

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до бакалаврського кваліфікаційного проєкту на тему:

«Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги
державного значення М -12 у місті Гайсин»

Виконав: студентка 4-го курсу, групи Б-216
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна
інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Клімишина А.В.
(прізвище та ініціали)

Клімишина А.В.

Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. БМГА

Попов В. О.
(прізвище та ініціали)

Попов В. О.

(прізвище та ініціали)

« 2 » червня 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доцент каф. ТЕ

Година І.А.
(прізвище та ініціали)

Година І.А.

« 10 » червня 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В.В. Швець
(прізвище та ініціали)

« 10 » червня 2025 року

Вінниця ВНТУ - 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри)
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)
Освітньо - професійна програма Промислове та цивільне будівництво
(назва освітньо - професійної програми)



ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ)

Клімишина Аліна Віталіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин

Керівник роботи: Попов Володимир Олексійович, к.т.н., доцент кафедри БМГА,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "10" 06 2025 року № 02.06.2025

2. Термін подання студентом роботи 02.06.2025

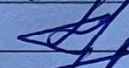
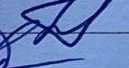
3. Вихідні дані до роботи: Довжина мосту – 126,98 м (пролітна будова – 6 прольотів по 21 м + деформаційні шви загальною шириною 0,98 м), габаритні розміри перерізу мостової споруди 15,5 м, ширина проїзної частини – 10,6 м, вантажопідйомність (зберігається проектна) - НК-80 та А-11, міст з двома тротуарами по 1,8 м, тип фундаментів – мілкового закладання, існуючий, плитний (перевірити на нові навантаження); конструкція прогонової будови – балочна, розрізна у повздовжньому напрямку та нерозрізна у поперечному напрямку (ортотропна плита) з накладною монолітною плитою, покриття дорожнє – асфальтобетонне багат шарове, покриття тротуарів – тонкошарове, полімербетонне

4. Зміст текстової частини Розділ 1, АР, – опис генерального плану ділянки забудови у м. Гайсин, основні ТЕП існуючої мостової споруди та споруди після реконструкції (габарит, вантажопідйомність, довжина, благоустрій, озеленення; опис архітектурно-планувального рішення мосту, обґрунтування необхідності реконструкції, перелік робіт з реконструкції); розділ 2, КД, – конструкції підсиленої проміжної опори мосту (розрахунок і конструювання); розділ 3, ОФ, – розрахунок існуючих основ і фундаментів мілкового закладання мостової споруди на нові впливи; розділ 4, ТБВ, розрахунки для розробки техкарти на виконання БМР з улаштування опалубки та бетонування опор, техкарта з монтажу прогонових балок; розділ 5, Організація,

розрахунки для складання календарного графіка на роботи, передбачені технологічному розділі, розділ 6, ОП, аналіз умов праці при зведенні споруди, основні заходи з ОП, аналіз небезпечних факторів, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 аркушів А1 (А2), в яких мають міститись такі відомості: архітектурні рішення (1...2 арк. формату А1 (А2) з планом мосту, фасадами, розрізами, генеральним планом); конструктивні рішення (1 арк. формату А1 (А2) з принциповим конструктивним рішенням проміжної мостової опори після підсилення); фундаменти – 1 арк. А1 з конструкцією фундаментів мілкого закладання із посадкою у ґрунтову основу; технологія та організація – 2 арк. А1 (А2) з будгєнпланом, календарним графіком, техкартами на виконання монтажу прогонових балок та бетонування підсилення опор, улаштування ізоляційних матеріалів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
АБ, КБ, ОФ	Попов В.О., доц. каф. БМГА		
ТХ, Орг.	Попов В.О., доц. каф. БМГА		
ОП	Кобилянська І.М., доц. каф. БЖПБ		

7. Дата видачі завдання 05.05.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Розробка розділу 1 (АР)	05.05.2022	09.05.2022	
2	Розробка розділу 2 (КБ)	12.05.2022	16.05.2022	
3	Розробка розділу 3 (ОФ)	19.05.2022	23.05.2022	
4	Розробка розділу 4 (Технологія)	19.05.2022	23.05.2022	
5	Розробка розділу 5 (Організація)	26.05.2022	30.05.2022	
6	Розробка розділу 6 (ОП)	26.05.2022	30.06.2022	
7	Доопрацювання креслень графічної частини проекту	31.06.2022	01.06.2022	
	Перевірка роботи на плагіат		05.06.2022	
	Нормоконтроль БДР		02.06.2022	
	Попередній захист БДР		02.06.2022	

Студент

(підпис)

А.В. Клімишина

(ініціали і прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

В.О. Попов

(ініціали і прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврський кваліфікаційний проект складається з 116 сторінки формату А4, на яких є 16 таблиць, 23 рисунків, список використаних джерел містить 92 найменування.

Бакалаврський кваліфікаційний проект на тему «Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин» присвячена розробці комплексу заходів з реконструкції існуючої мостової споруди з метою забезпечення її надійної та безпечної експлуатації відповідно до сучасних норм проєктування і вимог безпеки дорожнього руху.

Метою роботи є відновлення експлуатаційних характеристик мосту шляхом використання ремонтних технологій, що дозволяють підвищити довговічність несучих елементів та привести споруду у відповідність до актуальних нормативних вимог. У межах проєкту виконано обстеження технічного стану конструкцій, проведено розрахунки навантажень і несучої здатності, а також запропоновано технологічні рішення для заміни та підсилення зношених елементів.

Дана робота включає в себе такі розділи: архітектурно-будівельні рішення, конструктивна частина, основи та фундаменти, технологічні рішення, організація будівництва та розділ з охорони праці.

У даній роботі здійснено детальне обстеження діючих конструкцій мосту, проведено аналітичний розрахунок їх несучої здатності після проведення реконструкції, а також запропоновано сучасні технологічні методи ремонту та монтажу нових монолітних елементів.

Ключові слова: реконструкція, міст, прогонова будова, демонтаж, бетонування.

ABSTRACT

The bachelor's qualification project consists of 116 A4 pages, including 16 tables and 23 figures. The list of references contains 92 sources.

The bachelor's qualification project titled *“Reconstruction of the bridge over the Sib River at km 484+370 of the M-12 national highway in the city of Haisyn”* is devoted to the development of a set of measures for the reconstruction of the existing bridge structure in order to ensure its reliable and safe operation in accordance with modern design standards and road safety requirements.

The aim of the project is to restore the operational characteristics of the bridge using repair technologies that improve the durability of load-bearing elements and bring the structure in line with current regulatory requirements. The project includes an assessment of the technical condition of the structures, load and bearing capacity calculations, as well as proposed technological solutions for replacing and strengthening worn-out elements.

This project includes the following sections: architectural and construction solutions, structural part, foundations and substructures, technological solutions, construction organization, and occupational safety.

The work presents a detailed inspection of the existing bridge structures, analytical calculation of their load-bearing capacity after reconstruction, and modern technological methods for repairing and installing new monolithic elements.

Keywords: reconstruction, bridge, span structure, dismantling, concreting.

	Зміст	
Вступ		8
1 Архітектурно-будівельні рішення		9
1.1 Фізико-географічні умови району будівництва		9
1.2 Характеристика існуючої споруди		10
1.3 Загальний стан та опис існуючого мосту		11
1.3.1 Висновки за результатами обстеження мосту через річку Сіб		12
1.3.2 Розроблення проектних рішень із підсилення та ремонту основних несучих конструкцій		13
1.3.3 Заходи із реконструкції мосту		14
1.4 Благоустрій будівельного майданчика		14
1.5 Електроосвітлення		15
1.6 Інженерний захист територій і об'єктів		16
1.7 Опори, ригелі та опорні частинки		17
1.7.1 Опис конструкцій підсилення проміжних та берегових опор		17
1.8 Прогонова будова		19
1.8.1 Існуючий стан прогонової будови		19
1.8.2 Проектні рішення		19
1.9 Мостове полотно та водовідвід		21
1.10 Підходи та перехідні плити		22
1.11 Антикорозійний захист конструкцій мосту		22
1.12 Інклюзивність та доступність споруди		23
1.13 Висновок по розділу 1		24
2 Конструктивні рішення		25
2.1 Загальні дані		25
2.2 Кліматичні впливи		25
2.3 Стислий опис конструкції мосту до реконструкції		26
2.3.1 Конструктивна суть робіт з реконструкції		27
2.3.2 Основні розрахункові положення		27
2.4 Аналітичний розрахунок мостових конструкцій		29
2.4.1 Збір навантаження		29
2.4.2 Перевірочні розрахунки робочого армування ригеля проміжної опори		32
2.4.2.1 Розрахунок повздовжнього армування		32
2.5 Просторове моделювання фрагмента мосту		36
2.5.1 Опис розрахункової моделі споруди		36
2.5.2 Навантаження на модель споруди		38
2.5.3 Результати виконаних розрахунків. Визначення деформацій споруди		43
2.6 Перевірочні розрахунки		44

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Акрушів
Розроб.		Клімишина А.В.	<i>[підпис]</i>	10.06				
Перевір.		Попов В.О.	<i>[підпис]</i>	10.06				
Реценз.		Боднар С.А.	<i>[підпис]</i>	10.06		ВНТУ, гр. Б-216		
Н. Контр.		Маєвська І.М.	<i>[підпис]</i>	10.06				
Затверд.		Швець В.В.	<i>[підпис]</i>	10.06				

2.6.1	Визначення потреби у підсиленні ригелів проміжних опор	45
2.6.2	Розрахунок конструкцій залізобетонних ригелів після підсилення	50
2.7	Висновок по розділу 2	55
3	Основи та фундаменти	56
3.1	Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика	56
3.2	Визначення розрахункових характеристик ґрунтів	56
3.3	Збір навантаження на фундамент	57
3.4	Проектування фундаменту мілкового закладання	58
3.4.1	Вибір типу фундаментів і глибини закладання фундаменту мілкового закладання	58
3.4.2	Визначення розмірів підшви фундаменту мілкового закладання	59
3.4.3	Розрахунок осідання фундаменту мілкового закладання	60
3.5	Розрахунок фундаменту у варіанті з забивних призматичних паль	60
3.5.1	Визначення потрібної кількості паль	60
3.5.2	Розрахунок осідання пальового фундаменту	63
3.5.3	Розрахунок осідання пальового фундаменту за моделлю пружного середовища	65
3.6	Розрахунок фундаменту у варіанті з бурових паль	67
3.6.1	Вибір довжини бурової палі	67
3.7	Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів	69
3.8	Висновок до розділу 3	71
4	Технологічні рішення	73
4.1	Технологія ремонту та підсилення залізобетонних конструкцій мосту	73
4.1.1	Технологія ремонту залізобетонних конструкцій	73
4.2	Монолітні залізобетонні конструкції	76
4.2.1	Технологічні вимоги	76
4.2.2	Порядок виконання робіт	77
4.3	Контроль якості матеріалів, конструкцій і виробів. Контроль якості вихідних матеріалів	83
4.4	Контроль режимів приготування, однорідності, рухомості та жорсткості бетонної суміші	84
4.5	Контроль міцності та морозостійкості бетону	84
4.6	Контроль якості робіт	85
4.7	Нагляд та догляд за конструкціями під час експлуатації мостової споруди	86
4.8	Безпека руху під час реконструкції мосту	87
4.9	Висновок по розділу 4	88
5	Організація будівництва	90
5.1	Технічні та організаційні умови проведення реконструкції з обґрунтуванням методів БМР	90

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Забезпечення будівництва електроенергією та водою: обґрунтування потреб	91
5.3 Розрахунок тривалості виконання робіт з реконструкції та потреби в кадрах	91
5.4 Необхідність організації тимчасових споруд і зон для виконання робіт	92
5.5 Контроль якості робіт	94
5.6 Виконання робіт в зимовий період	97
5.7 Техніка безпеки та охорона праці при виконанні додаткових робіт з реконструкції	97
5.8 Висновок до розділу 5	99
6 Охорона праці	100
6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	100
6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	100
6.1.2 Електробезпека	103
6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	103
6.2.1 Мікроклімат	103
6.2.2 Склад повітря робочої зони	104
6.2.3 Виробниче освітлення	104
6.2.4 Виробничий шум	105
6.2.5 Виробничі вібрації	106
6.3 Пожежна безпека	107
6.4 Висновок до розділу 6	108
Висновки	109
Список використаних джерел	110
Додатки	117
Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційного проекту на наявність текстових запозичень	118
Додаток Б. Завдання на проектування	119
Додаток В. Фізико-механічні характеристики Ґрунтів. Розрахунок осідання фундаменту мілкого закладання та пальвого фундаменту	121
Додаток Г. Відомість графічної частини БКП	124

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

В умовах воєнного стану, запровадженого у нашій державі, особливе значення має критична транспортна інфраструктура. На сьогодні використання морських портів обмежене, а авіаційне сполучення повністю паралізоване. Тому залізницею та автодорогами здійснюється лівова частка перевалки вантажів та переміщення людських ресурсів [79, 80].

Основним елементом кожної автомобільної магістралі є мостові споруди. Мости за конструктивним рішенням, за протяжністю прольотів, матеріалом несучих конструкцій та за інтенсивністю транспортного руху вирізняються у нашій країні широкою різноманітністю [81,82].

Значна частка вітчизняної транспортної інфраструктури, що формувалася впродовж тривалого часу, втратила свою експлуатаційну надійність і перестала відповідати сучасним вимогам безпеки руху, що спричиняє зростання аварійності та рівня травматизму[91]. Автомобільні дороги та інженерні споруди, зокрема мости, які були зведені переважно в період СРСР, вже не забезпечують належної вантажопідйомності та пропускної здатності. На сьогодні в Україні існує значний фонд мостових переходів різних типів [84], технічний стан багатьох з них, за результатами обстежень профільних організацій відповідно до затверджених методик [85], не відповідає чинним нормативам [85-87]. У минулому столітті для прискорення темпів будівництва широко застосовувалися типові проектні рішення із використанням збірних залізобетонних, сталобетонних балочних, аркових або фермових конструкцій [88-90], які на сьогодні вже морально та фізично застаріли.

Міст через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12, що проходить через місто Гайсин, є важливим елементом транспортної системи регіону. Цей об'єкт забезпечує сполучення між центральними та західними областями України та має стратегічне значення. Однак внаслідок тривалого експлуатаційного строку, впливу навколишнього середовища та підвищеного транспортного навантаження конструкції мосту зазнали значного зносу, що негативно впливає на його експлуатаційну придатність і безпеку руху[91].

Метою дипломного кваліфікаційного проекту є розроблення технічного рішення з реконструкції зазначеного мостового переходу з урахуванням сучасних вимог до надійності, довговічності та експлуатаційної безпеки. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати комплекс наступних задач: розробити архітектурно-планувальні рішення мостової споруди після реконструкції, розробити конструктивні рішення підсилення мостової опори та прогонових будов, розробити технологічні рішення улаштування конструкцій підсилення, рішення для організації для забезпечення виконання вимог технологічних карті заходи охорони праці.

