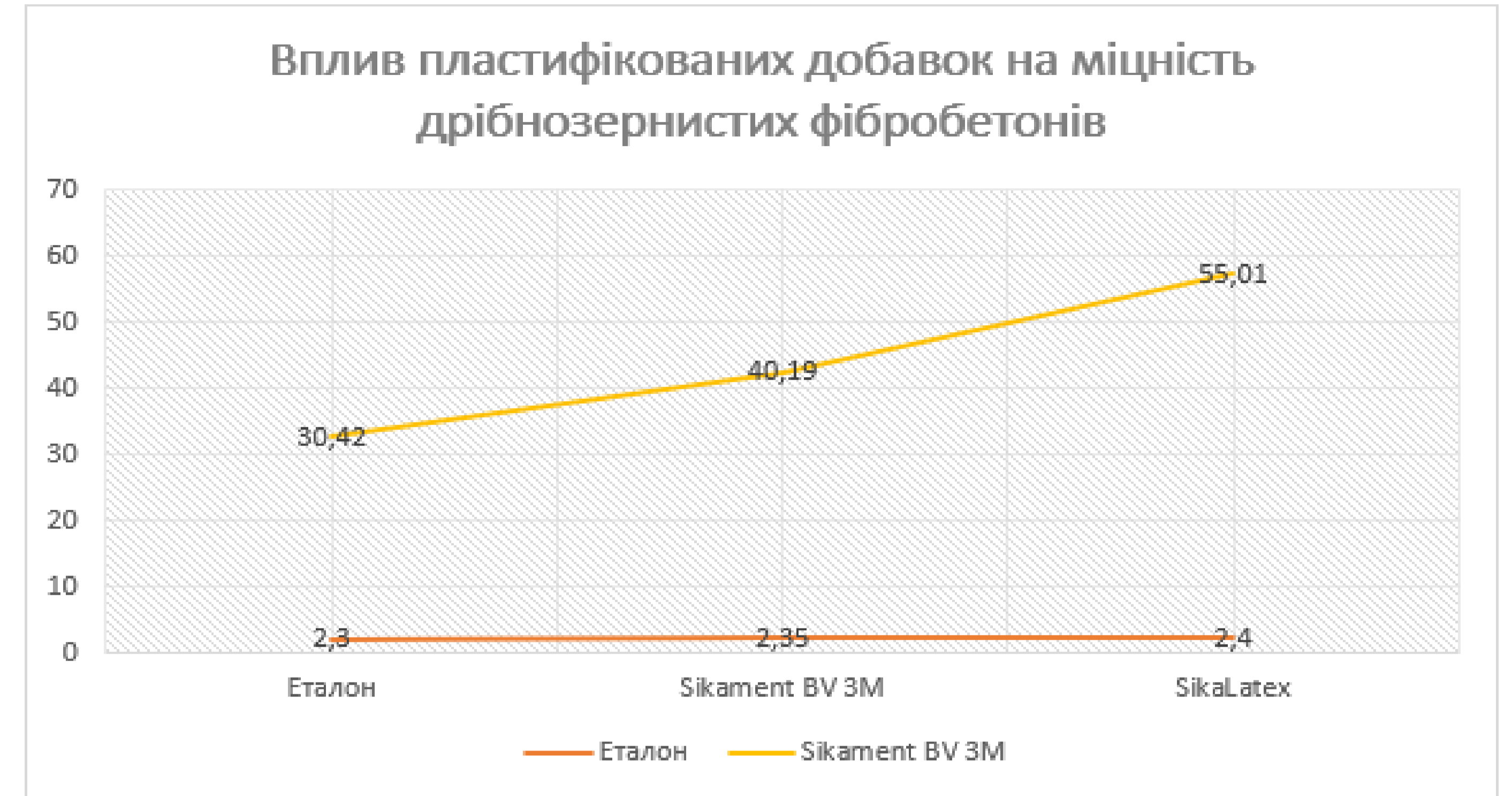
Були проведені дослідження впливу базальтових дисперсних армуючих волокон на структуру бетонної матриці. У дослідженнях були використані наступні матеріали:

- Портландцемент марки ПЦ М500,;
- кварцовий пісок;
- В якості пластифікуючих добавок використовували суперпластифікатори: "Sikament BV 3M", "SikaLatex" [9];
- в якості макроармуючих волокон використовували базальтову фібру [10].

Механічні випробування зразків дрібнозернистого фібробетону на згин і стиск проводили на гідравлічному випробувальному пресі.

Встановлено, що використання базальтової фібри дозволило отримати реологічно однорідну пластичну суміш, яка не розшаровувалася на стадії перемішування. Затверділий фібробетон має просторово армовану мікроструктуру цементного каменю, що запобігає утворенню усадочних тріщин.

Аналіз результатів випробувань показує, що найбільш придатним складом є фібробетон з концентрацією базальтової фібри 1,4 кг/м³. Цей бетон характеризується збільшенням міцності на стиск до 40,89% і міцності на розтяг при згині до 21,07%.



Використання фібробетону в автомобільному будівництві відкриває широкі перспективи для підвищення якості та тривалості інфраструктури. Інтеграція цієї технології вимагає збалансованого підходу, урахування всіх етапів будівництва та реконструкції, а також розв'язання викликів, пов'язаних із стандартизацією та вартістю.

Впровадження фібробетону в автомобільну інфраструктуру забезпечує вибір оптимальних типів волокон, їх обсягів, та підтримку точних технологічних процесів змішування та укладання матеріалу. Це забезпечує оптимальні результати при реконструкції автомобільних шляхів та споруд.

В ході теоретичних та експериментальних досліджень доведено позитивний ефект укріплення бетону базальтовими волокнами, що характеризується високими показниками фізико-механічних характеристик.

Визначено найбільш раціональне дозування базальтового мікроармуючого волокна. Оптимальним є склад базальтофібробетону з концентрацією фібри, що становить 1,4 кг/м³, в якому виявлено максимальне збільшення міцності. Подальше збільшення витрати фібрових волокон призводить до їх комкування, а також зниження міцності та як наслідок подорожчання базальтофібробетону.

Схема генерального плану мостової споруди до капітального ремонту (1:200)

Умовні позначення:

- межі мостової споруди;
- межа робіт;
- автомобільна дорога;
- став, річка;
- елементи дамби;
- трава;
- мочарі з очеретом і тростиною;
- дерева;
- чагарники;
- лінії зв'язку підземні кабелівні
- ліхтарі електричні на стовпах
- існуюча забудова
- будівля млину
- існуючі підземні тунелі
- існуючий бордюр
- охоронна зона пам'ятки архітектури та містобудування категорії національного значення "Електростанція та млин" (деявний охоронний номер 977) спільна з палацом і парком
- орієнтовна межа території об'єкта культурної спадщини "Електростанція та млин" к. XIX - п. XX ст. (деявний охоронний номер 977)
- прибережна захисна смуга
- існуюче перилне озородження