Актуальність проекту полягає у необхідності підвищення технічного рівня експлуатації автомобільного мосту, приведення його параметрів у відповідність до сучасних нормативних вимог та забезпечення належного рівня безпеки дорожнього руху.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Архітектурно-будівельні рішення

1.1 Фізико-географічні умови району будівництва

Об'єкт реконструкції розташований у межах села Сіб Гайсинського району, що знаходиться в південно-східній частині Вінницької області. Міст знаходиться на 484+370 кілометрі автомобільної дороги загального користування державного значення М-12 Стрий–Тернопіль–Кропивницький–Знам'янка (через м. Вінницю). Зазначена автомобільна дорога відіграє важливу роль у транспортній інфраструктурі регіону, забезпечуючи зв'язок між західними та центральними областями України.

У фізико-географічному плані територія, де розташовано міст, знаходиться в південно-західній частині Східноєвропейської рівнини. Район належить до лісостепової природної зони та входить до складу Подільсько-Придніпровського краю, який характеризується помірно хвилястим рельєфом, м'яким кліматом і густою мережею водотоків.

Кліматична характеристика району розташування об'єкта є помірно континентальною, з відносно м'якою зимою та спекотним літом. Формування кліматичних умов визначається впливом повітряних мас, що надходять з Атлантичного океану, Чорного моря або утворюються над континентальними територіями Євразії.

Середня температура найбільш холодного місяця (січня) складає $-5,8^{\circ}\text{C}$, а найтеплішого місяця (липня) $+18,3^{\circ}\text{C}$.

Найнижча зафіксована температура становить $-38,2^{\circ}\text{C}$ у січні, а найвища – $+37,8^{\circ}\text{C}$ у липні. Перехід температури повітря через 0°C відбувається стабільно 20 листопада восени та 20 березня навесні. Тривалість періоду без морозів коливається від 159 до 180 днів.

Згідно зі спостереженнями за останні одне-два століття, у Вінниці відмічається зростання температури повітря. За цей час середній річний показник збільшився менш ніж на один градус Цельсія ($1,0^{\circ}\text{C}$). Рекордно теплим роком за весь період фіксації метеоданих став 2007-й. Найбільш відчутне потепління припало на першу половину календарного року.

У холодну пору року домінують вітри, що дмуть із заходу, тоді як у теплий період частіше спостерігаються північні вітри.

Середня швидкість вітру в січні сягає 3,7 метра за секунду, а в липні цей показник становить 2,8 метра за секунду.

Опади протягом року розподіляються нерівномірно: річна їх кількість у середньому становить 638 мм, причому мінімум фіксується в березні, а пік припадає на липень. Загалом, в регіоні спостерігається близько 152 днів з опадами на рік.

Щозими формується сніговий покрив, товщина якого змінюється від 10 см у грудні до 74 см у лютому. Середня глибина промерзання ґрунту сягає 70 см, а максимальна може становити 145 см. В середньому ґрунт відтає приблизно 26 березня.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З огляду на метеорологічні та кліматичні особливості, а також ґрунтові й гідрологічні умови зволоження, досліджувана територія розташована в межах Центральної дорожньо-кліматичної зони (згідно з II, ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування Частина II. Будівництво» [1]).

Регіон характеризується розвинутою гідрографічною мережею, яка належить до басейнів річок Південний Буг, Дністер та Дніпро.

Згідно ДБН В.1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування [2], для Вінниці стандартне снігове навантаження S_0 визначено як 1360 Па. Ця величина відображає вагу снігу на площі в один квадратний метр ґрунту, яку статистично може бути перевищено раз на півстоліття.

Згідно з нормативними вимогами, для проектування споруд у Вінницькій області враховується характеристичне значення вітрового тиску W_0 , що становить 470 Па. Ця величина є середньою статичною складовою тиску вітру, виміряною на висоті 10 метрів над землею, і очікується, що вона може бути перевищена в середньому один раз на 50 років.

Окрім того, при розрахунках береться до уваги характеристичне значення товщини ожеледі b , яке для елементів круглого перерізу діаметром 10 мм, розташованих на висоті 10 метрів, складає 17 мм. Це значення також має ймовірність перевищення один раз на півстоліття.

Також визначено характеристичне значення нормального вітрового тиску, що діє на обледенілі елементи W_0 , яке на висоті 10 метрів над землею поверхнею дорівнює 220 Па, з аналогічною періодичністю можливого перевищення – один раз на 50 років.

1.2 Характеристика існуючої споруди

Міст через річку Сіб розташований на км 484+370 автомобільної дороги М-12. Конструкція мосту має розміри 6х21 м, з габаритом 11,7 м, що включає тротуари шириною по 1,5 м з кожного боку. Підмостовий габарит становить 10,2 м. Найбільший поздовжній ухил на мосту досягає 41,7%. Будівництво моста було здійснене орієнтовно в 1954 році, з подальшою реконструкцією в 1990 році. Проектне навантаження мосту – Н-30 та НК-80.

Знаки, що обмежують вантажопідйомність, на підходах до моста не встановлені. Прогонова частина мосту є розрізною, багатопроговою. Прогони від 1-2 до 6-7 перекриті балками, виконаними за типовим проектом серії 3.503-12 випусків 18 та 19, з довжиною балок 21 м. Вони розраховані на тимчасові вертикальні навантаження Н-30, НК-80 відповідно до норм проектування, що діяли на момент будівництва мосту. Відстань між осями балок у поперечному напрямку складає 2,1 м.

Опорні частини виконані з поліуретанових блоків розмірами 404х285х65 мм, з прокладними залізобетонними плитами. Опори №1 і №7 представлені обсіпними стояками, виготовленими з монолітного залізобетону, з встановленими збірними залізобетонними ригелями довжиною 16,1 м та висотою 1,0 м. Шафова стінка та крила стояка №7 складаються з фундаментних блоків та перехідних плит. Опори з

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№2 по №6 є монолітними залізобетонними, з вертикальними гранями та льодорізними гранями на верхній стороні, також мають збірний залізобетонний ригель довжиною 16,1 м та висотою 1,0 м.

Тип фундаментів на даному етапі обстеження не встановлений, однак за припущенням проекту, використовуються палеві фундаменти з низьким палевим ростверком.

Габарити мосту складають 11,7 м, з обох сторін є тротуари по 1,5 м. Висота обмежена ліхтарями освітлення і дорівнює 5,5 м. Міст має двосторонній рух транспорту. Розмітка на мосту відсутня, а проїзна частина відокремлена від тротуарів залізобетонними парапетними огороженнями. Водовідвід з мосту здійснюється за допомогою поздовжнього ухилу та водовідвідних труб.

Деформаційні шви виконані з оцинкованих сталевих листів, покритих асфальтобетоном. Тротуари складаються з залізобетонних блоків, а водовідведення з тротуарів здійснюється за допомогою ухилів. Огороження тротуарів виконано з металевого перильного огороження висотою 1,1 м над рівнем пішохідної частини.

Ухил проїзної частини мосту досягнутий завдяки встановленню балок на різні рівні. Покриття проїжджої частини — асфальтобетон з середньою товщиною шару 9 см, також використовувалася бітумна мастика для гідроізоляції в кілька шарів. Тротуари покриті асфальтобетоном завтовшки 4 см.

Зовнішнє освітлення моста забезпечується ліхтарями на металевих опорах, встановлених на ригелях з обох боків мосту з кроком 42 м. Кабелі для живлення освітлення прокладені через повітряну лінію. Декоративне освітлення вулиці також встановлене через проїзну частину на рівні верхніх ліхтарів. На стовпах освітлення змонтована система міського відеоспостереження.

Габарити підходів до мосту варіюються від 11,5 м до 11,9 м, з тротуарами по 1,5 м з обох боків. Покриття на підходах також складається з асфальтобетону. Довжина перехідних плит — 4 м. Бар'єрна огорожа на проїзній частині підходів та тротуарах виконана з металу.

Підхід з боку Тернополя має поздовжній ухил від мосту, тоді як підхід зі сторони Кропивницького — до мосту. Водовідвід з підходу зі сторони Кропивницького реалізовано через водоприймальні колодязі з подальшим спуском води у водовідвідні лотки по конусам насипу.

1.3 Загальний стан та опис існуючого мосту

На основі проведеного обстеження, виконаного фірмами ТОВ «Союзтранспроект» та ТОВ «Гервін Проект» конструкцій мосту сформульовано наступні висновки щодо його технічного стану.

а) Ригелі:

- Поверхня конструкцій забруднена і має ознаки зволоження. Причиною цього є несправність деформаційних швів, через які волога потрапляє всередину конструкції.
- Зафіксовані явища вилугування, що проявляються у вигляді білястих висолів на бетоні, спричинених тривалим впливом води на цементний камінь.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Спостерігаються численні тріщини, викликані процесами корозії арматури. На окремих ділянках зафіксовано відшарування бетону захисного шару, що спричинено іржавінням арматури, особливо верхньої поздовжньої. У порівнянні з результатами попереднього обстеження, довжина цих тріщин зростає на 30–40%.
- На деяких ділянках зафіксоване випадіння бетонного шару, що вкриває поперечну арматуру, через корозію цієї арматури.
- Усі ригелі мають ділянки з руйнуванням, лущенням поверхні та частковим викришуванням стикового бетону. Його міцність є суттєво нижчою за решту елементів, і оцінюється як менш ніж М150 — що підтверджується реакцією бетону на удар (кришиться, осипається).

б) Опорні частини та підферменники:

- Замість проєктно передбачених підферменників були влаштовані вирівнювальні бетонні площадки, на які спираються балки.
- Ці площадки мають значні механічні пошкодження — тріщини та сколи, що свідчить про руйнування бетону під навантаженням.
- Спостерігається зменшення фактичної площі опирання балок на ці площадки — лише до розмірів поліуретанового шару.
- У прокладних плитах опор виявлено тріщини силового характеру, що може свідчити про перевищення допустимих навантажень на опори.

в) Балки прогонової будови:

- Руйнування стикового бетону плити проїзної частини між балками №1–2 і №6–7 з характерними слідами корозії арматурних елементів.
- Руйнування у зонах опирання балок, зокрема в районі полиць — з оголенням арматури та її корозією. Найбільші пошкодження спостерігаються в районі опори №6.
- Ознаки зволоження та вилуговування на крайніх балках і над опорами, спричинені дефектами у деформаційних швах.
- Руйнування бетонного захисного шару на консолях полиць балок, супроводжуване появою корозії на арматурі.

1.3.1 Висновки за результатами обстеження мосту через річку Сіб.

В процесі обстеження виявлено:

- Суттєве погіршення технічного стану основних несучих конструкцій мосту після останнього обстеження.
- У процесі обстеження ригелів опор мосту зафіксовано корозійні ураження, які значно посилилися в період з 2018 по 2020 роки — з моменту початку розробки проекту реконструкції. Зокрема, ступінь корозії окремих стрижнів верхньої арматури зріс із початкових 5–10% до 10–15%. Орієнтовне зниження міцності монолітного бетону у стиках ригелів становить 50–60%, що свідчить про зниження міцності нижче класу М150. Такий бетон не придатний до подальшої експлуатації та потребує повної заміни.
- При обстеженні опорних частин балок прогонових будов виявлено

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пошкодження бетонних прокладних плит, які проявляються у вигляді силових тріщин. Це свідчить про перевантаження конструкції та нерівномірні деформації поліуретанових опорних елементів. Для забезпечення сприйняття навантажень після завершення реконструкції зазначені опорні частини підлягають повній заміні.

- Водночас, відсутність підферменників унеможливило здійснення заміни опорних частин балок без демонтажу прогонових конструкцій, а також не дозволяє якісно відновити технічний стан ригелів опор.

- Аналіз стану плитної частини балочних прогонових будов показав, що характер виявлених дефектів загалом збігається з тими, що були враховані у проекті реконструкції. Однак кількість пошкоджених плит зросла, і загальний обсяг уражень збільшився до 30% від загальної кількості плит.

- Суцільне обстеження балок прогонових будов після їх демонтажу виявило наявність похилих силових тріщин з шириною розкриття понад 0,2 мм. Такі дефекти свідчать про перевантаження балок протягом періоду експлуатації та можуть негативно вплинути на їх несучу здатність. Крім того, в окремих балках зафіксовано сколювання захисного шару бетону з оголенням попередньо напруженої арматури, що створює ризик порушення анкерування цієї арматури в бетоні.

- У процесі обстеження стоянів мосту після демонтажу прогонових конструкцій і перехідних плит, виконаного ТОВ «Гервін Проект», виявлено залізобетонні елементи, які не були враховані під час створення проекту реконструкції. Також встановлено, що внаслідок інтенсивних атмосферних опадів, які мали місце під час проведення будівельних робіт, відбулося значне розмивання ґрунту конусу насипу біля опори №7.

- Результати інструментального дослідження бетону ригеля опори №6 показали, що фактична міцність бетону є нижчою за проектну на 6,4–8,4%. Водночас глибина карбонізації захисного шару бетону становить 1,0–1,5 см, що дорівнює 50–75% від передбаченого проектного значення у 2 см. У дефектних та найбільш вразливих місцях захисний шар повністю карбонізований, що спричиняє активну корозію арматурних елементів конструкцій.

1.3.2. Розроблення проектних рішень із підсилення та ремонту основних несучих конструкцій.

Технічні рішення з підсилення мають охоплювати:

- Розроблення підсилення ригелів опор, враховуючи ступінь руйнування бетону та корозії арматури, щоб забезпечити їхню подальшу надійність та несучу здатність.

- Заміна наявних дефектних опорних частин балок прогонової будови новими, які відповідатимуть сучасним стандартам якості, навантаженням та експлуатаційним вимогам.

- Підсилення прогонової будови улаштуванням накладної монолітної плити.

- Уточнення обсягів робіт і матеріалів, необхідних для ремонту несучих конструкцій, з урахуванням нововиявлених дефектів.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Влаштування покриттів мостового полотна;
- Монтаж та оновлення деформаційних швів;
- Встановлення бар'єрного та перильного огородження;
- Приєднання моста до земляного насипу;
- Улаштування системи водовідведення.

1.3.3 Заходи із реконструкції мосту

А) Підсилення прогонових елементів:

- Здійснити посилення прогонових балок у зв'язку з високими коефіцієнтами їх використання.
- Влаштувати диск жорсткості шляхом бетонування монолітної накладної плити для з'єднання елементів прогонової будови.
- Провести ремонт або повну заміну підферменників, які перебувають у незадовільному стані.
- Виконати заходи з укріплення насипів на підходах до споруди з метою запобігання осідання та деформацій.

Б) Відновлення залізобетонних конструкцій:

- Провести ремонт ригелів та монолітних поясів, що мають пошкодження чи сліди зносу.
- Забезпечити плавний перехід між мостовим полотном та земляним насипом, встановивши нові перехідні плити.