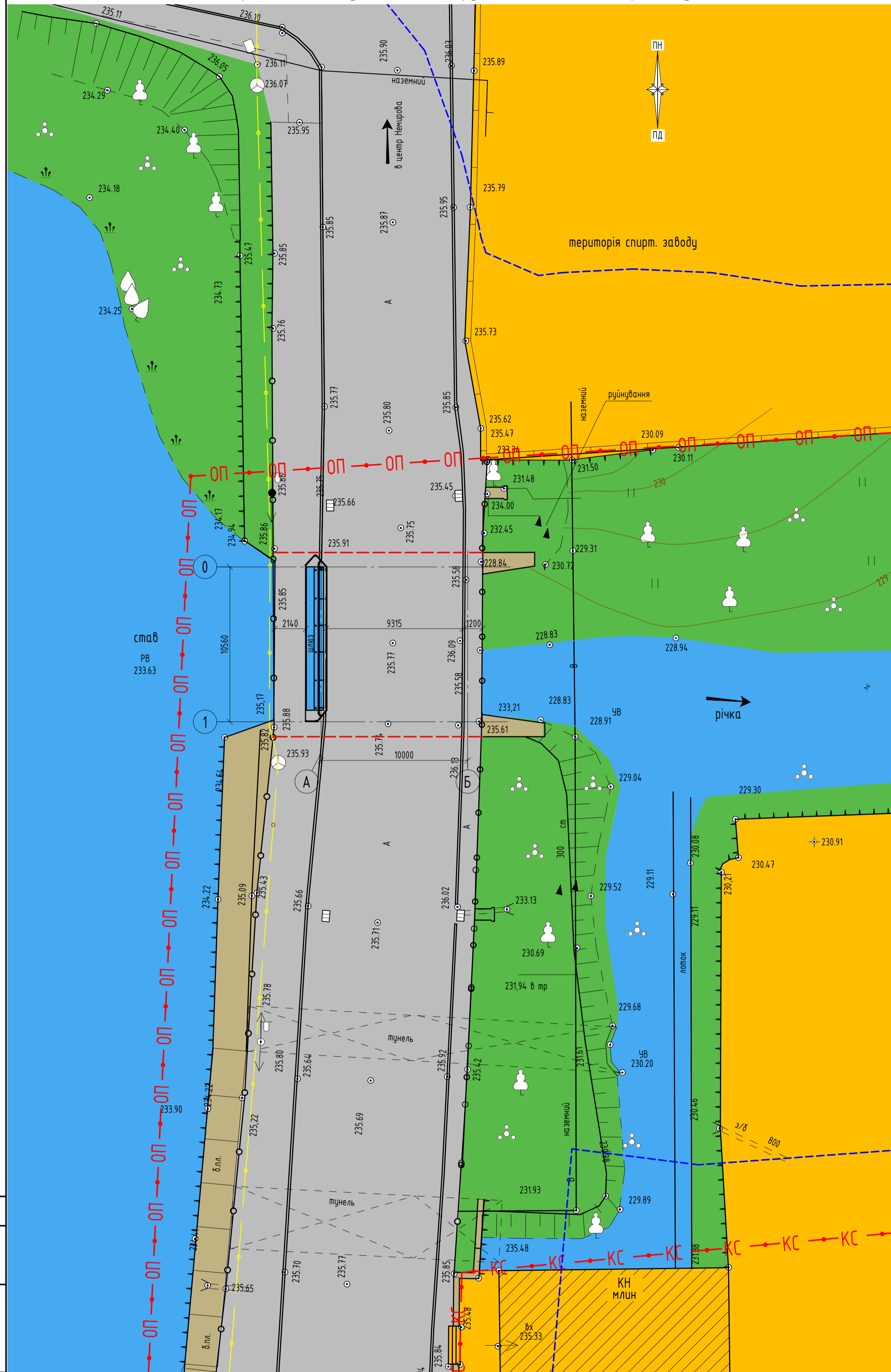
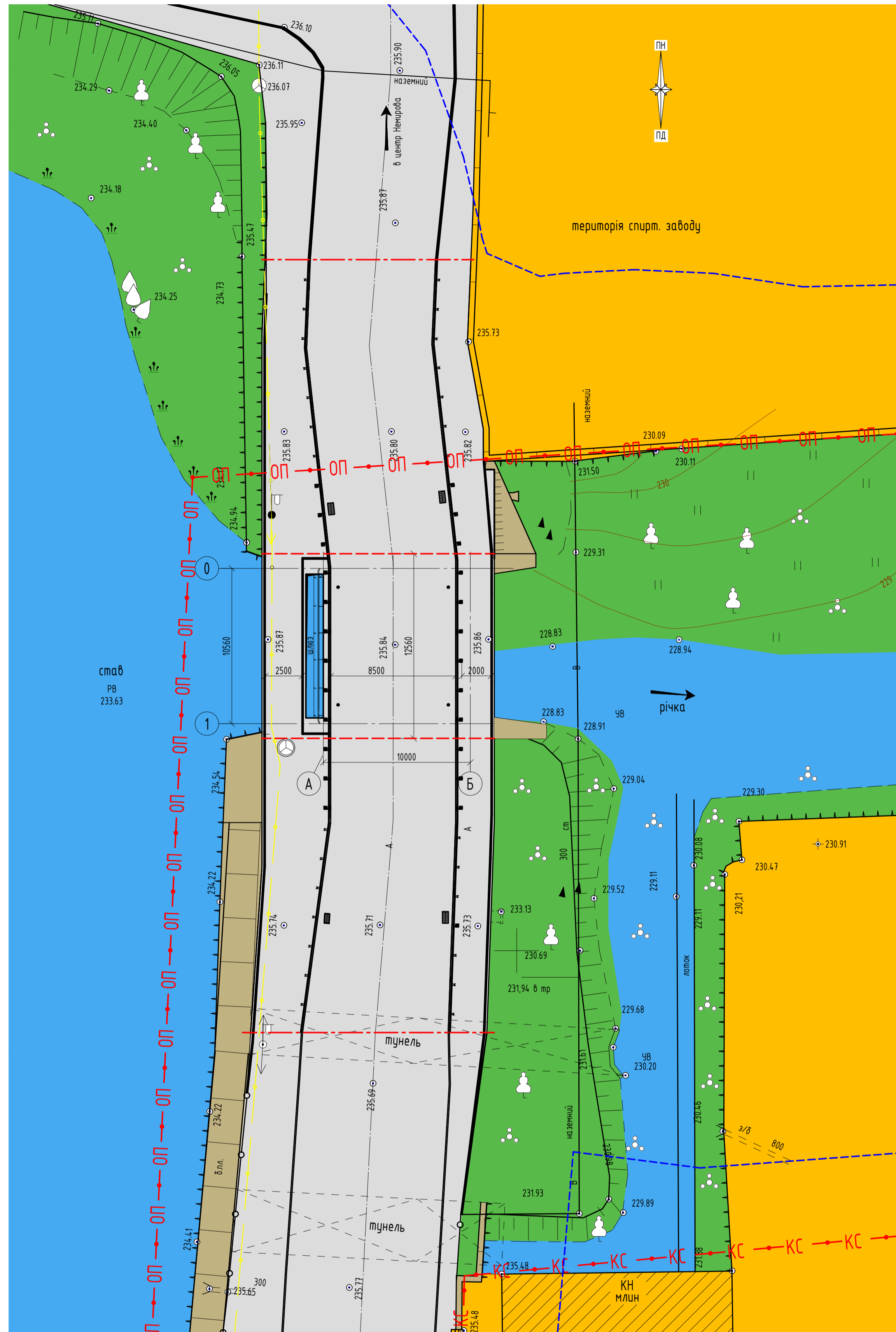


Схема генерального плану мостової споруди після капітального ремонту (1:200)

Умовні позначення:

- межі мостової споруди;
- межа робіт;
- автомобільна дорога;
- став, річка;
- елементи дамби;
- трава;
- мочарі з очеретом і тростиною;
- дерева;
- чагарники;
- лінії зв'язку підземні кабелівні
- ліхтарі електричні на стовпах
- існуюча забудова
- будівля млину
- існуючі підземні тунелі
- бордюр
- бар'єрне озородження
- охоронна зона пам'ятки архітектури та містобудування категорії національного значення "Електростанція та млин" (деявний охоронний номер 977) спільна з палацом і парком
- орієнтовна межа території об'єкта культурної спадщини "Електростанція та млин" к. XIX - п. XX ст. (деявний охоронний номер 977)
- прибережна захисна смуга
- існуюче перилне озородження
- існуючі підпірні стінки



Основні техніко-економічні показники

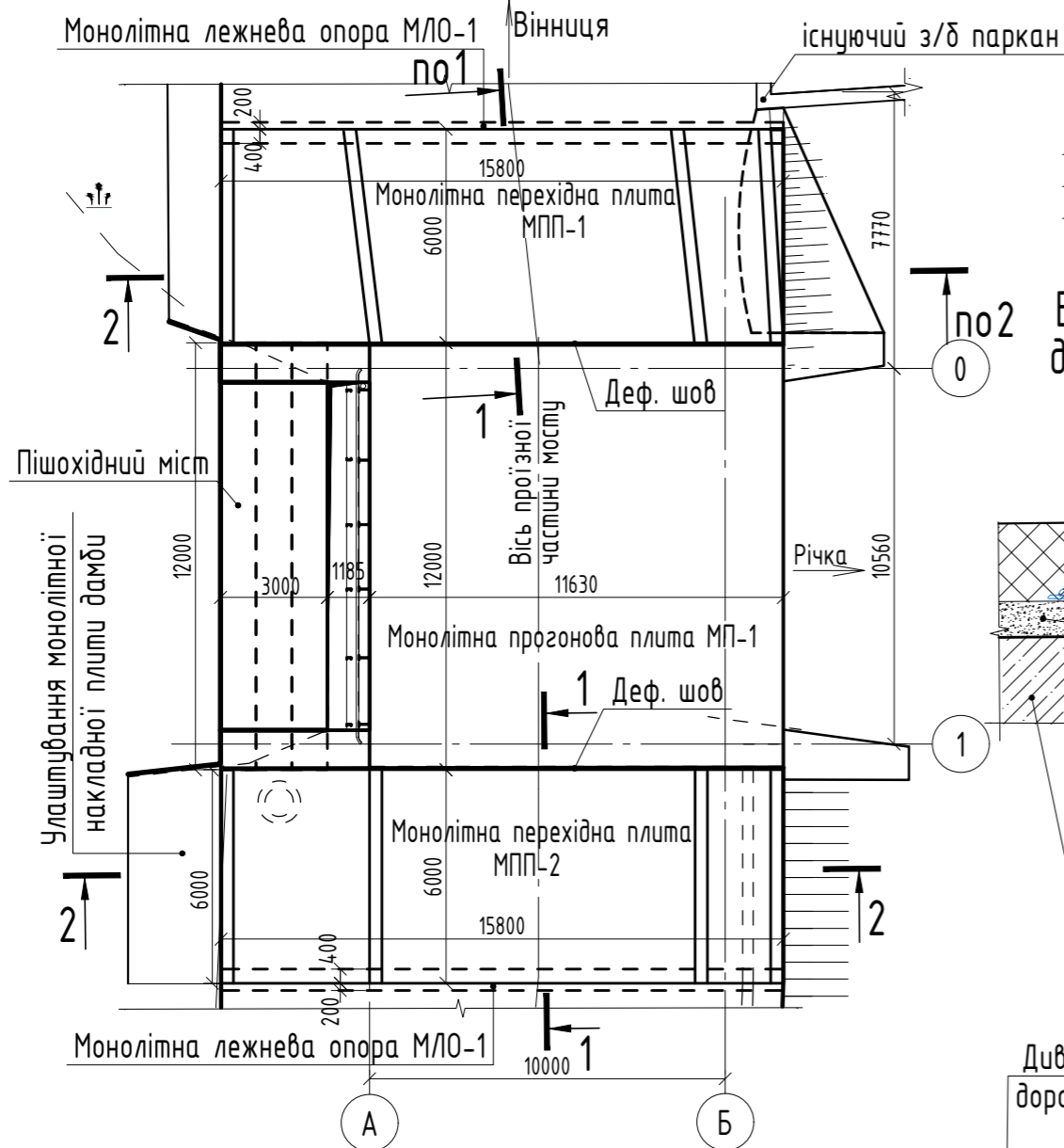
№ п.п.	Найменування	Од. виміру	Кількість	Прим.
1	Вид будівництва	Капітальний ремонт		
2	Категорія дороги на якій розташована мостова споруда (з врахуванням перспективи)	II технічна категорія (табл. 4.1 ДБН В.2.3-4:2015)		
3	Клас навантаження	А-15 та НК-100		
4	Площа ділянки робіт	га	0,082	
5	Розрахункова інтенсивність руху (з врахуванням перспективи)	авт./добу	7000	За даними Замовника
6	Тип дорожнього покриття і покриття тротуарів	Капітальний (Асфальтобетон)		
7	Тип мосту за довжиною (по зовнішніх гранях берегових опор)	м	12,56 (малий)	
8	Габарит (проїзна частина + тротуар)	м	Г=8,5+2,5+2,0=13,0	
9	Кошторисна вартість будівництва	тис. грн.	10,50	
10	Клас наслідків (відповідальності)	СС-3 (I)		
11	Швидкість руху	км/год	50	