Г) Організований водовідвід:

- Впровадити систему збору та відведення дощових і дренажних вод із проїзної частини та тротуарів.

Д) Дорожнє покриття та захист:

- Демонтувати наявні шари тротуарного покриття.
- Нанести новий гідроізоляційний шар.
- Відновити тротуарне покриття відповідно до сучасних вимог.
- Відкоригувати ширину тротуарів згідно з вимогами чинних норм.
- Замінити перильне і бар'єрне огородження відповідно до діючих нормативів.
- Провести роботи з влаштування тротуарних зон на під'їздах до моста.

1.4 Благоустрій будівельного майданчика

Об'єкт реконструкції є діючою транспортною спорудою, тому в межах проєктних рішень не передбачалось спеціального озеленення або формування нових елементів благоустрою декоративного характеру. Водночас, з огляду на вплив будівельної техніки, використання тимчасових споруд, улаштування під'їздів, насипів та проведення земляних робіт, після завершення ремонтних заходів передбачається проведення комплексу робіт з відновлення стану території.

Основними роботами на етапі завершення будівництва є прибирання території від будівельних залишків, демонтаж тимчасових конструкцій,

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вирівнювання землі, а також стабілізація схилів. Для запобігання ерозії передбачено укріплення укосів шляхом засіву багаторічними травами. У місцях з порушеним рельєфом виконується планування ґрунту та його ущільнення.

Окрім заходів із відновлення, проєктом передбачено низку рішень, що спрямовані на функціональну організацію мостової споруди та прилеглої території:

- влаштовано тротуарні частини, зручні для пересування пішоходів, у тому числі людей з обмеженими можливостями;
- вся ширина мосту має єдине асфальтобетонне покриття, що забезпечує рівність проїзду та зручність руху;
- на межі між проїзною частиною і тротуаром влаштовані бортові камені з нормативним підвищенням для відведення стічної води та підвищення безпеки;
- встановлені бар'єрні огороження по осі проїзної частини та на підходах до мосту для запобігання виїзду транспорту за межі дороги;
- по краях тротуарів передбачено перильне огороження для запобігання випадковому сходженню пішоходів у небезпечну зону;
- існуючі опори зовнішнього освітлення на підходах модернізуються: передбачено заміну кронштейнів та використання енергоефективних світильників;
- на проїзній частині проєктом визначено оптимальні поперечні та повздовжні ухили, що забезпечують ефективне збирання дощових вод;
- система водовідведення з мосту реалізується через спеціальні труби, що направляють воду до очисних споруд;
- проїзна частина після ремонту розмічається відповідно до норм дорожнього руху;
- встановлюються дорожні знаки відповідно до нової схеми організації руху;
- схили очищуються від залишків будівельних матеріалів;
- передбачено зрізання та видалення чагарників, які заважають видимості або перешкоджають доступу до елементів мосту;
- виконується формування схилів та їх стабілізація шляхом ущільнення ґрунту та укріплення трав'яним покривом.

Реалізація вищенаведених заходів забезпечить не лише безпечну експлуатацію споруди, а й належний естетичний вигляд прилеглої до мосту території, а також захист земельних ділянок від руйнування та замулення.

1.5 Електроосвітлення

Міст та прилеглі підходи до нього оснащені системою штучного освітлення, яка відповідає сучасним вимогам щодо забезпечення видимості на дорогах у межах населених пунктів. Показники освітленості на горизонтальній площині відповідають встановленим нормативам для вулиць магістрального типу місцевого значення згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [4].

На основі вимог технічного завдання проєктом заплановано впровадження комплексу модернізаційних рішень, які включають:

- монтаж сучасних опор освітлення, змонтованих на консольних виступах мостових опор, висотою 12 метрів, що забезпечують рівномірне охоплення

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

світловим потоком всієї проїжджої частини та тротуарів;

- встановлення нових кронштейнів для кріплення освітлювальних елементів відповідно до інструкцій виробника;
- використання енергоощадних світильників із максимальною потужністю до 0,5 кВт;
- при необхідності — часткове відновлення існуючих ліній електропередач.

Інтеграція енергоефективного обладнання сприятиме підвищенню безпеки дорожнього руху в нічний час, а також забезпечить зменшення витрат на експлуатацію та обслуговування системи освітлення

1.6 Інженерний захист територій і об'єктів

У процесі реконструкції мостової споруди нормативними документами не передбачено обов'язкової реалізації спеціалізованих інженерно-захисних заходів. Проте, з метою зміцнення конструкцій, підвищення рівня безпеки виконання робіт і мінімізації негативного впливу на довкілля, у проєкті закладено низку технічно обґрунтованих рішень з екологічним спрямуванням.

Зокрема, передбачено проведення комплексу робіт, спрямованих на забезпечення сприятливого санітарного стану як безпосередньо на території виконання будівельних робіт, так і в межах прилеглих зон.

Поставки сировини та будівельних матеріалів на об'єкт контролюються згідно з нормативами: допускається використання виключно тих матеріалів, які мають відповідну сертифікацію та пройшли перевірку на радіаційну безпеку.

Щодо інженерного забезпечення стійкості елементів мосту та земляного полотна на підходах, проєктом передбачено такі рішення:

- улаштування шафових стінок на схилах для попередження зсувних явищ і зменшення ризику розмивання ґрунтів;
- у місцях виявлення осідання або часткової втрати форми насипу виконується досипання ґрунтових мас до проєктної позначки з подальшим вирівнюванням і ущільненням поверхні;
- відновлення ділянок розмиву здійснюється пошарово — шляхом використання щебеню, великоуламкових порід, ґрунтощебеню або піщано-гравійної суміші, починаючи з основи укусу та рухаючись вгору;
- не допускається застосування випадкових або непридатних ґрунтів, які не мають достатньої щільності та стабільності;
- схили на підходах до мосту підлягають укріпленню шляхом засіву багаторічними злаковими травами, що виконують водо- та вітрозахисну функцію й сприяють укоріненню верхнього шару.

Упровадження таких рішень дозволяє забезпечити комплексний захист території від ерозійних процесів, зберегти стійкість конструкцій і дотриматися сучасних вимог у сфері екологічної безпеки.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Опори, ригелі та опорні частинки

За результатами обстеження несуча здатність ригелів та опор недостатня для пропуску тимчасового навантаження А-11 від рухомого складу та утримання додаткового постійного навантаження від плити підсилення прогонових будов та поширених тротуарів. Рекомендовано виконати такі ремонтно-відновлювальні роботи по відновленню проміжних опор мостової споруди:

- оббивання слабкого і зруйнованого бетону елементів берегових опор та проміжних опор включаючи ригелі;
- демонтаж існуючих дефектних фрагментів шафових стінок берегових опор;
- підсилення ригелю існуючої берегової опори по осі "1";
- виготовлення шафової стінки берегової опори по осі "1" нової конструкції;
- підсилення ригелю існуючої берегової опори по осі "7";
- виготовлення шафової стінки берегової опори по осі "7" нової конструкції;
- підсилення ригелів існуючих проміжних опор.

1.7.1 Опис конструкцій підсилення проміжних та берегових опор

Нова конструкція підсилення ригелів проміжних опор являє собою монолітну залізобетонну обойму, яка охоплює існуючі дефектні ригелі. Залізобетонна обойма складається із верхнього армування – дроти Ø 32 мм класу А-ІІІ марки 25Г2С по ДСТУ 9130:2021 [5], що фіксуються до хімічних анкерів, вклеєних у верхню зону бетону існуючих ригелів проміжних опор та формоутворюючого армування у вигляді сіток С1...С-4 з арматури Ø 16 мм класу А-ІІІ марки 25Г2С по ДСТУ 9130:2021 [5]. Сітки відкрилків С-1, сітки С-2...С-4 також приєднуються до випусків з проміжних мостових опор та бічних поверхонь ригелів. Для збереження жорсткості та геометричної незмінності просторових арматурних каркасів, влаштувати додаткові дистанційні стрижні (Ø16 мм класу А-ІІІ марки 25Г2С по ДСТУ 9130:2021 [5],) між сітками С-1 у шаховому порядку. Ширина підсилення проміжного ригеля - 1850 мм, висота – змінна. Поверх підсиленого ригеля влаштувати монолітні з/б підферменники, що армовані сітками Сф-1 та Сф-2 у двох рівнях. Переріз підферменників – 800х1850 мм, висота – змінна. Сітки Сф-1 армовані стрижнями Ø12 мм класу А-І, сітки Сф-2 - стрижнями Ø12 мм, Ø8 мм класу А-І по ДСТУ 9130:2021 [5]. На конструкції підферменників змонтувати еластомерні опори за ДСТУ EN 1337-1:2022 «Опорні частини будівельних конструкцій» [6] тип В(1) рекомендованим розміром 400 х 200 х 52 мм вантажопідйомністю Q = 100 т., тому 2 марки КБ з клиновидними вставками.

Металеві та бетонні поверхні ригелів та проміжних опор, що підсилюються, обробляються адгезійним шаром та інгібіторами корозії. Враховуючи тонкостінність та густоармованість конструкції підсилення та рекомендації табл. 11.1 ДСТУ-Н Б В.2.7-299:2013 «Настанова щодо визначення складу важкого бетону» [7] для влаштування з/б обойми підсилення ригелів проміжних опор, застосовано дрібнодисперсний самоупільнюючий бетон (СУБ) класу В35, F200, W8. При приготуванні бетону використати сучасні хімічні і мінеральні добавки.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи рекомендується виконувати за один підхід (повне обмонолічення).

Нова конструкція підсилення ригелів берегових опор по осі "1" та по осі "7" складається із конструкцій підсилення ригеля та шафових стінок (ШС-1 та відповідно – ШС-2). Конструкція підсилення ригеля являє собою: в межах існуючої берегової опори - монолітну залізобетонну обойму, що охоплює існуючі ригелі; за межами берегової опори – монолітну залізобетонну стінку, що обпирається на монолітні лежневі опори. Шафові стінки – монолітні залізобетонні конструкції, які в межах берегової опори є залізобетонною обоймою; за межами берегової опори – монолітною залізобетонною підпірною стінкою.

Монолітні лежневі опори армуються сітками С-1 в двох рівнях (стрижнями Ø16 мм класу А-ІІІ) та підтримуючими каркасами Кр-1, Кр-2 (арматура Ø10 мм класу А-І). Лежневі опори з'єднуються з існуючими береговими опорами за допомогою вклеювання анкерів А-1 (Ø16 мм класу А-ІІІ,).

Конструкції підсилення ригеля армуються формоутворюючими сітками С-1...С-7 з арматури Ø16 мм класу А-ІІІ марки 25Г2С по ДСТУ 9130:2021 [5]. Хімічні анкери, що вклеєні у тіло берегових мостових опор та ригелю, випуски у підферменники та арматурні випуски у шафові стінки виготовити із стержнів Ø16 мм класу А-ІІІ по ДСТУ 9130:2021[5]. Арматурні стрижні підсилення верхньої зони ригелю – із арматури – 8 Ø32 мм класу А-ІІІ по ДСТУ 9130:2021[5]. Для забезпечення жорсткості та геометричної незмінності просторових арматурних каркасів улаштувати додаткові дистанційні стрижні поз. 10, 11 у шаховому порядку. Ширина конструкції підсилення ригеля берегової опори по осі "1"- 1540 мм, висота – змінна. Ширина конструкції підсилення ригеля берегової опори по осі "7"- 1670 мм, висота – змінна. Поверх підсиленого берегового ригеля влаштувати монолітні з/б підферменники, що армовані сітками Сф-5 у двох рівнях. Переріз підферменників для ригеля по осі "1" – 800х1270 мм, висота – змінна; для ригеля по осі "7" – 800х1670 мм, висота – змінна. Сітки підферменників армовані стрижнями Ø12 мм класу А-І по ДСТУ 9130:2021[5].

На конструкціях підферменників передбачено встановлення еластомерні опори за ДСТУ EN 1337-1:2022 «Опорні частини будівельних конструкцій» [6] рекомендованим розміром 400х200х52 мм вантажопідйомністю $Q = 100$ т. з клиновидними металевими вставками для компенсації поздовжнього ухилу мосту.

Передбачено захист розкритих існуючих та нових арматурних виробів інгібіторами корозії та адгезійним шаром для кращого зчеплення з бетоном.

Бетонну підготовку під лежневі опори берегових опор прийнято з бетону класу В15 (С12/15), лежневі опори МЛО-1 та МЛО-2 – з бетону класу В 35 (С 30/35), W8, F200 згідно ДБН В.2.6-98:2009. «Бетонні та залізобетонні конструкції» [8]. Для влаштування конструкцій підсилення ригелів берегових опор №1 та №7 застосовано дрібнодисперсний самоущільнюючий бетон (СУБ) класу В35, F200, W8. При приготуванні бетону використати сучасні хімічні і мінеральні добавки. Роботи рекомендується виконувати за один підхід (повне обмонолічення).

Армування шафових стінок ШС-1 та ШС-2 запроектовано у вигляді стрижнів Ø16 мм класу А-ІІІ марки 25Г2С по ДСТУ 9130:2021[5] та шпильок Ø8 мм класу А-І по ДСТУ 9130:2021[5]. Стержні поз. 1 для стикування конструкції шафової

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стілки з під'їзними плитами - Ø22 мм класу А-ІІІ по ДСТУ 9130:2021[5], та поз. 2 для улаштування деф. шва - Ø16 мм класу А-ІІІ по ДСТУ 9130:2021[5].

Захист розкритих існуючих та нових арматурних виробів передбачено інгібіторами корозії та адгезійним шаром .

Бетонну підготовку під шафові стінки запроектовано з бетону класу В15 (С12/15), шафові стінки – з бетону класу В35 (С 30/35), W8, F200 згідно ДБН В.2.6-98:2009. «Бетонні та залізобетонні конструкції» [8].

1.8 Прогонова будова

1.8.1 Існуючий стан прогонової будови

Під час проведення обстеження прогонової будови мостової споруди перед її реконструкцією були виявлені численні дефекти, які суттєво знижують технічні характеристики конструкції, зокрема її довговічність та несучу здатність. Зокрема, встановлено, що вантажопідйомність балок, передбачена у початковому проєкті (Н30, НК 80), вже не відповідає чинним нормативам, що ускладнює подальшу експлуатацію мосту за прямим призначенням. Також зафіксовано значне зволоження тротуарних блоків, яке спричинене пошкодженням водовідвідних елементів (сльозників), та постійне замокання зовнішніх полиць балок Б1 і Б7 по всій довжині прогонів.