Основні техніко-економічні показники

№ п.п.	Найменування	Од. виміру	Кількість	Прим.
1	Категорія дороги на якій розташована мостова споруда (з врахуванням перспективи)	II технічна категорія (табл. 4.1 ДБН В.2.3-4:2015)		
2	Клас навантаження	Н-30 та НК-80		
3	Площа мостової споруди (з підходами)	га	0,08	
4	Розрахункова інтенсивність руху	авт./добу	5000	За даними Замовника
5	Тип дорожнього покриття і покриття тротуарів	Капітальний (Асфальтобетон)		
6	Тип мосту за довжиною (по зовнішніх гранях берегових опор)	м	12,56 (малий)	
7	Габарит (проїзна частина + тротуар)	м	Г=9,375+2,14+12=12,655	
9	Клас наслідків (відповідальності)	II		
10	Швидкість руху	км/год	60	Проектна

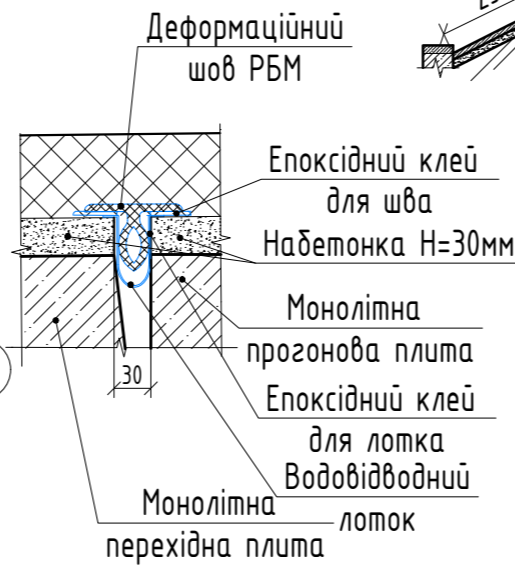
08-11МКР.008-АБ					
Мостова споруда					
Зам.	Кілик	Лист	№ Док.	Лінійс.	Дата
Розробив	Ларсенко О. П.				
Перевірив	Сможик В. В.				
Керівник	Ковальський В. П.				
Нач. контролю	Масельська І. В.				
Опонував	Степанов Д. В.				
Затвердив	Шевць В. В.				
Використання технології фібробетону при реконструкції автомобільних споруд					
Сторона	Аркши	Аркши			
п	6	11			
Схема генерального плану мостової споруди до та після капітального ремонту					
ВНТУ, гр. 16-22м					

Схема розташування монолітних з/д елементів мосту та підходів до мосту (1:200)



Монолітна накладна плита дамби армована сіткою $\phi 12$ з кроком 200, м - 0.10
Існуючі елементи покриття дамби

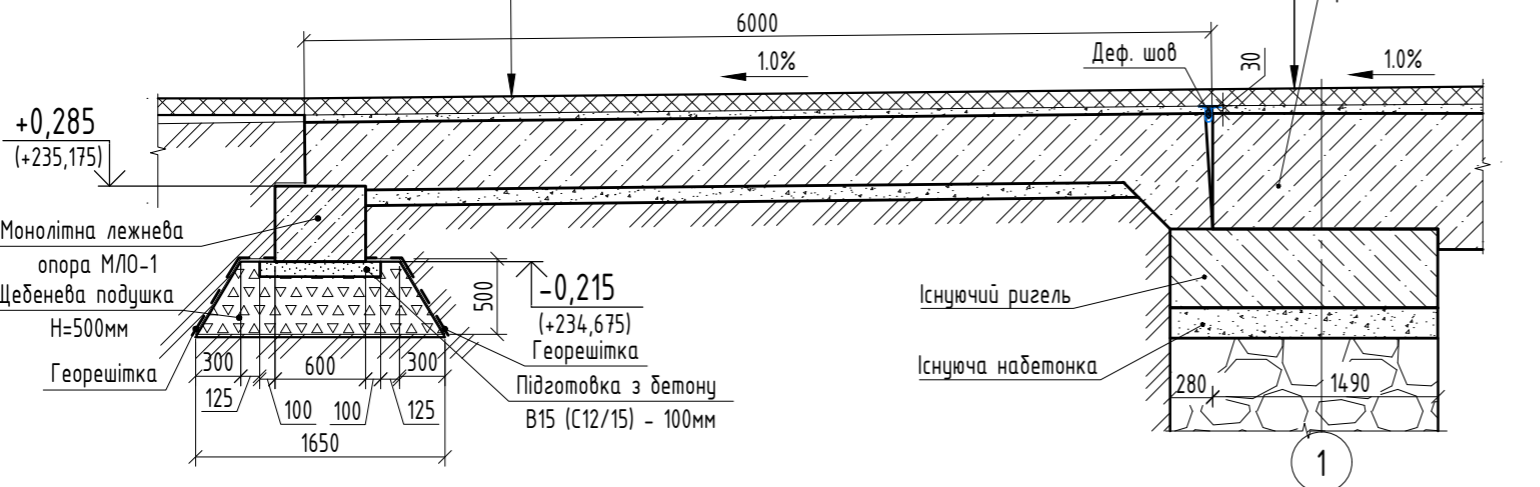
Вузол улаштування деформаційного шва



Див. специфікацію дорожнього одягу

1-1

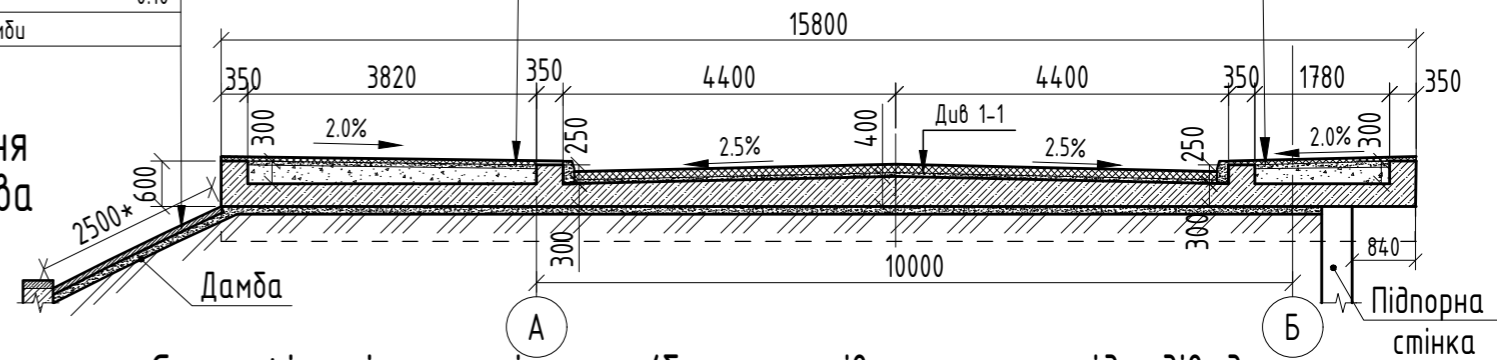
ЩМА-20, БМКА 60/90-55 (Трозм 65°(ДСТУ Б.В.2.7-313))	
згідно ДСТУ Б В.2.7-127 з додаванням ПАР, м	- 0.05
Розлив бітумної емульсії (ЕК-ШМ-50 згідно ДСТУ Б.В.2-7-129), л/м ²	- 0.4
АСГ.Др.Щ.А.Н.П.І БМКА 60/90-55 (Трозм 65° (ДСТУ Б.В.2.7-313)), м	- 0.06
Наплавна гідроізоляція (типу техноеластмост Б по праймеру), м	- 0.005
Бетонна стяжка з мілкодисперсного бетону В15 (С12/15), м	- 0.03
Монолітна перехідна плита, м	- 0.3
Підготовка з бетону В15 (С12/15), м	- 0.1
Ущільнений щебнем ґрунт	



2-2

АСГ.Др.Щ.А.Н.П.І БМКА 60/90-55 (Трозм 65° (ДСТУ Б.В.2.7-313)), м	- 0.05
Наплавна гідроізоляція (типу техноеластмост Б по праймеру), м	- 0.005
Бетонна стяжка з мілкодисперсного бетону В15 (С12/15), м	- 0.05
Основа із ЩПС С5 згідно з ДСТУ Б.В.2.7-30:2013, м	- 0.2 ... 0.25
Монолітна перехідна плита, м	- 0.3
Підготовка з бетону В15 (С12/15), м	- 0.1
Ущільнений щебнем ґрунт	