У зонах опирання балок відзначається руйнування бетону зовнішніх полиць балок Б1 і Б7 на ділянках до 1,5 метра, а в прогонах між опорами 1-2 і 3-4 полиця балки Б7 зруйнована майже повністю. Виявлено також вилугування плити проїжджої частини, що пов'язане з порушенням герметичності гідроізоляційного шару, та аналогічні дефекти у місцях стиків балок. У надопорних зонах балок фіксується підвищене зволоження, яке в майбутньому може призвести до подальшого руйнування конструкційного бетону.

Окремої уваги потребує технічний стан монолітних ділянок, розташованих між балками. Зокрема, у прогоні 1-2, між балками Б1 та Б2, зафіксовані локальні руйнування бетону й ознаки поверхневої корозії арматурного каркаса в межах 10–30%. Схожі пошкодження виявлені між балками Б6 та Б7 у прогоні 6-7, а також у приопорній частині стояка №7 на довжині приблизно 1 м. Додатково виявлено ознаки корозійного зносу на водовідвідних трубках, наявність тріщин і відколів на прокладних плитках опорних частин.

Також встановлено залишки опалубки, яку не було демонтовано під час бетонування плити проїжджої частини. Труби для інженерних мереж зазнали суттєвого корозійного пошкодження, а на нижніх ребрах балок прогону 2-3, у місцях стропування при монтажі, виявлено руйнування захисного шару бетону. Попри те, що дефекти наразі не демонструють динаміки розвитку, вони потребують комплексного технічного вирішення у межах запланованої реконструкції.

1.8.2 Проектні рішення

За результатами обстеження було виявлено, що опорні ділянки балок

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прогонової будови, які зазнали перевантаження з утворенням похилих тріщин шириною розкриття більше 0,2 мм, необхідно підсилити. Утворення понаднормативних тріщин свідчить, що під час експлуатації на цих ділянках напруження в поперечній арматурі вийшли за допустимі межі для мостових конструкцій. Перевантаження балочних конструкцій, обумовлене погіршенням властивостей арматури, може становити до 20% від рівня, який допускається для конструкцій, що працюють при багаторазових навантаженнях.

Вирішено підсилити приопорні ділянки балок тканинами з вуглецевих волокон. Конструкція підсилення запроектована у відповідності до положень М 218-02071010-605:2006 Методика розрахунку підсилення мостових залізобетонних балок додатковим зовнішнім армуванням з застосуванням металевих і композитних підсилюючих елементів [9].

Б) Опис конструкції підсилення приопорних ділянок

За проектом реконструкції для відновлення несучої здатності за міцністю на зсув приопорних ділянок балок прогонової будови передбачено за допомогою тканини з вуглецевого волокна, просоченої і ззовні приклеєної на конструкцію епоксидним клеєм, та анкерного жгута. Проектоване підсилення виконується «сухим методом».

Усунення невеликих раковин, порожнин, вибоїн, передбачено здійснювати за допомогою тиксотропного клею на основі епоксидної смоли та кварцевого піску. Тріщини шириною розкриття більше 0,2 мм передбачено усувати способом ін'єктуванням епоксидною смолою. В якості ґрунтівки та просочувального матеріалу для анкерів передбачено використання розчину епоксидної смоли для ін'єкцій, а для тканини підсилення – епоксидну смолу - для просочення. Вирівнювання поверхні стрічки тканини та зрівнювання переходу з непідсиленою поверхнею стінки балки передбачено виконувати за допомогою цементно-епоксидного розчину. В якості фінішного покриття використати захисне покриття для бетону.

В) Опис ремонту дефектних ділянок нижньої полиці Т-балок

Ремонт нижніх полиць дефектних ділянок Т-подібних балок включає: ремонт опорних частин балок полімерними ремонтними сумішами з улаштуванням зовнішнього армування у вигляді стрічки з вуглецевих волокон, а також ремонт ділянок в прольоті за аналогічною технологією.

До початку ремонтних робіт необхідно очистити від продуктів корозії та захистити розкрите робоче і конструктивне армування інгібіторами корозії та обробити адгезійним шаром. Тканину для підсилення влаштувати на епоксидному клею на праймер для бетонної основи. Вирівнювання поверхні стрічки тканини та зрівнювання переходу з непідсиленою поверхнею балки виконувати за допомогою цементно-епоксидного розчину. В якості фінішного покриття використати покриття на основі метакрилових смол.

Г) Ремонт тріщин бокових поверхонь Т-балок

У проекті коригування реконструкції передбачено ремонт дрібних тріщин шириною розкриття 0,1...0,3 мм. Тріщини, шириною розкриття більше ніж 0,3 мм, слід ремонтувати епоксидними смолами ін'єктуванням за технологічними картами

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробника ремонтних розчинів.

Ремонт тріщин, що передбачено у проекті ,здійснювати полімерцементною ремонтною сумішшю «мокрим способом». Фінішне покриття – покриття на основі метакрилових смол.

1.9 Мостове полотно та водовідвід

Проектом реконструкції передбачається розбирання покриття проїзної частини до рівня балок прогонової будови. Крім того демонтуються збірні залізобетонні парапети огорожі та блоки тротуарів, а також - деформаційні шви. В проекті коригування реконструкції передбачається демонтаж старих опор електроосвітлення.

Враховуючи те, що реконструкція не має передбачати змін початкових геометричних параметрів споруди, а тільки відновлення їх несучої здатності, основні геометричні характеристики мосту залишилися без змін. Основні технічні параметри мосту після реконструкції:

- повна довжина (по задніх гранях шафових стінок) - 126,98 м;
- повна ширина - 15,5 м;
- схема мосту - 6х21,0 м;
- габарит проїзної частини - Г-10,6 м;
- ширина смуги руху - 3,75 м;
- ширина тротуарів - 1,8 м;
- найбільший повздовжній ухил на мосту - 30 %;
- проектні навантаження - А-11, НК-80.

Поперечний ухил проїзної частини автодорожніх проїздів прийнято на рівні 25% у напрямку до тротуарів, орієнтуючись на лінію розміщення водовідвідних трубок. Поверхня тротуарів має поперечний ухил 20% у бік проїжджої частини. Формування необхідних ухилів здійснюється шляхом встановлення балок на підферменики з різною висотою, а також під час бетонування монолітної плити, що виконує функцію посилення.

Покриття проїзної частини на мосту передбачено тришаровим: верхній шар з щебенево–мастикового асфальтобетону (ЩМА-15) товщиною 40 мм на бітумі 60/90, нижній шар з асфальтобетону типу НШ.АБ.Др.Щ.А.НП.1 товщиною 40мм, та підстильний (захисний) шар з асфальтобетону ПШ.АБ.Др.Щ.А.НП.1 товщиною 40мм. Нижній шар асфальтобетону укладається на гідроізоляційну мембрану Eliminator загальною товщиною 2мм, або аналогічну їй. Гідроізоляція укладається по всій площі проїзду і захищає монолітну плиту посилення.

Тротуари підняті та відділені від їздового полотна бар'єрним огородженням, мають порожнини, які в перспективі можливо використовувати для прокладання комунікацій. На тротуарах влаштовується епоксидно-поліуретанове покриття загальною товщиною 5 мм, яке одночасно виконує функції гідроізоляції та шару знос. Тротуари на мосту відокремлюються від проїзду металевим напівжорстким оцинкованим бар'єрним огородженням. Призначення бар'єрного огородження на мосту виконано згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.3-12-2004 «Споруди транспорту.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови» [10] відповідно до умов руху на ділянці автомобільної дороги.

Відповідно до вимог [10], табл.3, для мостового бар'єрного огороження, при утруднених умовах руху, при дозволений швидкості руху 50 км/год (на теперішній час дозволена швидкість в містах), можливо прийняти тип навантаження Н2 (стримувальна здатність 280 кДж). Але, враховуючи можливість в перспективі підвищення дозволеної швидкості, та перевищення дозволеної швидкості деякими водіями, для забезпечення більш надійного захисту від падіння автотранспорту з великої висоти прийнято бар'єрне огороження зі стримувальною здатністю 460кДж висотою 1,1м від поверхні проїзду[11].

По краях тротуарів на мосту передбачено влаштування металевого перильного огороження висотою 1,2 м.

Відведення води з проїзної частини мосту передбачено за рахунок поперечного та повздовжнього ухилу через водовідвідні трубки, далі повздовжніми металевими водовідвідними лотками, що розташовані під прогоновими будовами, вода направляєтся до водоприймачів біля опори №1, а далі по трубах - до очисних споруд. Потім вже очищена вода відкритими залізобетонними лотками по конусах скидається на пойму річки. Металеві елементи водовідводу захищаються від корозії тими ж матеріалами, що і перильне огороження.

Для відведення вологи з-під асфальтобетону в покритті по вісі повздовжнього водовідводу влаштовується дренажний канал з дренажними трубками. Поперечний дренаж влаштовується також у глухих зонах з низового боку перед деформаційними швами.

1.10 Підходи та перехідні плити

Відповідно до проєктних рішень, існуючі елементи сполучення мосту з підходами підлягають демонтажу з подальшим улаштуванням нових конструкцій із застосуванням перехідних плит напівзаглибленого типу. З боку населеного пункту Знам'янка передбачено встановлення плити довжиною 6,0 м і товщиною 30 см, а з боку м. Вінниця — довжиною 8,0 м і товщиною 40 см. Матеріал конструкцій — збірно-монолітний залізобетон, що забезпечує необхідну міцність і довговічність.

У межах пішохідних зон проєктом передбачено влаштування окремих перехідних плит завдовжки 2,0 м, які забезпечують комфортне та безпечне пересування пішоходів на стику з насипом.

Згідно з уточненими розрахунками, додаткові роботи з демонтажу або монтажу елементів, пов'язаних із підходами та перехідними плитами, не заплановані в межах поточного етапу проєкту.

1.11 Антикорозійний захист конструкцій мосту

Захист залізобетонних конструкцій від корозії необхідно здійснювати, керуючись вимогами ДСТУ Б В.2.6-145:2010» Конструкції будинків і споруд.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії» [12] та відповідно до настанов ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 «Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії» [13].

У проєкті коригування реконструкції закладено антикорозійний захист оголеної існуючої та нової арматури шляхом нанесення захисного адгезійного шару з додаванням інгібіторів корозії згідно з технологією виробника матеріалів.

Для антикорозійного захисту видимих залізобетонних поверхонь конструкцій мосту проєктом передбачено використання полімер-цементних покривних систем, які мають високу стійкість до ультрафіолетового випромінювання, води та різноманітних кліматичних впливів.

Захист конструкцій мосту від негативних впливів води є одним із важливих аспектів, що забезпечують довговічність споруди та збереження її функціональності протягом експлуатації. У зв'язку з цим, для відкритих бокових поверхонь ригелів мосту передбачено застосування трьохшарової гідроізоляційної системи, яка ефективно захищає бетон від вологи та забезпечує його стійкість до різноманітних атмосферних впливів.

Антикорозійний захист металевих конструкцій мостової споруди, що використовується при додаткових роботах з реконструкції, виконувати у відповідності до вимог ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проєктування. Зі Зміною № 1» [14] згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 «Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії» [13].

Захист від корозії металевих закладних деталей електроосвітлення виконується за допомогою покриття Ц 20Хр. Товщина цинкового покриття не менше 20 мкм.

1.12 Інклюзивність та доступність споруди

Доступність – це надання можливості людям з інвалідністю, а також маломобільним групам населення вести незалежний спосіб життя. Доступність (архітектурна, транспортна, інформаційна) важлива для того, щоб вищезазначені категорії населення мали можливість користуватись своїми правами та брати активну участь в житті суспільства. Положення Конвенції про права інвалідів, ратифікованої Верховною радою України, визначають будь-яке фізичне обмеження в доступності до інфраструктури формою дискримінації.

Для поліпшення умов руху маломобільних груп населення у відповідності до вимог ДБН В.2.2-40:2018 ширину тротуарів прийнято 1,8 м. Ця ширина відповідає параметрам доріжок, що дозволяє здійснювати зустрічний рух людей на кріслах-колясках.

Полімерне покриття на тротуарах забезпечує необхідне зчеплення із колесами інвалідних візків, безпеку пересування інвалідів на кріслі-колісці, інвалідів по зору та тих, які використовують при пересуванні додаткові опори.

Ухил поверхні тротуарної зони влаштовано у напрямку від перил до вісі мосту, що забезпечує якісне відведення води під час дощу.

З метою попередження потрапляння маломобільних груп населення на

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проїзну частину тротуари на мосту відокремлено від проїзної частини металевою бар'єрною огорожею зі стримувальною здатністю 460 кДж. Із зовнішнього боку тротуари відокремлені металевим перильним огородженням висотою 1,2м.

1.13 Висновок до розділу 1

У результаті опрацювання архітектурно-будівельних рішень було проаналізовано фізико-географічні та інженерно-кліматичні умови району будівництва, виконано оцінку технічного стану мостової споруди через річку Сіб, а також визначено комплекс заходів, спрямованих на її реконструкцію.

Вивчення результатів обстеження існуючих конструкцій мосту, виконаних ТОВ «Союзтранспроект» та ТОВ «Гервін Проект», підтвердило наявність значних пошкоджень, зокрема в опорних частинах, ригелях і балках прогонової будови, що унеможливило безпечну експлуатацію мосту без втручання. З урахуванням результатів технічного стану конструкцій було розроблено та обґрунтовано доцільність їх підсилення та часткової заміни, зокрема шляхом застосування монолітних залізобетонних обойм, карбонових матеріалів та сучасних гідроізоляційних систем.

Проектні рішення враховують як конструктивні, так і експлуатаційні особливості споруди, включаючи оновлення прогонової будови, ремонт тротуарів, впровадження сучасної системи водовідведення, освітлення та антикорозійного захисту. Визначено пріоритетні заходи для забезпечення довговічності, надійності та безпеки мосту, а також благоустрою прилеглої території.

Таким чином, реалізація запропонованих архітектурно-будівельних рішень дозволить не лише відновити функціональність транспортної споруди, а й підвищити її експлуатаційні характеристики відповідно до сучасних нормативних вимог.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Конструктивні рішення

2.1 Загальні дані

Об'єктом конструювання та перевірочних розрахунків є основні конструкції мостової споруди після реконструкції.

Для оцінки несучої здатності конструкцій мостової споруди згідно з нормами ДБН В.1.2-15:2019 «Мости та труби. Навантаження і впливи» [16], ДБН В.2.3-14:2006 «Мости та труби. Правила проектування» [16], а також, ДБН В.1.2-14-2018. «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» [17], виконано комплекс робіт, наведених нижче.

1. Збір навантажень на мостову споруду.
2. Розробка аналітичної і скінчено-елементної моделей напружено-деформованого стану споруди під дією комплексу навантажень.
3. Перевірка несучої здатності основних конструктивних елементів споруди.
4. Розробка робочих креслень конструкцій, що виготовляються або підсилюються в процесі реконструкції.