Див. специфікацію дорожнього одягу



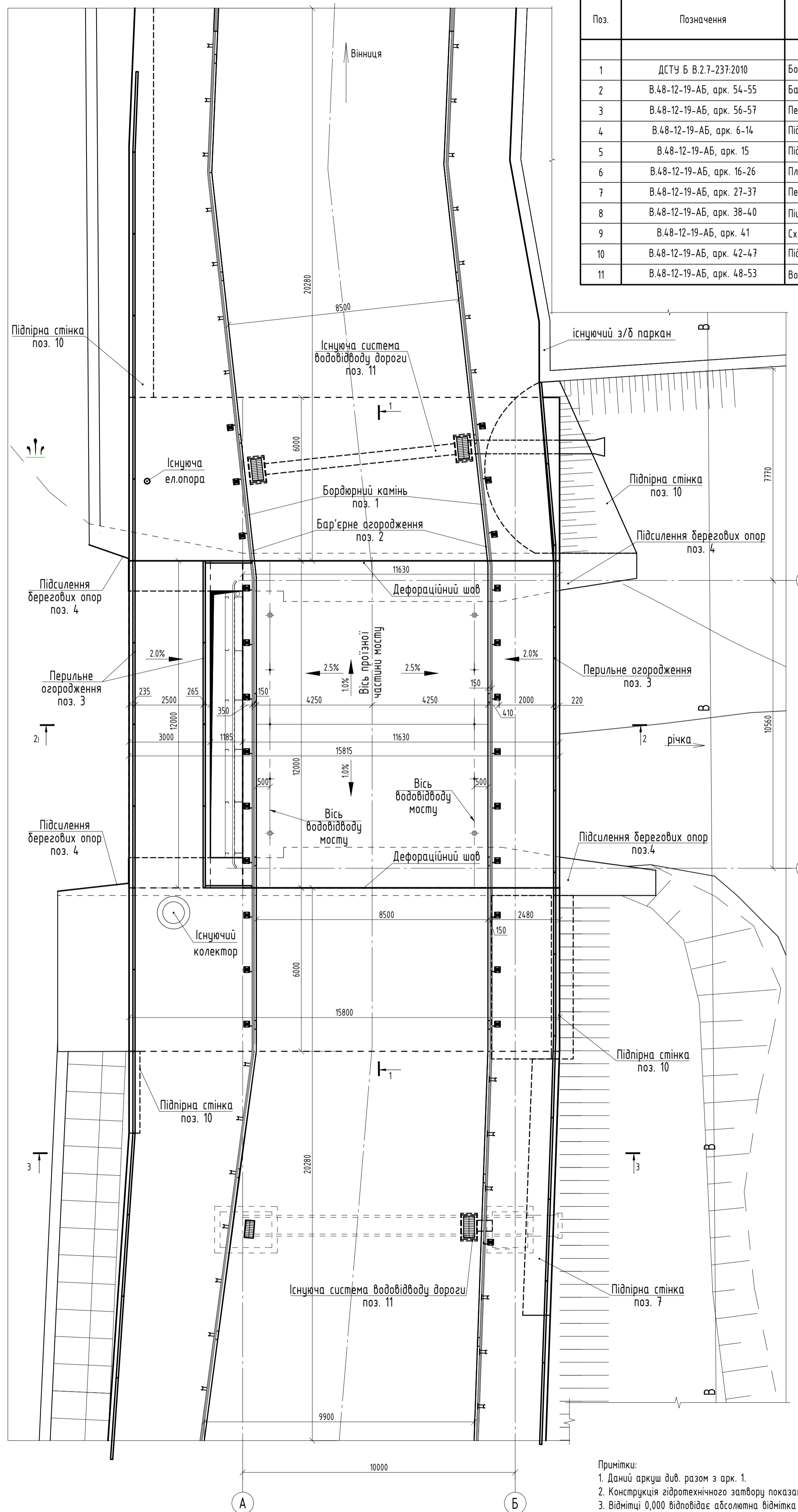
Специфікація монолітних з/д елементів мосту та підходів до мосту

Поз.	Позначення	Найменування	К-ть.	Маса од., кг	Примітки
МП-1	див. арк. 17 ... 26	Монолітна прогонова плита МП-1	1		
МПП-1	див. арк. 27 ... 31	Монолітна перехідна плита МПП-1	1		
МПП-2	див. арк. 32 ... 36	Монолітна перехідна плита МПП-2	1		
МЛО-1	див. арк. 37	Монолітна лежнева опора МЛО-1	2		
ПМ	див. арк. 38 ... 40	Пішохідний міст	1		
Матеріали:					
		Щебенева подушка: щебінь фрак 20-40	26.07		м ³
		Георешітка	50.56		м ²
		Підготовка: бетон В15 (С12/15)	20.86		м ³
		Набетонка (стяжка): мілкодисперсний бетон В15 (С12/15), W4, F100	6.53		м ³
		Деформаційний шов РБМ	31.60		м п

- За умовний рівень 0.000 прийнято верх існуючого ригеля мостової споруди
- Роботи з облаштування підходів розпочинати тільки після влаштування основних монолітних конструкцій мостової споруди та гідроізоляції їх поверхонь, що контактують з ґрунтом.
- При влаштуванні щебеневої подушки та бетонної підготовки під монолітні лежневі опори МЛО-1 особливу увагу звернути на належне ущільнення ґрунтів основи (довести щільність до 16.5 т/м²). Щебенева подушку укріпити двохісною георешіткою.
- Поверхні плит, що контактують з ґрунтом, захистити обмазувальною гідроізоляцією за 2 рази.
- Наплавну гідроізоляцію перехідних плит влаштувати одночасно з влаштуванням гідроізоляції прогонової плити мостової споруди.
- Дозволяється замість бетонної підготовки влаштувати щебенева підготовку з проливкою цементним розчином з наступним влаштуванням водонепроникної плівки шляхом проливки бітумною мастикою.

08-11.МКР.008-АБ					
Мостова споруда					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата
Розробив		Пересенчук О. П.			
Перевірив		Смоляк В. В.			
Керівник		Ковальський В. П.			
Норм. контроль		Масвська І. В.			
ОпONENT		Степанов Д. В.			
Затвердив		Швець В. В.			
Використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд			Стадія	Аркцш	Аркцшв
			п	7	11
Схема розташування монолітних з/д елементів мосту та підходів до мосту. Розрізи 1-1, 2-2. Вузол улаштування деформаційного шва			ВНТУ, гр. 1Б-22м		

План мостової споруди (1:100)

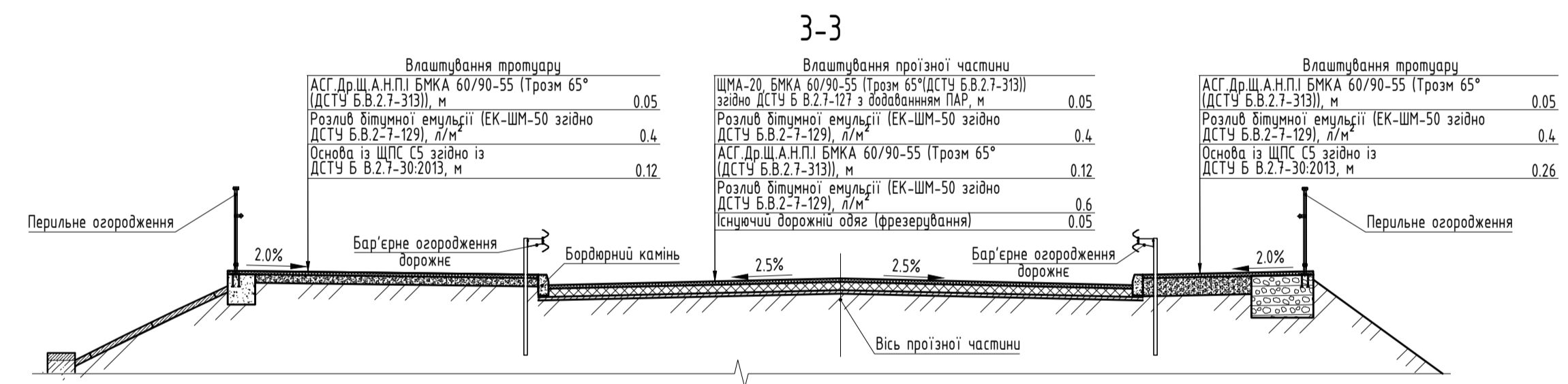
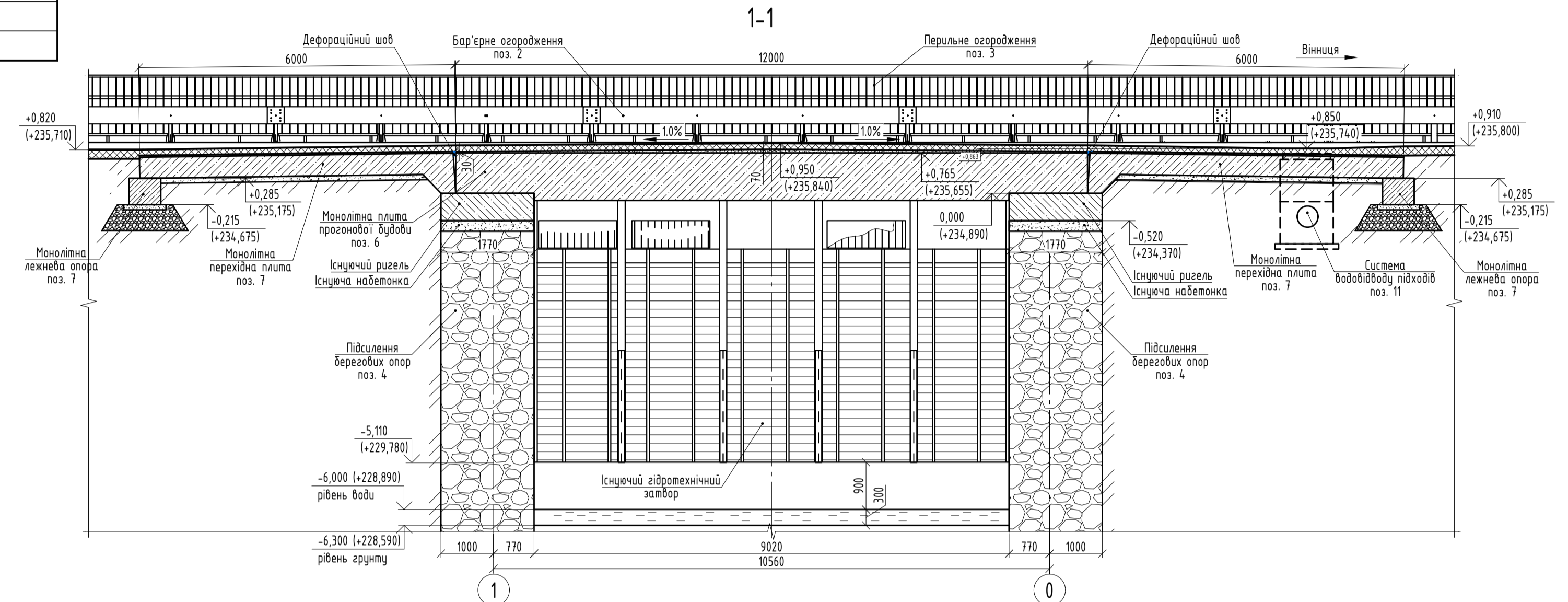


Специфікація елементів мостової споруди

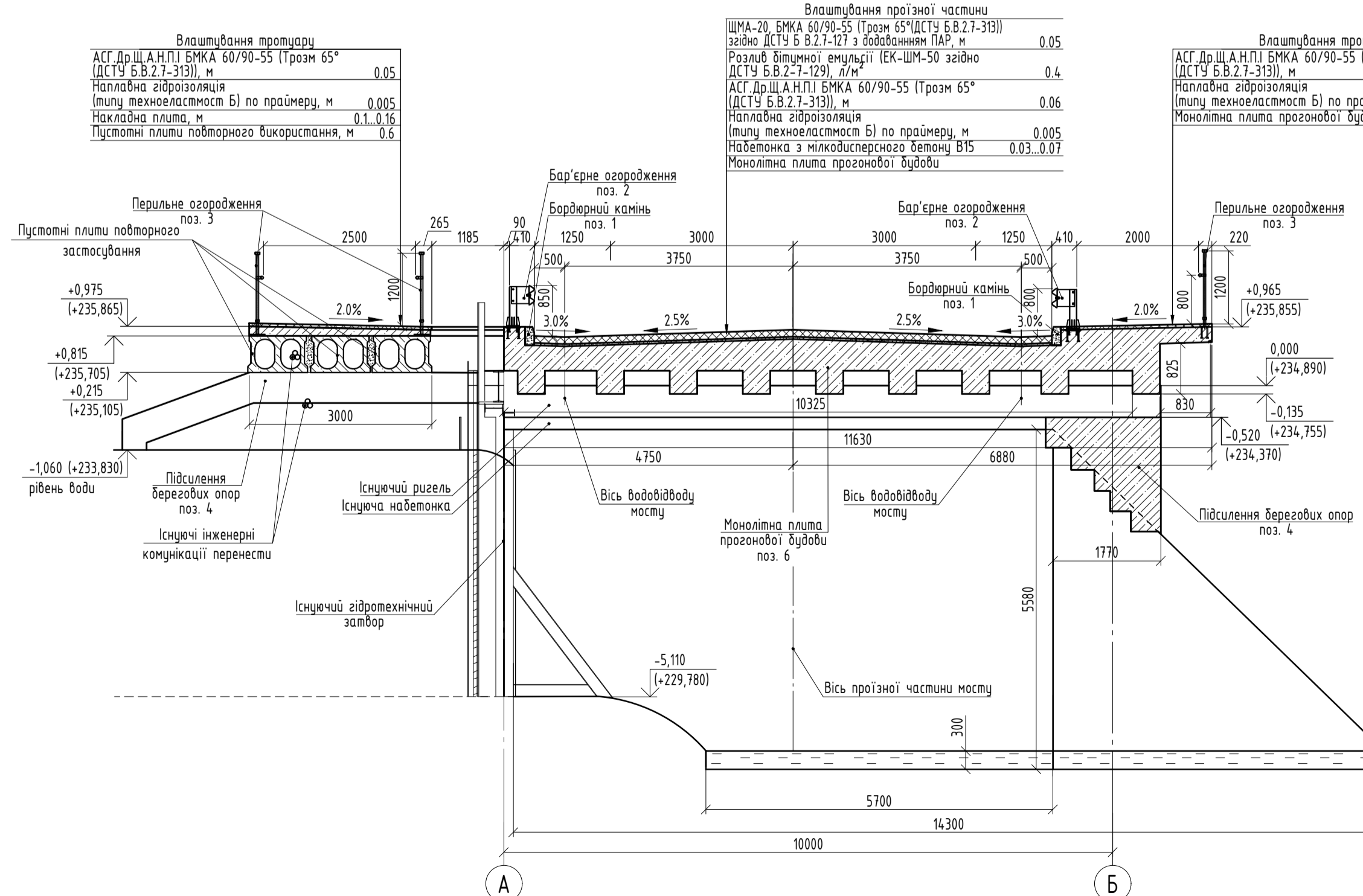
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітки
		Складальні одиниці			
1	ДСТУ Б В.2.7-237:2010	Бордюрний камінь БР 100.30.15		100	105,44 м.п.
2	В.4.8-12-19-АБ, арк. 54-55	Бар'єрне огородження			105,44 м.п.
3	В.4.8-12-19-АБ, арк. 56-57	Перильне огородження			91,45 м.п.
4	В.4.8-12-19-АБ, арк. 6-14	Підсилення берегових опор			
5	В.4.8-12-19-АБ, арк. 15	Підсилення монолітного ригеля			
6	В.4.8-12-19-АБ, арк. 16-26	Плита прогонової дубови			
7	В.4.8-12-19-АБ, арк. 27-37	Перехідні плити			
8	В.4.8-12-19-АБ, арк. 38-40	Підпірні міст			
9	В.4.8-12-19-АБ, арк. 41	Схема закладних деталей			
10	В.4.8-12-19-АБ, арк. 42-47	Підпірні стінки			
11	В.4.8-12-19-АБ, арк. 48-53	Водовідвід			

Специфікація на дорожній одяз

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітки
		Матеріали			
	ДСТУ Б В.2.7-127:2015	Щебенево-мастиковий асфальтобетон ШМА-20, БМКА 60/90-55		23,4 м³	
	ДСТУ Б В.2.7-135:2014	Бітумна емульсія ЕК-ШМ-50		411,1 л	
	ДСТУ Б В.2.7-119:2011	Асфальтобетон АСГ-Др.Щ.А.НПІ БМКА 60/90-55		60,8 м³	
		Наплавна гідроізоляція (типу техноеластом Б), по праймеру		369,7 м²	
		Праймер Техноіколь №03		110,91 л	
	ДСТУ Б В.2.7-30:2013	Основа із ЦПС С5		31,0 м³	



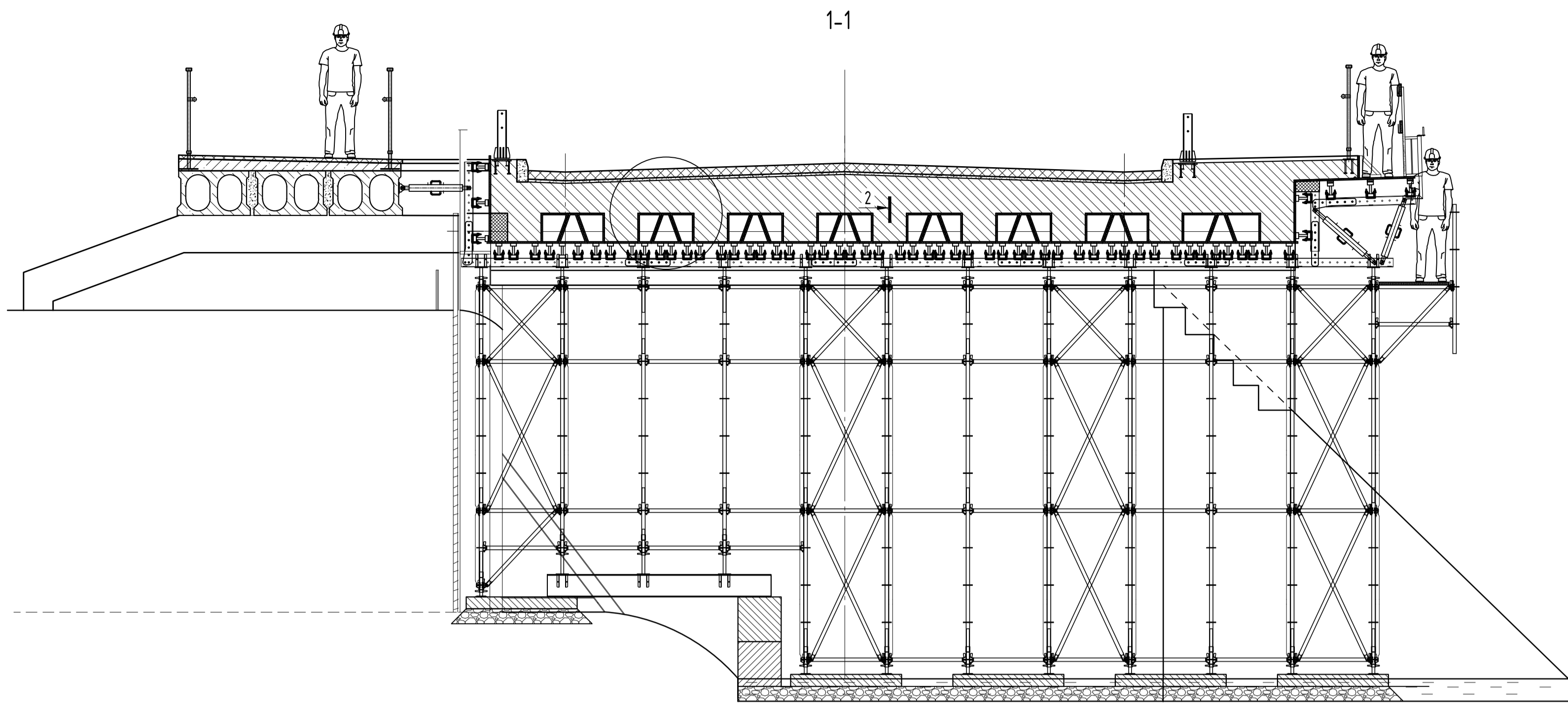
2-2



Примітки:
 1. Дані аркуш див. разом з арк. 1.
 2. Конструкція гідротехнічного затвору показана умовно.
 3. Відмітки 0,000 відповідає абсолютна відмітка +234,890 м.