2.2 Кліматичні впливи

Територія, де розташований об'єкт реконструкції розташований у І кліматичній зоні та, згідно з класифікацією ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [18] та знаходиться у 3-му вітровому, 4-му сніговому та 3-му ожеледному районі та має наступні кліматичні характеристики: снігове навантаження – 1400 Па; вітровий тиск – 500 Па; товщина стінки ожеледі – 19 мм.

Автомобільна дорога М-12 Стрий-Рогатин-Бережани-Тернопіль-Хмельницький-Вінниця-Кропивницький-Знам'янка, на якій знаходиться об'єкт реконструкції, класифікується як автомобільна дорога міжнародного значення. Тобто мостова споруда, розташована на цій дорозі, належить до класу наслідків (відповідальності) – СС-3 (значні наслідки), згідно з ДБН В.1.2-14-2018. За ДБН В.2.3-22:2009 «Мости та труби. Основні вимоги проектування» [19] приймаємо клас наслідків – І (мости, що мають велике соціальне та економічне значення).

Згідно з табл. 4.3 ДБН В.2.3-22:2009 [19] для збірно-монолітної мостової автодорожньої споруди проектний термін експлуатації – 80 років.

Згідно з п.23.3 ДБН В.1.1.12:2014 [21] для мостових споруд І класу наслідків (СС-3) необхідно використовувати карту ЗСР-2004-В сейсмічного районування території України ДБН В.1.1.12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» [20]. Згідно з нею м. Гайсин, поблизу якого розташований об'єкт, знаходиться в сейсмонебезпечній зоні. Сейсмічність території забудови 6 балів. Враховуючи дані інженерно-геологічних вишукувань, категорія ґрунту за сейсмічними властивостями – 2. Відповідно, сейсмічність будівельного майданчику – до 6 балів.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки вимоги розділу 8, п. 8.4 ДБН В.1.1.12:2014 [20] (спеціальні антисейсмічні вимоги до мостових споруд) розповсюджуються на мостові споруди при сейсмічності будівельного майданчика 7 балів і вище (див. п. 23.2 ДБН В.1.2-15:2019 [21]), при проектуванні реконструкції мостової споруди, особливих вимог до проектних рішень по сейсмостійкості не пред'являється.

2.3 Стислий опис конструкції мосту до реконструкції

Будівельні конструкції мосту до реконструкції являють собою шести прогонову збірно-монолітну конструкцію, яка складається з нерозрізної монолітної залізобетонної плити проїзної частини товщиною 150 мм, улаштованої вздовж усіх шістьох прольотів споруди, що обперта на систему збірних залізобетонних Т-подібних балок висотою 1,0 м довжиною близько 21,0 м (7 шт. в перерізі, які улаштовані з кроком близько 2,1 м). Прогонова будова розрізна. Прогони перекриті балками за типовим проектом серії 3.503-12, довжина балок – 21 м. Опорні частини поліуретанові 404x285x65 мм з прокладною залізобетонною плитою.

Опори – монолітні залізобетонні.

Габарит мосту – Г-10.9 м, з обох боків розташовані тротуари шириною 2,3 м. (рис. 2.1).

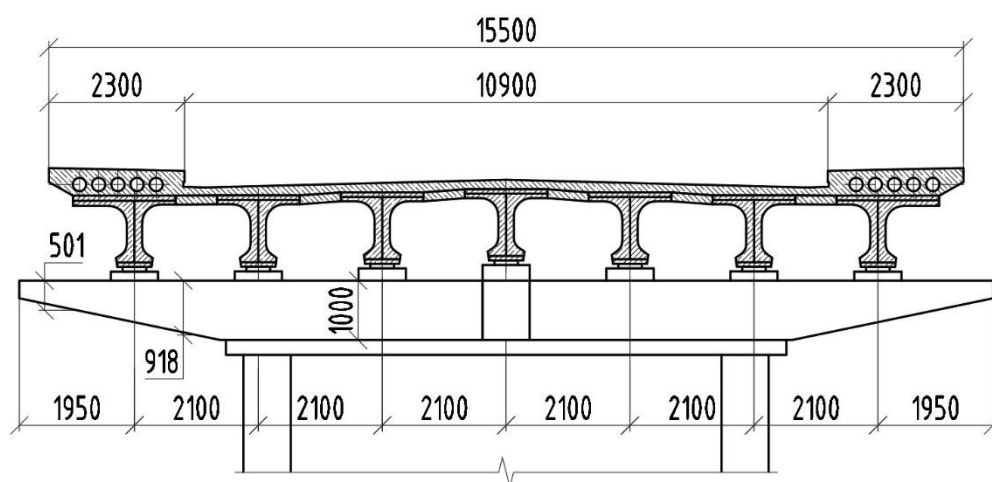


Рисунок 2.1 – Проектований переріз мостової споруди. Ригель зображений до підсилення.

Проїзна частина мосту відокремлена від тротуарів залізобетонним парапетним огороженням. Відвід води з мосту виконується за допомогою поздовжнього ухилу та водовідвідних трубок. Тротуари – збірні залізобетонні тротуарні блоки (демонтуються в процесі реконструкції). Огородження тротуарів – металеве перильне огороження. Ухил проїжджої частини реалізований встановленням балок на різні відмітки з урахуванням ухилу. Зовнішнє освітлення мосту виконується ліхтарями на металевих опорах, встановлених на ригелях з обох сторін мосту з кроком 42 м (через одну опору).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.3.1 Конструктивна суть робіт з реконструкції

При реконструкції плануються роботи з підсилення прогонових будов мостової споруди улаштуванням накладної плити товщиною 150 мм та підсилити мостові опори. Проміжні опори підсилюються в основному у перерізі ригеля шляхом улаштування бітрапецеїдальних обойм, що підкріплюють ригель. Берегові – улаштуванням відкритків та шафових стінок для утримання ґрунтового масиву. Після реконструкції мостова споруда має сприймати навантаження від рухомого складу А-11 та НК-80.

2.3.2 Основні розрахункові положення.

Міцнісні та деформаційні характеристики бетонів та арматурних сталей елементів мостової споруди після реконструкції за ДБН В.2.0-14:2006 [24] (табл. 3.6, 3.11, 3.14, 3.17), ДБН В.2.6-98:2009 [23] (табл. 3.1), ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [22] (табл. 3.4) та наведено у табл. 1 ... 3. Оскільки сучасні методики розрахунку залізобетонних конструкцій (за ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [22] та за розділом 3 ДБН В.2.3-14:2006 [16]) відрізняються за позначеннями одних і тих самих величин, в таблицях подано обидва варіанти позначення.

Таблиця 2.1 – Міцнісні та деформаційні характеристики бетонів існуючих та нових елементів мостової споруди.

№	Характеристика	Бетон, значення величини		
		В25 (C20/25)	В35 (C30/35)	В40 (C32/40)
1	Елемент	Ригелі опор	Накладна плита	Збірні прогонові Т-подібні балки,
2	$R_{b, ser} (f_{ck, prism})$, МПа	18,5 (18,5)	25,5 (25,5)	29 (29)
3	$R_b (f_{cd})$, МПа	14,5 (14,5)	19,5 (19,5)	22 (22)
4	f_{ctm} , МПа	2,6	2,8	3,0
5	$R_{bt} (f_{ctk, 0,05})$, МПа	1,05 (1,5)	1,35 (2,0)	1,40 (2,1)
6	$R_{b, sh}$, МПа	2,9	2,9	3,6
7	$\varepsilon_{c3, cd}$, ‰	0,63	0,72	0,77
8	$\varepsilon_{cu3, cd}$, ‰	3,10	2,80	2,64
9	$E_b (E_{cd})$, ГПа	30,0 (23)	34,5 (27)	36,0 (28,5)
10	γ_c	1,3		

Таблиця 2.2 – Міцнісні та деформаційні характеристики не напруженої арматури проєктованих елементів мостової споруди.

№	Характеристика	Значення	
1	Арматура класу	A-I (A240)	A-III (A400, марка 25Г2С)
2	$R_{sn} (f_{yk})$, МПа	235 (240)	390 (400)
3	$R_s (f_{yd})$, МПа	210	350 (при $\phi > 10$ мм)
4	$R_{sw} (f_{ywd})$, МПа	$= 0,8 \times R_s = 168$	$= 0,8 \times R_s = 280$
5	ϵ_{ud}	0,025	0,025
6	E_s , МПа	$2,06 \cdot 10^5$ ($2,1 \cdot 10^5$)	$1,96 \cdot 10^5$ ($2,1 \cdot 10^5$)
7	γ_s	1,05	1,1

Таблиця 2.3 – Міцнісні та деформаційні характеристики напруженої арматури збірних прогонових Т-подібних балок.

№	Характеристика	Значення
1	Арматура (канати) класу	K-7
2	Елемент	прогонові І-подібні балки
3	f_{pk} , МПа	1470
5	$R_{sn} (f_{p0,1k})$, МПа	1335
6	$f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s$, МПа	1112
7	R_s , МПа	1055
8	ϵ_{uk} , ‰	0,014
9	E_p , МПа	$1,8 \cdot 10^5$
10	γ_s	1,2

2.4 Аналітичний розрахунок мостових конструкцій

2.4.1 Збір навантаження

Згідно з прийнятими проектними рішеннями на прогонову будову мостової споруди впливають:

- постійні навантаження (власна вага прогонової будови, перехідних плит, вага перильного та бар'єрного огородження, зусилля попереднього напруження в канатах прогонових балок, вага конструкцій дорожнього одягу і гідроізоляції проїзної частини товщиною 115 мм, навантаження від покривної системи тротуарів Sika товщиною 5 мм), вага щитів незйомної опалубки для бетонування плинної частини (залізобетонні плити товщиною 150 мм);

- тимчасові навантаження, що прийняті у відповідності до ДБН В.1.2-15:2009 «Мости та труби. Навантаження та впливи» [16], які складаються з навантаження на проїзну частину (НК-80 та А-11) та тимчасове навантаження на технологічні проходи від натовпу людей, яке складає 400 кг/м²;

- температурні, ожеледні та інші кліматичні впливи.

Згідно з ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд», мостова споруда віднесена до класу наслідків (відповідальності) СС-3 (значні наслідки). Клас наслідків за ДБН В.2.3-22:2009 [19] – І (мости, що мають велике соціальне та економічне значення). При виконанні розрахунків основних несучих конструкцій (клас А), слід враховувати коефіцієнт надійності за відповідальністю за ДБН В.2.3-22:2009, табл. 4.1 $\gamma_r = 1,05$. Коефіцієнти надійності для навантажень прийняті у відповідності до табл. 4.2 ДБН В.2.3-22:2009 [19].

Розрахунки виконано згідно з чинними на цей час нормами (ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд, будівельних конструкцій та основ» [17], ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» [23], ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування» [22], ДБН В.2.3-15:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи» [16], ДБН В.2.3-22:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування» [19], ДБН В.2.3-14:2006 «Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування» [16], ДБН В.1.2.-2:2006 «Навантаження і впливи» [18]).

Аналітична методика перевірочних розрахунків проектованих елементів залізобетонних конструкцій мостової споруди прийнята згідно з джерелом [22] що відповідає вимогами п.6.1.1 ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону» [23]. Перевірка міцності, окрім цього, додатково, виконана за методикою розділу 3 ДБН В.2.3-14:2006 [16].

Монолітна прогонова плита працює, в основному, в поперечному напрямку (між прогоновими балками), а також, забезпечує загальну жорсткість мостової прогонової споруди, як диск жорсткості. Для розрахунку арматури монолітної

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плитної плити, розрізаної деформаційними швами прийнято, що монолітна плита працює по багатопролітній нерозрізній схемі в поперечному напрямку) та за двохпролітною нерозрізною схемою (у повздовжньому напрямку).

Збірно-монолітну прогонову будову можна умовно розділити на балочні елементи таврового перерізу, які складаються зі збірної Т-подібної балки номінальним прольотом 21,05 м та монолітної плитної частини. В подальшому в аналітичних розрахунках прийнято розрахунковий проліт Т-подібних балок

$$l_0 = 21,05 - (0,5 / 2) \times 2 = 20,55 \text{ (м)} \quad (2.1)$$

Пролітні схеми прикладання тимчасових колісних впливів НК-80 та А-11 показані відповідно на рис. 2.4 та 2.5.

Навантаження НК-80 – чотирьохвісний візок з нормативним навантаженням на 1 вісь $P_n = 196 \text{ кН}$ з коефіцієнтом надійності $\gamma_f = 1,0$ (рис. 2.2).

Навантаження А-11 – двовісний візок з нормативним навантаженням на 1 вісь

$$P_n = 9,81 \cdot 11 = 107,91 \text{ (кН)} \quad (2.2)$$

+ смуга рівномірно розподіленого навантаження на

$$V_n = 0,98 \cdot 11 = 10,78 \text{ (кН / м)} \quad (2.3)$$

по двом смугам під колесами. Кількість розрахункових смуг навантаження А-11 визначаємо згідно з п.8.3.4 ДБН В.1.2-15:2009 [16], шляхом ділення габариту проїзду (13,5 м) на 3,5 м та заокругленням до цілого: $13,5 \text{ м} / 3,5 \text{ м} = 3,85 = 3$ розрахункових смуги (рис. 2.3).