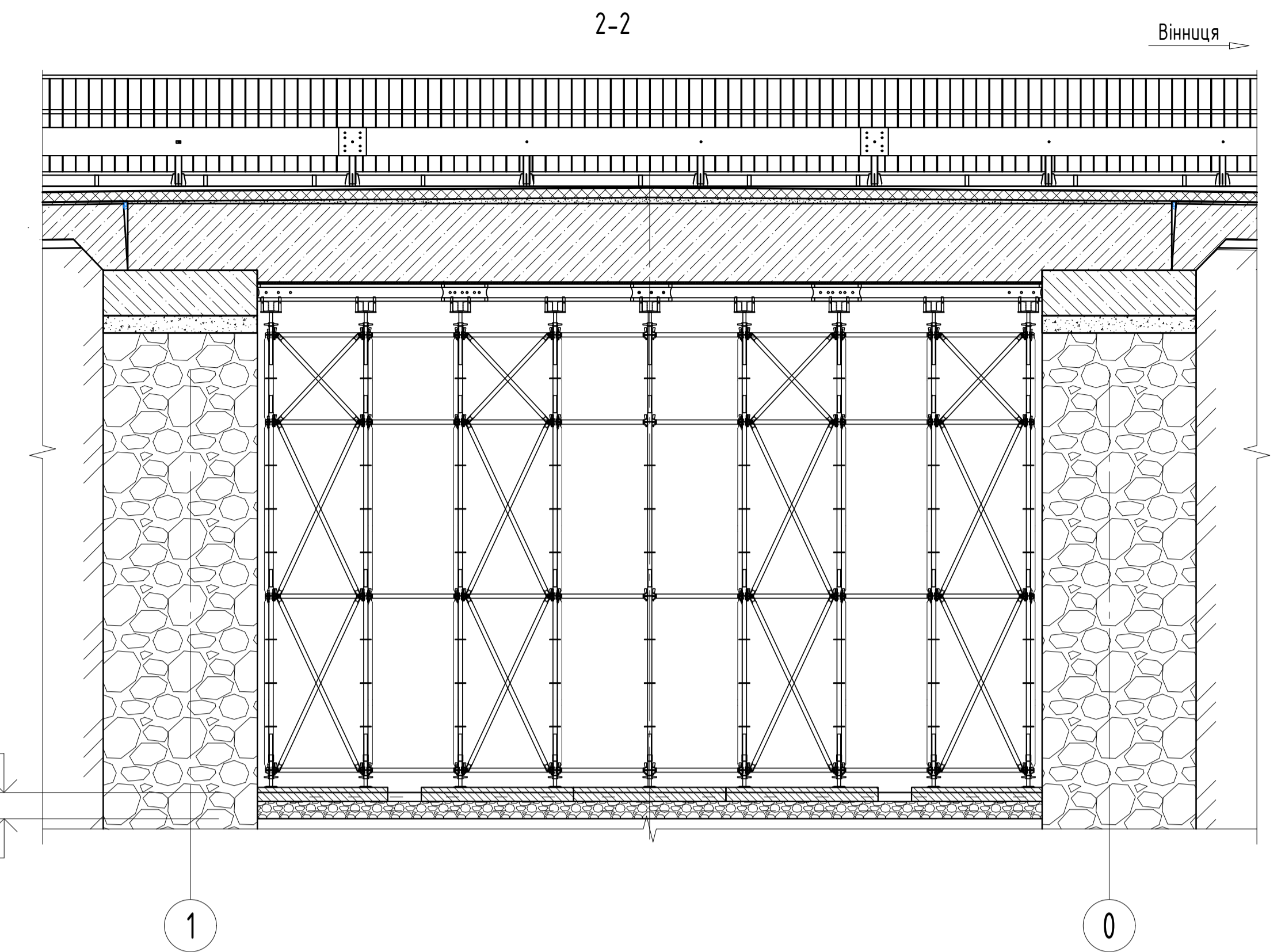
08-11МКР.008-АБ					
Мостова споруда					
Зм.	Кільк.	Лист.	№ арк.	Підпис.	Дата.
Розробив	Переглянув	В. П.			
Перевірив	Степанів	В. В.			
Керівник	Ковальський	В. П.			
Нач. контролю	Масляк	І. В.			
Опонамент	Степанів	В. В.			
Затвердив	Шевць	В. В.			
Використання технології фібробетону при реконструкції автомобільних споруд				Степанів	Аржак
План мостової споруди (1:100). Специфікація. Розрив.				п	в
ВНТУ, зр. 16-22м					

Погоджено
 № арк. 1/2/3-П
 Зам. № 16
 Підпис: І. Пала
 14/04/17



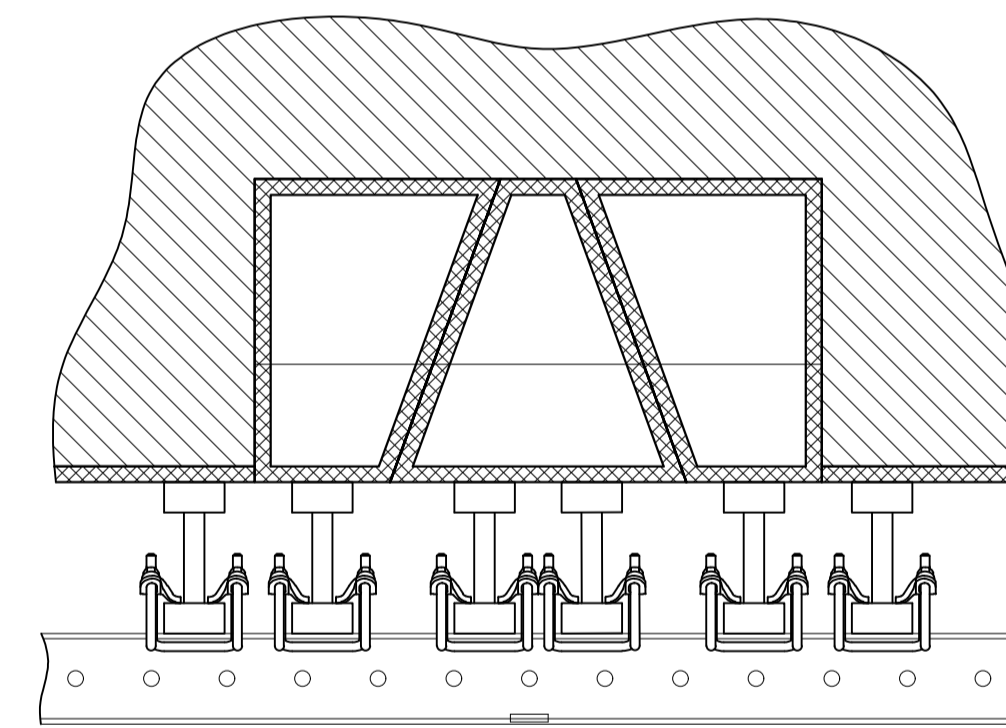
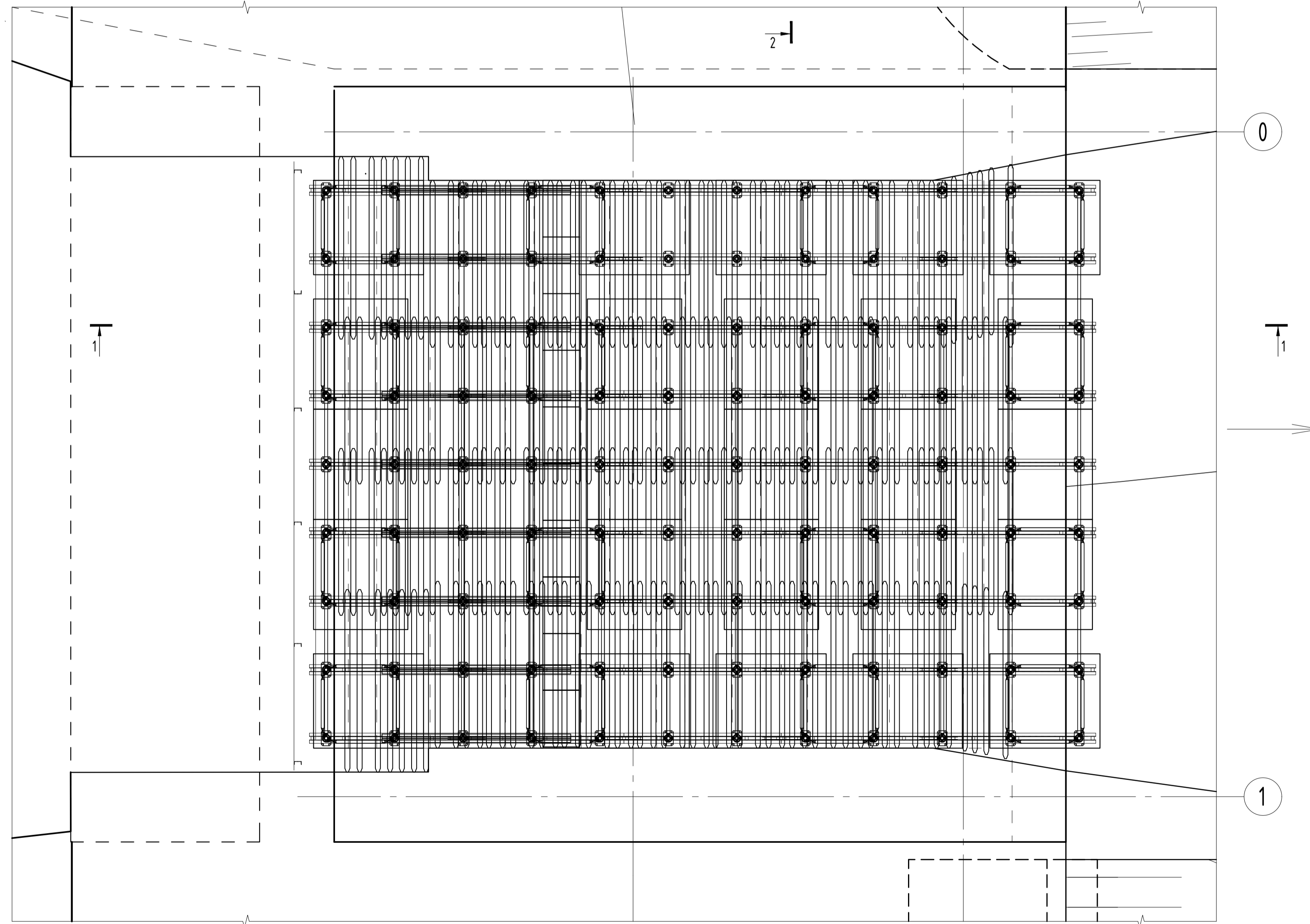
-6,000 (+228,890)
рівень води