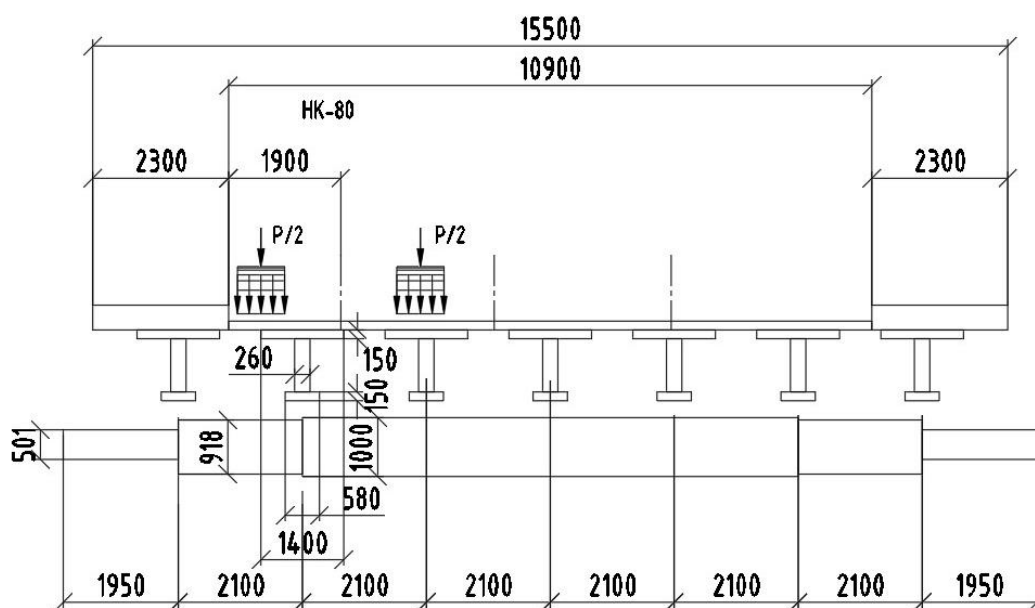
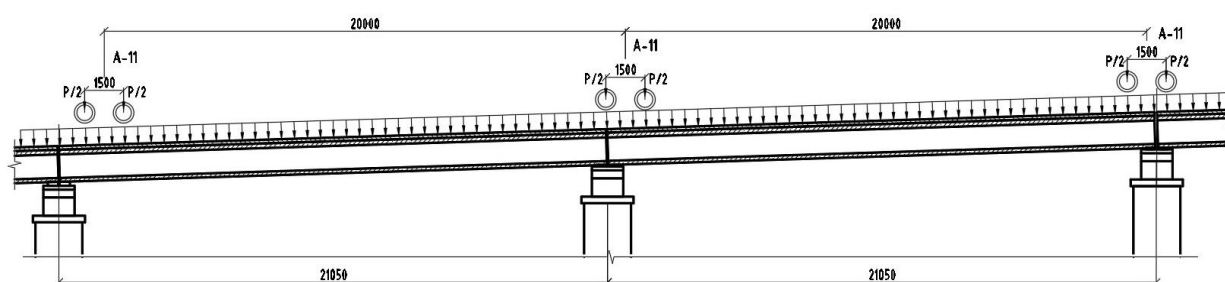
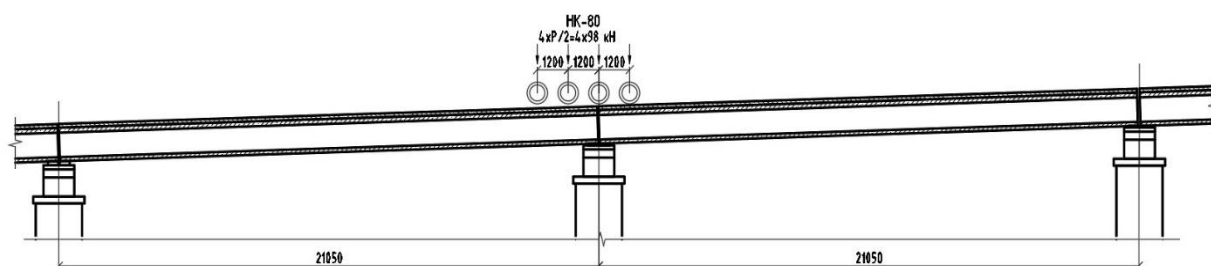
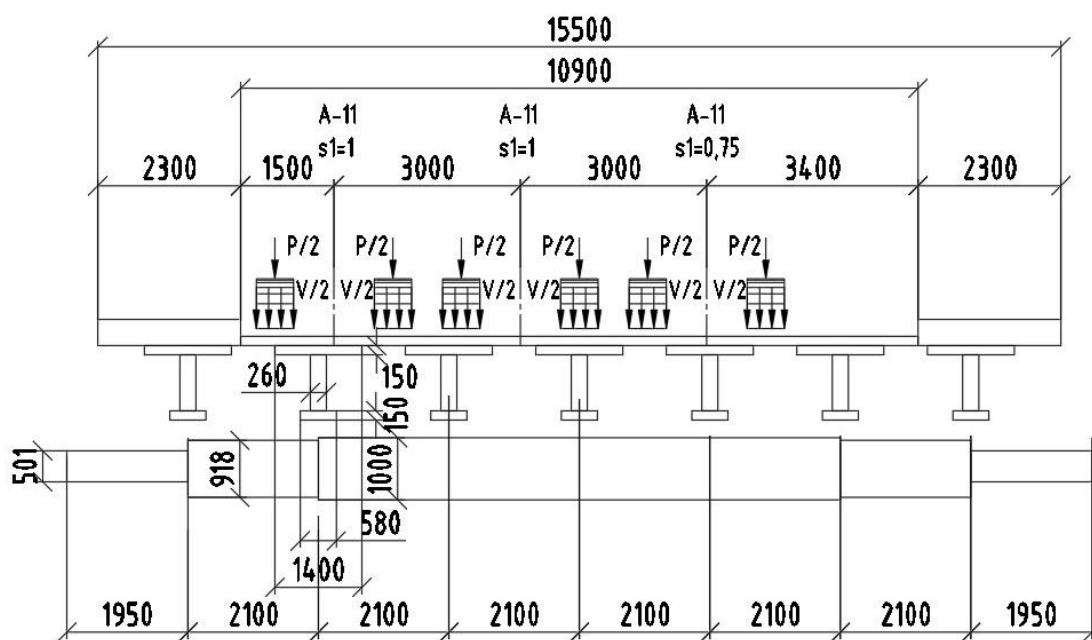


Рисунок 2.2 – Розрахунковий поперечник мостової споруди завантажений тимчасовим рухомих навантаженням НК-80.



Враховуючи вантажну ширину колеса навантаження НК-80 (А-11) в просвіт однієї таврової балки ($b_f' = 1400 \text{ мм}$) у найневигоднішому випадку попадає один ряд коліс (шириною 0,8 м – для НК-80 та 0,6 м для А-11).

Розрахункові та нормативні впливи на балку мостової споруди:

- власна вага таврової балки (серія 3.503-12, $m = 34,59 \text{ т} = 339,33 \text{ кН}$) на 1 м.п. довжини, нормативне значення:

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$q_{n,6} = 339,33 / 21 = 16,16 \text{ (кН / м.п.)} \quad (2.4)$$

розрахункове значення :

$$q_{p,6} = q_{n,6} \cdot \gamma_f = 16,16 \cdot 1,25 = 20,2 \text{ (кН / м.п.)} \quad (2.5)$$

(де $\gamma_f = 1,25$, табл. 6.2 ДБН В.1.2-15:2009 [16]);

- рівномірно розподілене навантаження від тиску дорожнього покриття (асфальтобетон середньою товщиною 115 мм, разом з напальною гідроізоляцією з вантажної ширини $b_f' = 1400 \text{ мм}$, С нормативне значення:

$$q_{n,a} = 1,400 \cdot 0,115 \cdot 1 \cdot 2,45 \cdot 10 = 3,94 \text{ (кН / м.п.)} \quad (2.6)$$

розрахункове значення:

$$q_{p,a} = q_{n,a} \cdot \gamma_f = 3,94 \cdot 2,0 = 7,88 \text{ (кН / м.п.)} \quad (2.7)$$

(де $\gamma_f = 2,0$, табл. 6.2 ДБН В.1.2-15:2009 [16]);

Загальне погонне навантаження від постійних впливів з вантажної ширини $b_f' = 1400 \text{ мм}$:

Нормативне:

$$q_n = q_{n,6} + q_{n,a} = 16,16 + 3,94 = 20,10 \text{ (кН / м.)} \quad (2.8)$$

Граничне:

$$q = q_{p,6} + q_{p,a} = 20,2 + 7,88 = 28,08 \text{ (кН / м.)} \quad (2.9)$$

- навантаження від тимчасового впливу НК-80 на одне колесо, враховуючи динамічний коефіцієнт, $1 + \mu = 1$ (табл. 17.2 ДБН В.1.2-15:2009 [16])

$$P_n / 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \gamma_f = 245 / 2 \cdot 1 \cdot 1 = 122,5 \text{ (кН)} \quad (2.10)$$

- навантаження від тимчасового впливу А-11 ($\gamma_f = 1,5$, $1 + \mu = 1,3$) на 1 колесо

$$(P_n / 2) \cdot (1 + \mu) \cdot \gamma_f = (147,15 / 2) \cdot 1,3 \cdot 1,5 = 143,5 \text{ (кН)} \quad (2.11)$$

та смуга рівномірно розподіленого навантаження

$$(V_n / 2) \cdot \gamma_f = (14,7 / 2) \cdot 1,5 = 11,03 \text{ (кН / м)} \quad (2.12)$$

Оскільки відстань між тандемами А-11 має бути не менше 20 м, що не перевищує довжину вільного прольоту однопрогонової будови (21,05 м), у розрахунковий проліт ($l_0 = 20,55 \text{ м}$) попадає 2 тандема.

Оскільки жорсткість плити товщиною 150 мм у площині згину балки набагато менше жорсткості розрахункової таврової балки (загальною висотою 1 000 мм), в бік запасу міцності можна прийняти, що балка працює за однопролітною розрахунковою моделлю.

2.4.2 Перевірочні розрахунки робочого армування ригеля проміжної опори

2.4.2.1 Розрахунок поздовжнього армування

А) Вихідні дані для розрахунку. Робочий переріз

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

являють собою балки прямокутного перерізу 1800 x 3680 (h) мм, довжиною 16,50 м. Конструкція і спрощена розрахункова схема ригеля після підсилення показані на рис. 2.6.

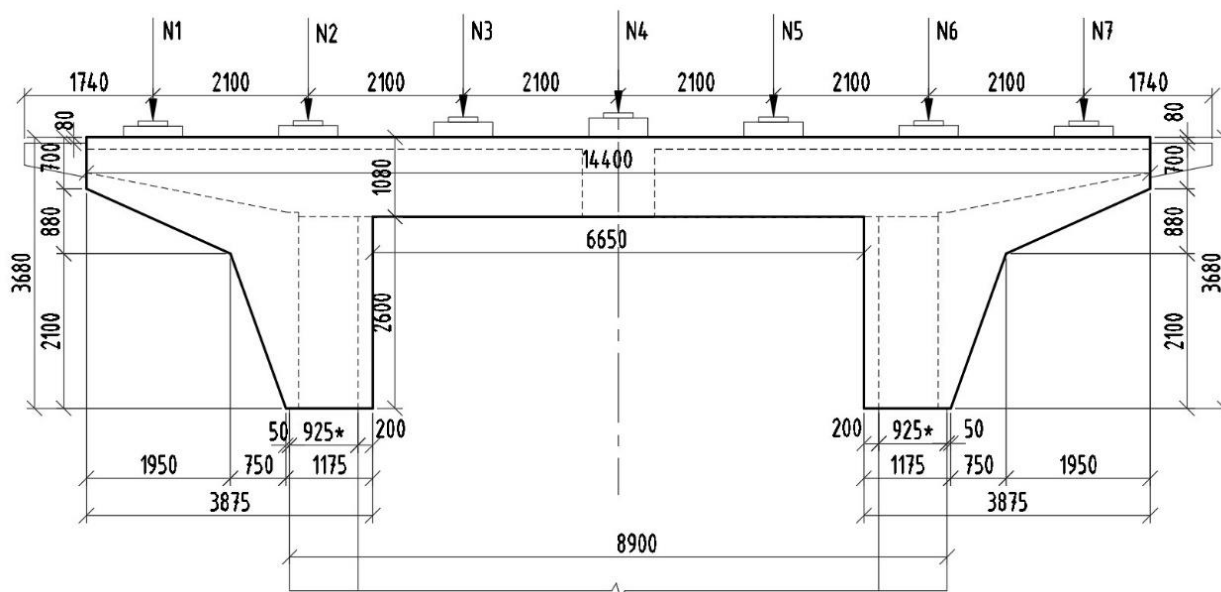


Рисунок 2.6 – Конструкція та спрощена розрахункова схема ригеля після підсилення

Величина зосереджених сил, що імітують вплив прогонових Т-подібних балок (реакції в опорах), будуть залежати від місця розташування тимчасових рухомих впливів (НК-80 чи А-11).

Розглянуто два найгірших випадки (колеса візків НК-80 чи А-11), розташовані, як показано рис. 2.8). Для цих двох варіантів обчислені, вертикальні впливи на підферменники, використовуючи лінії впливу, абсолютні значення яких, зліва-направо такі:

Для впливу НК-80: $N_1=1148 \text{ кН}$, $N_2=1424 \text{ кН}$, $N_3=1172 \text{ кН}$,
 $N_4=882 \text{ кН}$, $N_5=877 \text{ кН}$, $N_6=1093 \text{ кН}$, $N_7=1028 \text{ кН}$.

Для впливу А-11: $N_1=1351 \text{ кН}$, $N_2=1491 \text{ кН}$, $N_3=1214 \text{ кН}$, $N_4=1131 \text{ кН}$, $N_5=1100 \text{ кН}$, $N_6=1259 \text{ кН}$, $N_7=1231 \text{ кН}$.

Найбільш невідгідним для консолі ригеля є комбінація навантажень з навантаженнями А-11+ натовп. Розрахунок виконаємо для цієї комбінації

Аналітична перевірка армування виконана тільки для повздовжнього армування консолі ригеля (вздовж ригеля).

Оціночні значення згинальних моментів для аналітичної перевірки консолі ригеля проміжної опори приведені на рис.2.8.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

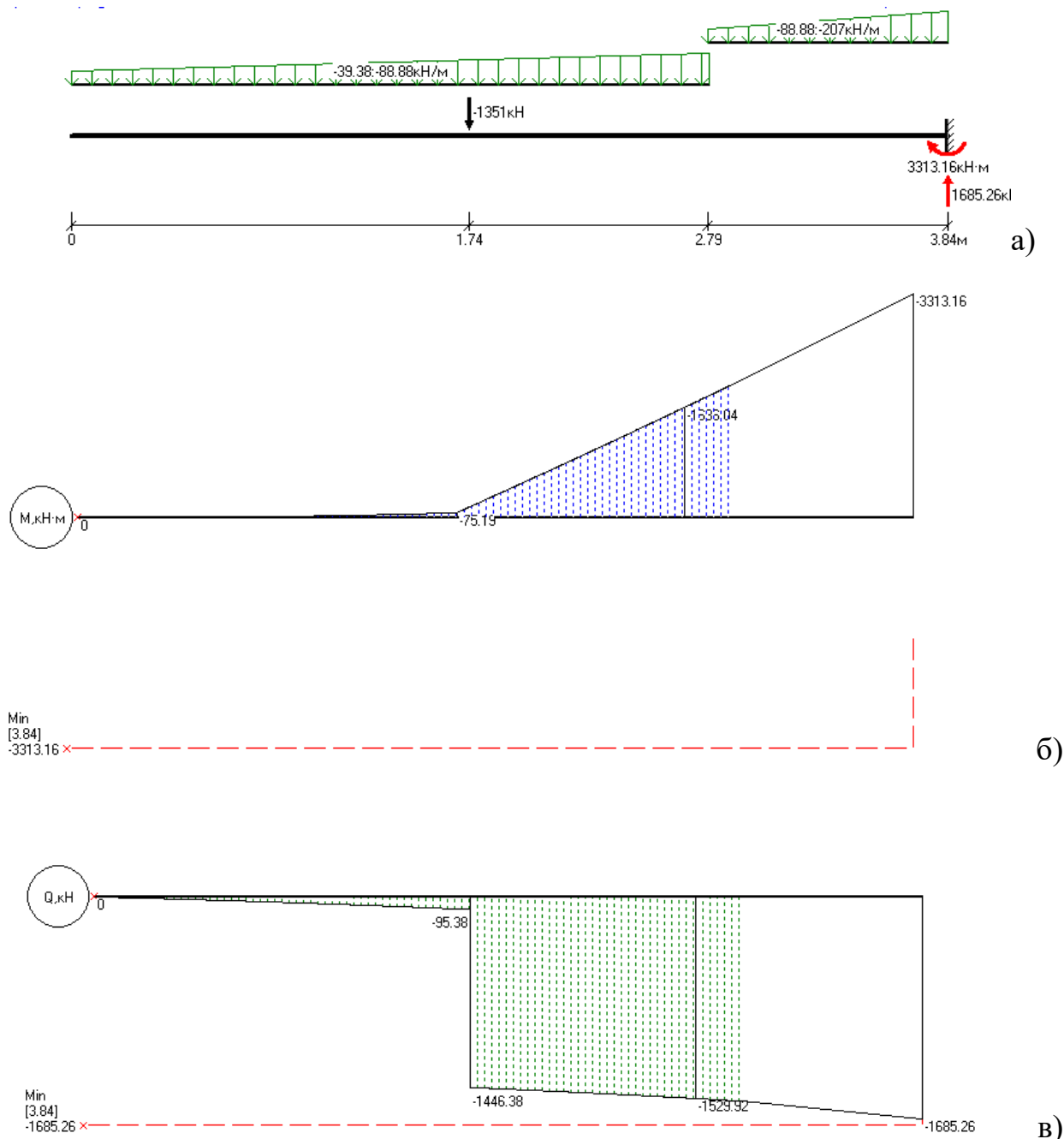


Рисунок 2.7 – Розрахунковий проліт найбільш навантаженої консолі ригелю під дією тимчасового впливу А-11: а – розрахункова схема; б – епюра згинальних моментів, в – епюра поперечних сил.

Максимальний згинальний момент в консолі за розрахунком (рис. 2.7,б), $M = -2205,06 \text{ кН}\cdot\text{м}$; максимальна поперечна сила у консолі (рис 2.7,в), $Q = -1321,81 \text{ кН}$.

А) Розрахунок консолі ригеля проміжної опори після реконструкції за нормальними перерізами за методикою ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [22].

Розрахунковий переріз консолі – прямокутний, розміром 1800 x 700...3680 (h) мм. Розтягнуте (верхнє) армування – існуюче, 10 стрижнів діаметром 32 мм класу

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

А-III (А400), загальною площею $A_{s1}' = 8042 \text{ мм}^2$ та армування підсилення – 8 стрижнів діаметром 32 мм класу А-III (А400), загальною площею $A_{s2}' = 4826 \text{ мм}^2$. Відстань до центра ваги існуючого робочого армування від верху перерізу $a_{s1}' = 146 \text{ мм}$, відстань до центра ваги робочого армування підсилення від верху перерізу $a_{s2}' = 98 \text{ мм}$. $f_{yd} = R_s = 350 \text{ МПа}$

Визначаємо відстань від центра ваги розтягнутої арматури до найбільш стиснутої точки перерізу умовної балки

$$d = h - a_s' = 3680 - (146 - 98) / 2 + 98 = 3558 \text{ (мм)} \quad (2.13)$$

Визначаємо граничну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_{1,u} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd} + \varepsilon_{s,0}} = \frac{3558 \cdot 310 \cdot 10^{-5}}{(310 + 178) \cdot 10^{-5}} = 2260 \text{ (мм)} \quad (2.14)$$

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

$$\varepsilon_{s,0} = f_{yd} / E_s = 350 / 1,96 \cdot 10^5 \approx 178 \cdot 10^{-5} \quad (2.15)$$

$f_{yd} = R_s = 350 \text{ МПа}$ – розрахункове значення опору розтягу арматури (табл.2.2).

$$f_{cd} = R_b = 15,5 \text{ МПа}.$$

Визначаємо коефіцієнт λ за формулою:

$$\lambda = \frac{\varepsilon_{cu3,cd} - \varepsilon_{c3,cd}}{\varepsilon_{cu3,cd}} = \frac{(310 - 63) \cdot 10^{-5}}{310 \cdot 10^{-5}} = 0,797 \quad (2.16)$$

Визначаємо фактичну висоту стиснутої зони бетону:

$$x_1 = \frac{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s'}{(1 + \lambda) \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot (8042 + 4826) \cdot 10^{-6}}{(1 + 0,797) \cdot 1,8 \cdot 14,5 \cdot 10^3} = 0,192 \text{ (м)} \quad (2.17)$$

Перевіряємо умову $x_1 < x_{1,u}$,

$$(x_1 = 0,192 \text{ м}) < (x_{1,u} = 2,26 \text{ м}) \quad (2.18)$$

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

Граничне значення згинального моменту, який може сприйняти переріз консолі:

$$M_u = -A_s' \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{x_1 \cdot (1 + \lambda + \lambda^2)}{3 \cdot (\lambda + 1)} \right) = \quad (2.19)$$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= -(8042 + 4826) \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^3 \cdot \left(3,558 - \frac{0,192 \cdot (1 + 0,797 + 0,797^2)}{3 \cdot (0,797 + 1)} \right) = -15634,39 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

Знак «мінус» позначає, що розтягнутою є верхня арматура консолі.

$$(|M \cdot \gamma_r| = |-3313,16 \cdot 1,00| = 3313,16 \text{ кН} \cdot \text{м}) < |-M_u| = 15634,39 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.20)$$

Умову міцності виконано. Коефіцієнт використання перерізу 0,21.

Б) Розрахунок консолі по першій групі граничних станів за нормальними перерізами (за методикою розділу 3 ДБН В.2.3-14:2006 [16]).

Робоча висота перерізу $h_0 = d = 3558 \text{ мм}$. Ширина перерізу $b = 1200 \text{ мм}$. Площа робочого (верхнього) армування $A'_s = 12868 \text{ мм}^2$. $a'_s = 122 \text{ мм}$. $R_s = 350 \text{ МПа}$.

Фактична висота стиснутої зони бетону, виходячи з формули (3.18) ДБН В.2.3-14:2006 [12], в бік запасу, не враховуючи стиснуту арматуру ($A_s = 0$) для перерізу з ненапруженою арматурою ($A_p = A_p' = 0$):

$$x = \frac{R_s \cdot A'_s}{R_b \cdot b} = \frac{350 \cdot 10^6 \cdot 12868 \cdot 10^{-6}}{14,5 \cdot 10^6 \cdot 1,8} = 0,173 \text{ (м)} \quad (2.21)$$

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

$$M_u = -R_b \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = -14,5 \cdot 10^6 \cdot 1,8 \cdot 0,173 \cdot \left(3,558 - \frac{0,173}{2} \right) \cdot 10^{-3} = -15674,9 \text{ (кН} \cdot \text{м)} \quad (2.22)$$

Знак «мінус» позначає, що розтягнутою є верхня арматура консолі.

$$(|M \cdot \gamma_r| = |-3313,16 \cdot 1,00| = 3313,16 \text{ кН} \cdot \text{м}) < |-M_u| = 15674,9 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.23)$$

Умову міцності консолі ригеля проміжної опори виконано. Коефіцієнт використання перерізу 0,21.

2.5 Просторове моделювання фрагмента мосту

2.5.1 Опис розрахункової моделі споруди

Розрахунок напружено-деформованого стану мостової споруди виконаний шляхом деталізованого моделювання основних елементів у вигляді тривимірної моделі за допомогою програмного комплексу «Lira-Windows», що є комп'ютерною системою для структурного аналізу та проектування.

Теоретичною основою використаної програми є метод скінчених елементів (МСЕ). Реалізований варіант МСЕ використовує принцип можливих переміщень

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

(більш детально дивись інструкцію до програми).

Модель мостової споруди прийнята у вигляді просторової системи, що складається із пластинчатих елементів, які імітують роботу монолітної плитної частини, консольних звисів тротуарної плити, збірних Т-подібних прогонових балок, а також, стрижневих елементів, що імітують роботу еластомерних опор, зв'язкових елементів між пластинчастими конструкціями для компенсації геометричної неоднорідності. Для спрощення зміна висоти підферменників, а також, ухили прогонової монолітної плити мостової споруди не враховувалася.

Фізико-механічні характеристики пластинчастих елементів моделі. Модуль пружності знижуємо, в бік запасу, згідно з рекомендаціями методичної літератури:

$$E = 0,7 \cdot E_{cd} (B40) = 0,7 \cdot 28,5 \cdot 10^9 = 20,0 \cdot 10^9 \text{ (Па)} \quad (2.24)$$

- коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,2$ (п. 3.1.2.3 ДБН В.2.6-98:2009), густина $R_0 = 2,500 \text{ т / м}^3$. Крок дискретизації пластинчастої моделі – 100 x 100 мм.

Характеристики стрижневих елементів моделі. Модуль пружності знижуємо, в бік запасу, згідно з рекомендаціями методичної літератури:

$$E = 0,7 \cdot E_{cd} (B35) = 0,7 \cdot 25 \cdot 10^9 = 17,5 \cdot 10^9 \text{ (Па)} \quad (2.25)$$

- коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,2$ (п. 3.1.2.3 ДБН В.2.6-98:2009), густина залізобетону – $R_0 = 2,500 \text{ т / м}^3$. Перерізи стрижнів прийняті у відповідності до фактичних перерізів елементів (див. рис. 2.1).

На етапі аналітичного моделювання було встановлено, що зусилля обтиску попередньо напруженого армування, що припадає на одну умовну балку, з урахуванням всіх втрат, $\sum N_{li} = 443 \text{ кН}$. Оскільки в програмному комплексі «Lira- Windows» для пластинчастих скінчених елементів не передбачений стандартний інструмент впливу обтиском попереднім напруженням арматури, попереднє напруження прикладаємо в рівні центра ваги нижньої полицки Т-подібної балки температурними впливами. Товщина умовної полицки – 150 мм, загальна розрахункова ширина полицки – 590 мм, площа розрахункового перерізу полицки

$$A_{li} = 0,15 \cdot 0,59 = 0,0885 \text{ (м}^2\text{)} \quad (2.26)$$

Коефіцієнт лінійного розширення для залізобетону $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$. За законом Гука для пружних матеріалів величина температурного градієнта нижньої полицки балки (вздовж балки) обчислюється за співвідношенням:

$$\Delta T = \frac{\sum N_{li}}{\alpha \cdot A_{li} \cdot E} = \frac{-443 \cdot 10^3 \text{ Н}}{1,2 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1} \cdot 0,0885 \text{ м}^2 \cdot 17,5 \cdot 10^9 \text{ Па}} = -23,8 \text{ [К]} \quad (2.27)$$

Знак «мінус» свідчить, що температурний вплив призводить до появи стискаючих напружень, і, відповідно, повинен імітуватись негативним температурним градієнтом.

Дорожній одяг проїзної та пішохідної частин, гідроізоляція, бордюrne і

бар'єрне огороження, поруччя, наплавна гідроізоляція змодельовані корисним				
08-11. БКП.013.00.000.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

навантаженням, прикладеним до пластинчастих елементів прогонових конструкцій.

2.5.2 Навантаження на модель споруди

Навантаження та впливи на конструкції споруди, прийняті згідно з ДБН В.1.2-15:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи» [16] та ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування» [18].

- власна вага монолітного залізобетонних конструкцій мостової споруди $\gamma_f = 1,25$, нормативною і розрахунковою інтенсивністю відповідно, g_{0n} , g_0 , [кПа], прикладається програмою автоматично у відповідності до перерізів елементів,;

- рівномірно розподілене навантаження від тиску дорожнього покриття (асфальтобетон середньою товщиною 115 мм, разом з напальною гідроізоляцією), нормативне значення:

$$q_{1n} = 0,115 \cdot 2,45 \cdot 10 = 2,818 \text{ (кПа)} \quad (2.27)$$

розрахункове значення:

$$q_1 = q_{1n} \cdot \gamma_f = 2,818 \cdot 2,0 = 5,636 \text{ (кПа)} \quad (2.28)$$

(де $\gamma_f = 2,0$, табл. 6.2 ДБН В.1.2-15:2009 [16]);

- вага покриття тротуарів – фактично – полімер-цементне тонкошарове покриття системи Sika ~ 5 мм. В бік запасу, виходячи з умов майбутніх ремонтних робіт, прийнято асфальтобетон 50 мм густиною 2,45 т/м³.

Експлуатаційне значення тиску:

$$\text{на тротуар: } q_{2n} = 0,05 \cdot 2,45 \cdot 10 = 1,225 \text{ (кПа)} \quad (2.29)$$

$$\text{граничний тиск: } q_2 = q_{2n} \cdot \gamma_f = 1,225 \cdot 2,0 = 2,45 \text{ (кПа)} \quad (2.30)$$

- власна вага щита незйомної опалубки товщиною 45 мм, яка передається у вигляді тиску, нормативне значення:

$$q_{3n} = 0,045 \cdot 2,5 \cdot 10 = 1,125 \text{ (кПа)} \quad (2.31)$$

$$\text{розрахункове: } q_3 = q_{3n} \cdot \gamma_f = 1,125 \cdot 1,25 = 1,406 \text{ (кПа)} \quad (2.32)$$

(де $\gamma_f = 1,25$, табл. 6.2 ДБН В.1.2-15:2009 [16]);

- власна вага металоконструкцій бар'єрного огородження (довідкова маса за ДСТУ Б В.2.3-28:2011 [25], табл. 1, – $q_{6n} = 36 \text{ кг / м.л.}$ та поруччя (довідкова маса $q_{7n} = 34 \text{ кг / м.л.}$) $\gamma_f = 1,25$;

$$\text{розрахункові значення: } q_6 = 36 \cdot 1,25 = 45 \text{ кг / м.л.} \quad (2.33)$$

$$q_7 = 34 \cdot 1,25 = 42,5 \text{ кг / м.л.} \quad (2.34)$$

- тимчасовий вплив на споруду – НК-80 (невигідне для розрахунку повздовжнього армування в умовній прогоновій тавровій балці). Навантаження прикладене як умовно рівномірно розподілений тиск на 8 майданчиків 0,8 x 0,2 м, що улаштовані з кроком $1,2 \times 2,7$ м (рис. 2.8) граничною інтенсивністю

$$P_{НК-80} = \frac{P / 2}{C \cdot B} = \frac{196 / 2}{0,2 \cdot 0,8} = 613 \text{ (кПа)} \quad (2.35)$$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Найбільш невідне розрахункове розташування плям тисків p_{HK-80} для розрахунку проектованої умовної таврової балки показано на рис. 2.4. При цьому, пара коліс другої осі візка – в середині прольоту (див. рис. 2.9).