-6,300 (+228,590)
рівень ґрунту



Вінниця

План
М 1:50



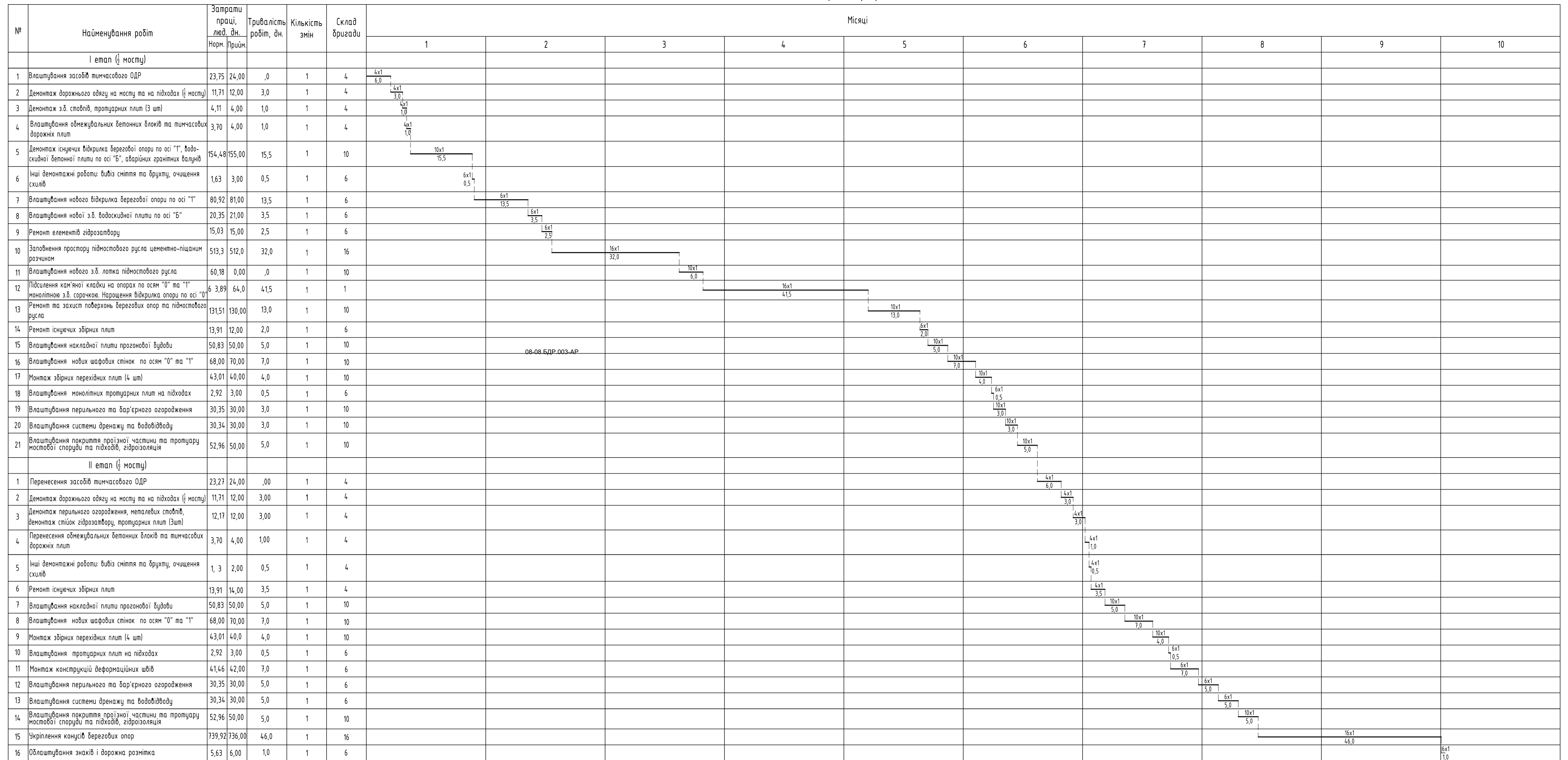
1. Проектом ремонту мосту передбачено такі види робіт:
 - Підсилення та ремонт берегових опор і відкритків з кам'яної кладки;
 - Виконання підірних стінок на підходах до мосту;
 - Демонтаж існуючих збірних з/б плит мосту та влаштування монолітної прогонової плити;
 - Влаштування пішохідного мосту, з повторним використанням демонтованих плит прогонової споруди;
 - Влаштування перильного та бар'єрного огородження мосту і підходів до мосту;
 - Влаштування водовідводу з мосту та з підходів до мосту;
 - Влаштування сепаратора нафтопродуктів OLS-700.
 - Влаштування монолітних з/б перехідних плит з обпиранням їх на нові монолітні лежневі опори;
 - Організацію дорожнього руху на новій мостовій споруді

2. Вказівки по виконанню монолітних бетонних робіт
 - 2.1 Опалубочні, арматурні та бетонні роботи виконувати у відповідності до вимог ДСТУ-Н Б.В.2.6-203:2015, ДБН А.3.2-2-2009.
 - 2.2 Монолітні залізобетонні конструкції виконувати з бетону класу В30 (С25/30), W8, F200.
 - 2.3 Арматура залізобетонних конструкцій: А-I гарячекатана марок сталі СтЗпс та СтЗпк; А-III гарячекатана марки сталі 25Г2С згідно з ГОСТ 5781-82.
 - 2.4 Транспортування та подачу бетонної суміші слід здійснювати спеціалізованими засобами, які забезпечують зберігання заданих властивостей бетонної суміші.
 - 2.5 Склад бетонної суміші, приготування, правила приїмання, методи контролю та транспортування повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-96-2000.
 - 2.6 При виконанні будівельних робіт повинен здійснюватися контроль якості бетону у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-224-2009.

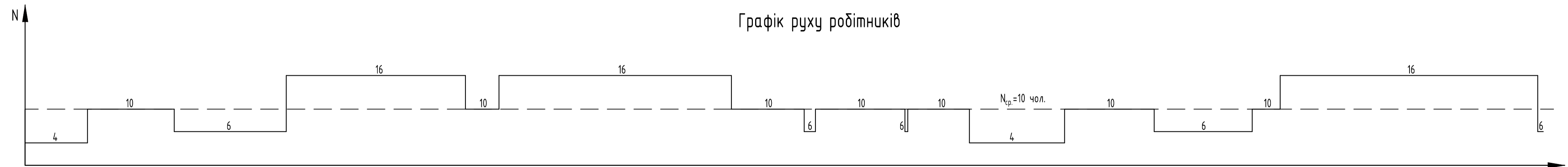
3. Технологічна схема організації будівельних робіт при улаштуванні опалубки прогонової будови.
4. Орієнтовний термін зведення будівельних конструкцій опор індивідуального виготовлення та улаштування фанерних формуютьорючих конструкцій - 14 календарних днів.

08-11МКР.008-П05					
Мостова споруда					
Зм.	Кільк.	Лист.	№ док.	Підпис.	Дата.
Розробил	Проєктував	О. П.			
Перевірив	Харистон	О. В.			
Керівник	Ковальський	В. П.			
Нач. контролю	Масляк	І. В.			
Опонував	Степанов	Д. В.			
Затвердив	Шель	В. В.			
Технологічна схема організації будівельних робіт при улаштуванні опалубки прогонової будови. Монолітна прогонова плита МТ-1 Опалубка. Вказівки до виконання робіт				Сталеві	Аржаші
				п	9
				Аржашів	
				ВНТУ, гр. 16-22м	

Календарний графік



Графік руху робітників

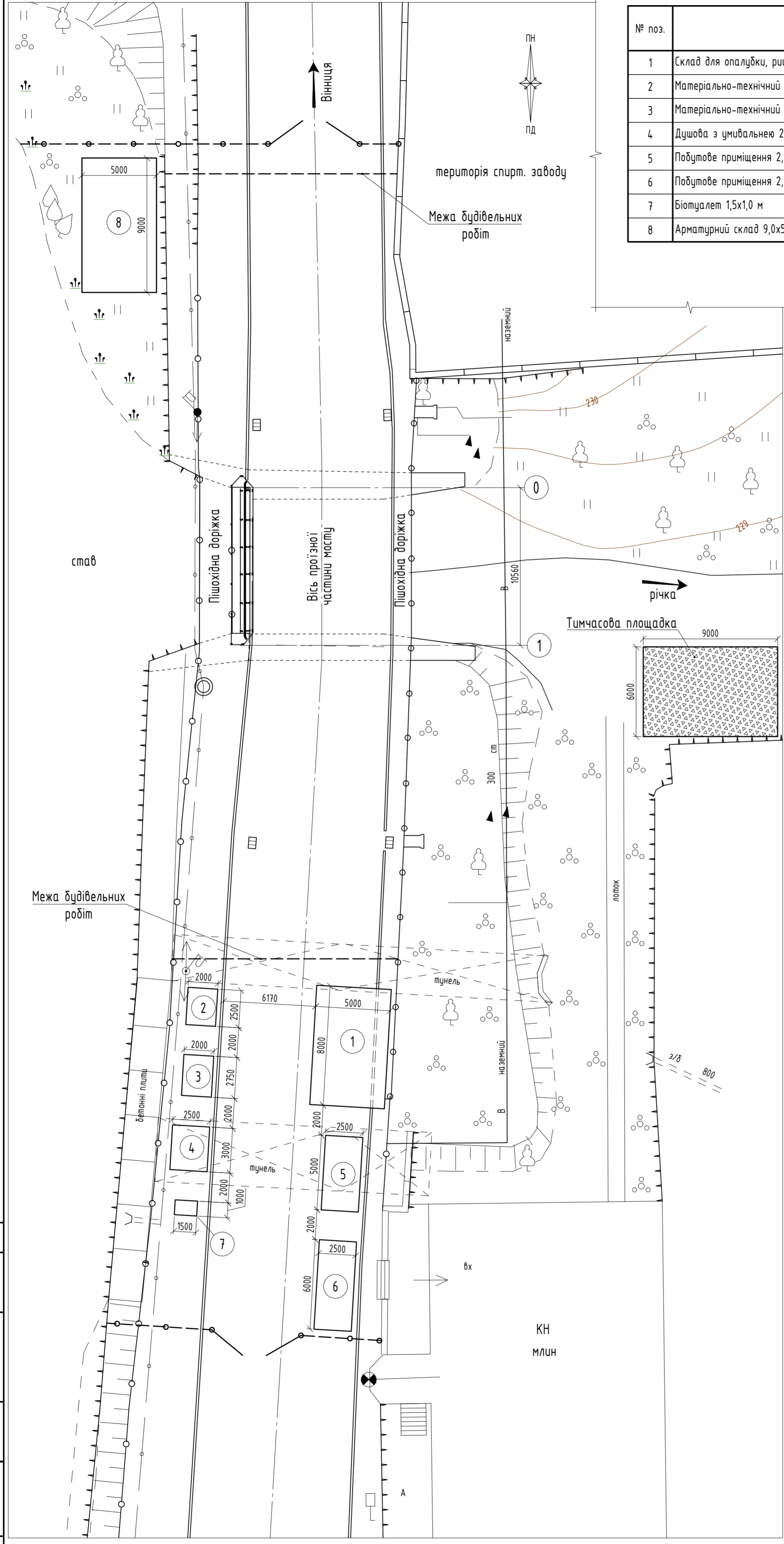


08-11МКР.008-П05					
Мостова споруда					
Зм.	Кільк.	Лист.	ХР	Вар.	Дата.
Розробив	Перетягнув	О. П.			
Перевірив	Ухвалено	О. В.			
Керівник	Коректор	В. П.			
Нач. катери	Майстер	І. В.			
Опозит	Спеціаліст	Д. В.			
Затвердив	Шеф	В. В.			
Використання технології фібробетону при реконструкції автомобільних споруд			Сторінка	Аркши	Аркши
Календарний графік, графік руху робітників			п	10	11
ВНТУ, зр. 16-22м					

Будівельний генеральний план (1:200)

Експлікація тимчасових приміщень

№ поз.	Найменування	Площа, м ²	Прим.
1	Склад для опалубки, рихтування, ремонтних матеріалів 8,0х5,0 м	40,00	
2	Матеріально-технічний склад 2,0х2,5 м	5,00	
3	Матеріально-технічний склад 2,0х2,75 м	5,50	
4	Душова з умивальнею 2,5х3,0 м	7,50	
5	Побутове приміщення 2,5х5,0 м	12,50	
6	Побутове приміщення 2,5х6,0 м	15,00	
7	Біотуалет 1,5х1,0 м	1,50	
8	Арматурний склад 9,0х5,0 м	45,00	



Умовні позначення:

- тимчасова площадка;
- тимчасове приміщення;
- тимчасові ворота;
- тимчасове огороження;
- трава.
- мочарі з очеретом і тростиною;
- дерева;
- чагарники;
- лінії зв'язку підземні кабельні
- ліхтарі електричні на стовпах
- існуюча забудова
- існуючі підземні тунелі
- існуюче перилне огороження
- існуючий бордюр
- існуючі підпірні стінки

1. Об'єктний будівельний план повинен бути розроблений в рамках ПВР.

Погоджено	
Зам. №	
Підпис і дата	
Ім'я організації	

08-11.МКР.008-П0Б						
Мостова споруда						
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив				Пересенчук О. П.		
Перевірив				Христинич О. В.		
Керівник				Ковальський В. П.		
Норм контроль				Маєвська І. В.		
ОпONENT				Степанов Д. В.		
Затвердив				Щівець В. В.		
Використання технології фібробетону при реконструкції автомобільних споруд				Стадія	Аркщ	Аркщів
Будівельний генеральний план. Експлікація тимчасових приміщень				п	11	11
ВНТУ, зр. 1Б-22м						

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

студента Пересенчука Олександра Петровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Використання технології фібробетону при реконструкції
автодорожних споруд

Магістерська кваліфікаційна роботи є актуальною і присвячена проблемі використання технології фібробетону при реконструкції автодорожних споруд. Питання реконструкції та відновлення автодорожніх споруд та покриттів є надзвичайно актуальним в умовах воєнного часу. Для відновлення життєдіяльності дорожніх артерій регіонів та сполучень між містами постає необхідність пошкоджених ділянок автодорожніх споруд та покриттів.

Тема МКР відповідає напрямку наукових досліджень кафедри БМГА. Магістерська кваліфікаційна робота, яку подано на опонування, відповідає затвердженій темі та завданню, виконана вчасно та у повному обсязі.

На початку роботи автор у вступі окреслив актуальність, мету і завдання, об'єкт і предмет, наукову новизну та практичну значущість досліджень, що пов'язані з методикою використання фібробетону та аналогічних сумішей при реконструкції дорожніх споруд. Вступ сформульовано згідно вимог. Текстова частина та ілюстративно-графічна частина кваліфікаційної роботи виконана відповідно вимог.

Виявлені такі недоліки:

- у текстовій частині роботи замало посилань на нормативні та довідкові джерела;
- доцільніше було б розробити технологічну карту на використання базальтофібробетону при реконструкції та відновленні автотранспортних споруд;
- наявні незначні недоліки в оформленні текстової частини роботи.

Проте вказані недоліки не впливають на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на високому рівні та у відповідності з завданням із дотриманням всіх вимог. Робота заслуговує оцінки «задовільно» (D), а її автор Пересенчук Олександр Петрович – присвоєння кваліфікації «магістра будівництва» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», згідно освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво».

Опонент

Доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Степанов Д. В.
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента Пересенчука Олександра Петровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд

В магістерській кваліфікаційній роботі Пересенчука О. П. досліджено проблему використання технології фібробетону при реконструкції автодорожніх споруд. Тема роботи відповідає виданому завданню. Студент Пересенчук О. П. самостійно і ґрунтовно виконувала поставлені завдання наукового дослідження, проявив творчий підхід, використовував знання теоретичної та практичної підготовки із спеціальності, здібності щодо аналізу та систематизації даних з інформаційних джерел, фахової літератури, знання нормативної бази. У ході роботи успішно застосовував програмні комплекси для обробки графіко-аналітичного матеріалу. У підготовці роботи проявив старанність та наполегливість.

Використання сучасних ефективних матеріалів та сумішей при реконструкції автодорожніх споруд, сприятиме їх довговічності та витривалості, в наслідок чого меншими будуть витрати на поточні та капітальні ремонти. Питання реконструкції та відновлення автодорожніх споруд та покриттів є надзвичайно актуальним в умовах воєнного часу, коли пошкодження є частковими і потребують негайної реконструкції для відновлення логістичних та інфраструктурних зв'язків між окремими регіонами країни.

Робота складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатків та листів графічної частини. Недоліки роботи – у роботі не наведено технологічну схему отримання оптимальних складів базальтофібробетонів; варто також було навести порівняльну характеристику складів сумішей з використанням сталевих та базальтової фібри; наявні певні орфографічні та стилістичні помилки в текстовій частині магістерської роботи.

Висновки: якість підготовки студента Пересенчука Олександра Петровича відповідає вимогам освітньої програми підготовки «промислове та цивільне будівництво» за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія» і магістрант заслуговує присвоєння ступеня магістра та на оцінку задовільно «D».

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

к.т.н., доцент



В. П. Ковальський