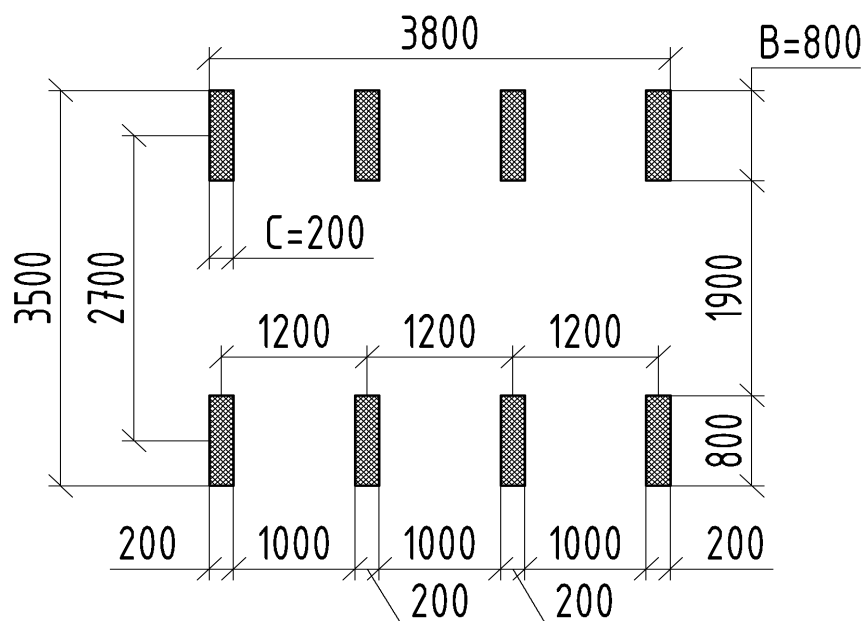


Рисунок 2.8 – Схема прикладання навантаження НК-80 до просторової моделі.

- тимчасовий вплив на споруду – А-11 (невідне для загального просторового розрахунку мостової споруди, $\gamma_f = 1,5$, $1 + \mu = 1,3$). Навантаження А-11 прикладене, як умовно рівномірно розподілений тиск на 4 майданчиках $0,6 \times 0,2$ м, що улаштовані з кроком $1,5 \times 1,9$ м (рис. 2.16) нормативною інтенсивністю

$$p_{A-11, n} = \frac{(P_n / 2) \cdot (1 + \mu) / 2}{C \cdot B} = \frac{(107,91 / 2) \cdot 1,3 / 2}{0,2 \cdot 0,6} = 292 \text{ (кПа)} \quad (2.36)$$

та граничною величиною

$$p_{A-11} = p_{A-11, n} \cdot \gamma_f = 292 \cdot 1,5 = 438 \text{ (кПа)} \quad (2.37)$$

Та смуга рівномірно розподіленого навантаження по стрічці, шириною 600 мм. Нормативне значення:

$$v_{A-11, n} = \frac{V_n / 2}{B} = \frac{10,78 / 2}{0,6} = 9,0 \text{ (кПа)} \quad (2.38)$$

розрахункове значення

$$v_{A-11} = v_{A-11, n} \cdot \gamma_f = 9,0 \cdot 1,5 = 13,5 \text{ (кПа)} \quad (2.39)$$

Найбільш невідне розрахункове розташування смуг v_{A-11} та плям p_{A-11} тисків для розрахунку проектованої монолітної плити мостової споруди показано на рис. 2.4. При цьому колеса умовного візка співосні, пара коліс – в середині прольоту (див. рис. 2.9).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

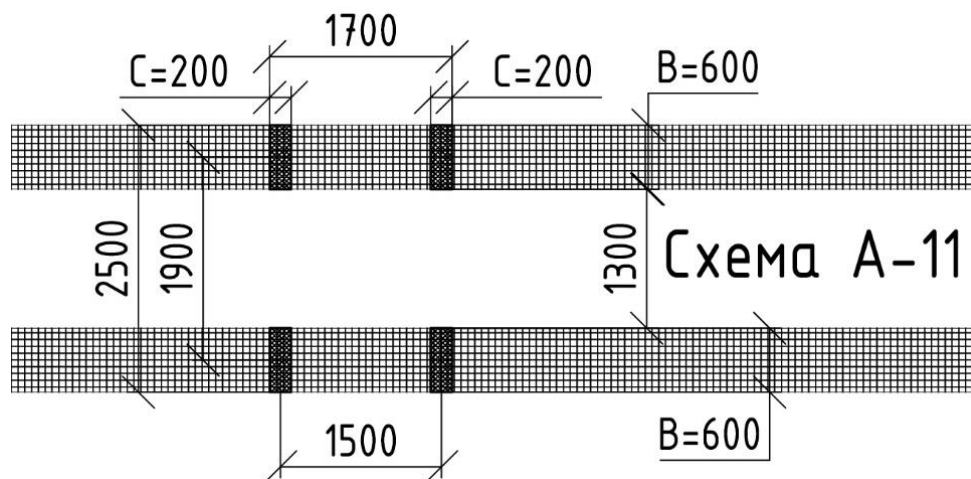


Рисунок 2.9 – Схема прикладання навантаження А-11 до просторової моделі.

- тимчасового навантаження від натовпу пішоходів (3,92 кПа, $\gamma_f = 1,4$).
Експлуатаційне значення тиску $v_{4n} = 3,92 \text{ кПа}$, граничний тиск

$$v_4 = v_{4n} \cdot \gamma_f = 3,92 \cdot 1,4 = 5,5 \text{ (кПа)} \quad (3.40)$$

- вітровий тиск для 3-го вітрового району $q_{wf} = 0,5 \text{ кПа}$;
- сніговий тиск для 4-го вітрового району $q_{sf} = 1,4 \text{ кПа}$ (не враховується разом з НК-80 чи А-11, як взаємо виключаючі, оскільки снігові намети загромождають проїзне полотно);
- товщина кірки ожеледі – 19 мм для 3-го ожеледного району (не враховується разом з НК-80 чи А-11, як взаємо виключаючі).

При розрахунку по 1-й групі граничних станів використовувались розрахункові навантаження, по 2-й групі граничних станів – експлуатаційні. Скінчено елементна модель мостової споруди показана на рис. 2.10.

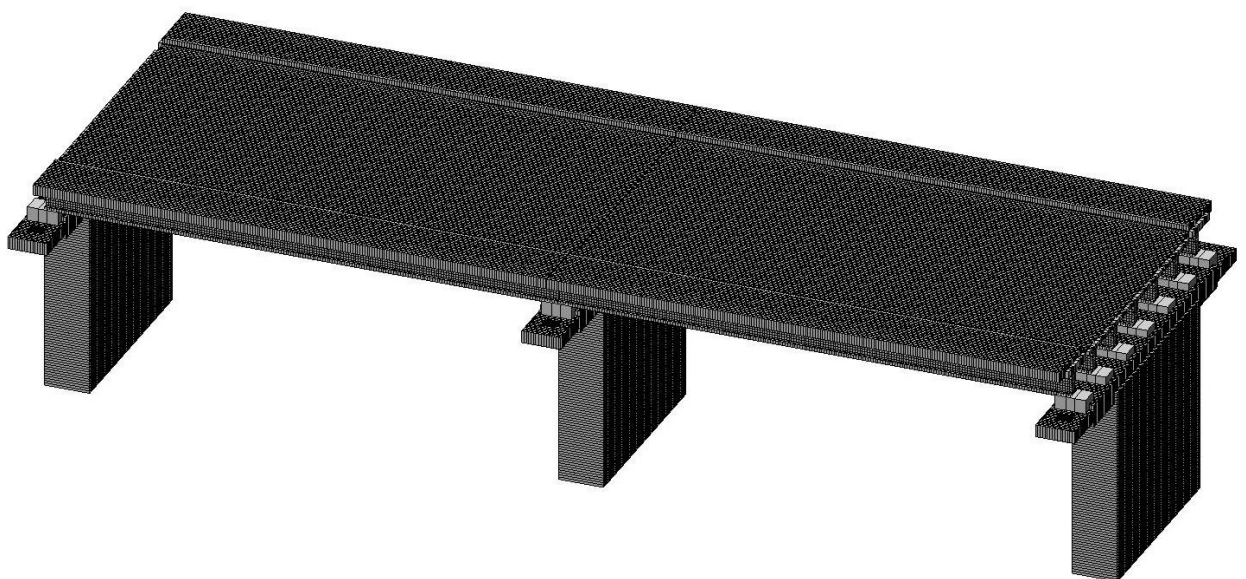


Рисунок 2.10 – Тривимірна візуалізація розрахункової моделі.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш невигідне сполучення тимчасових навантажень для загального просторового розрахунку мостової споруди за жорсткістю і міцністю, відповідно (одна з можливих схем див. рис. 2.11):

$$(q + v)_n = (g_{0n} + q_{1n} + q_{2n} + q_{3n} + q_{6n} + q_{nn} + v_{4n}) + (\overrightarrow{p_{A-11, n}} + \overrightarrow{v_{A-11, n}}) \quad (2.41)$$

$$(q + v)_p = (g_0 + q_1 + q_2 + q_3 + q_6 + q_n + v_4) + (\overrightarrow{p_{A-11}} + \overrightarrow{v_{A-11}}) \quad (2.42)$$

Найбільш невигідне сполучення тимчасових навантажень для розрахунку окремої умовної таврової балки за жорсткістю і міцністю, відповідно (одна з можливих схем див. рис. 2.13):

$$(q + v)_n = (g_{0n} + q_{1n} + q_{2n} + q_{3n} + q_{6n} + q_{nn} + v_{4n}) + \overrightarrow{p_{HK-80, n}} \quad (2.43)$$

$$(q + v)_p = (g_0 + q_1 + q_2 + q_3 + q_6 + q_n + v_4) + \overrightarrow{p_{HK-80}} \quad (2.44)$$

У формулах стрілочками позначені навантаження, які можуть змінювати своє розташування як в прольоті, так і в перерізі.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

A-11_опра

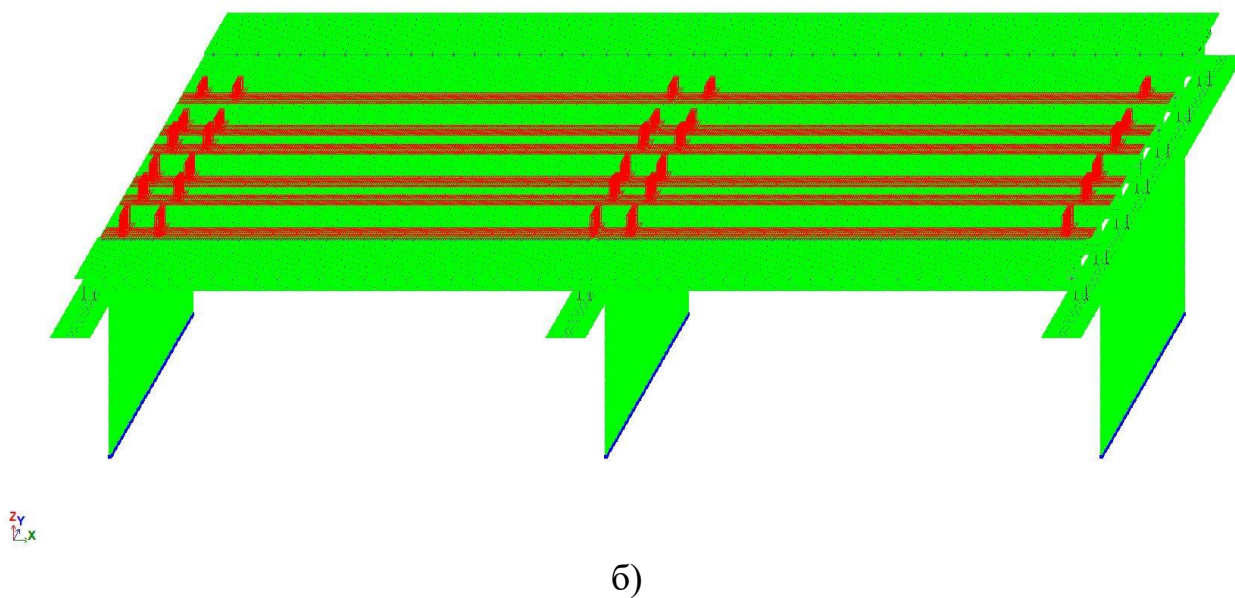
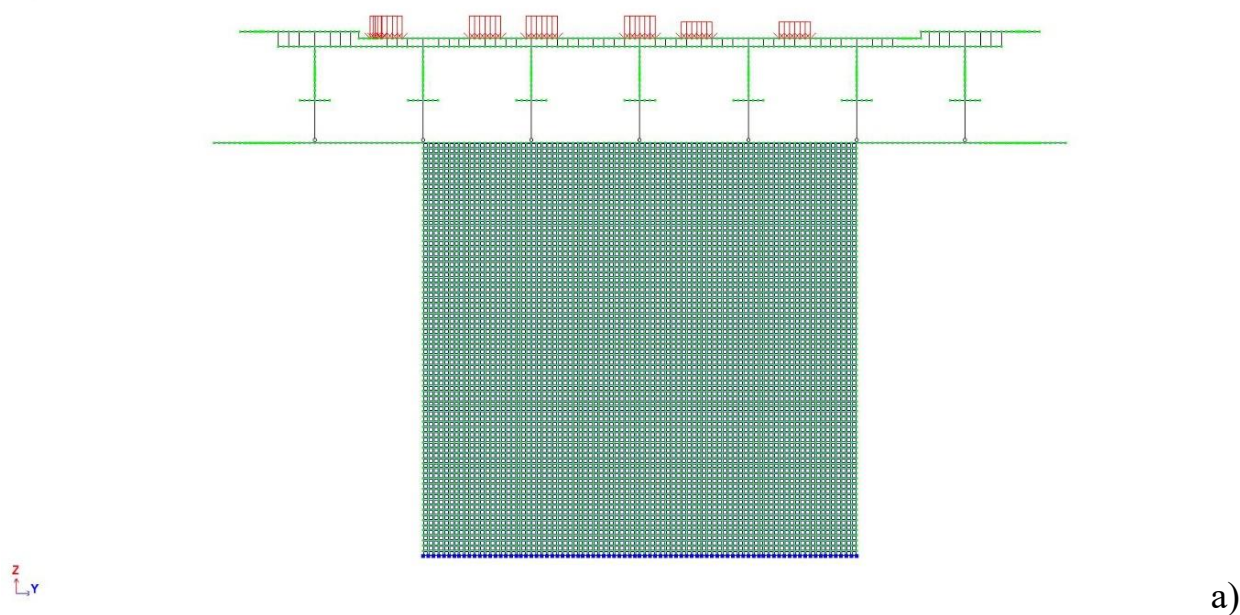


Рисунок 2.11 – Розрахункова пластинчасто-стрижнева модель мостової споруди з тимчасовим впливом А-11 (умовні візки на опорі, виділено червоним): а – поперечник, б – ізометрія.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

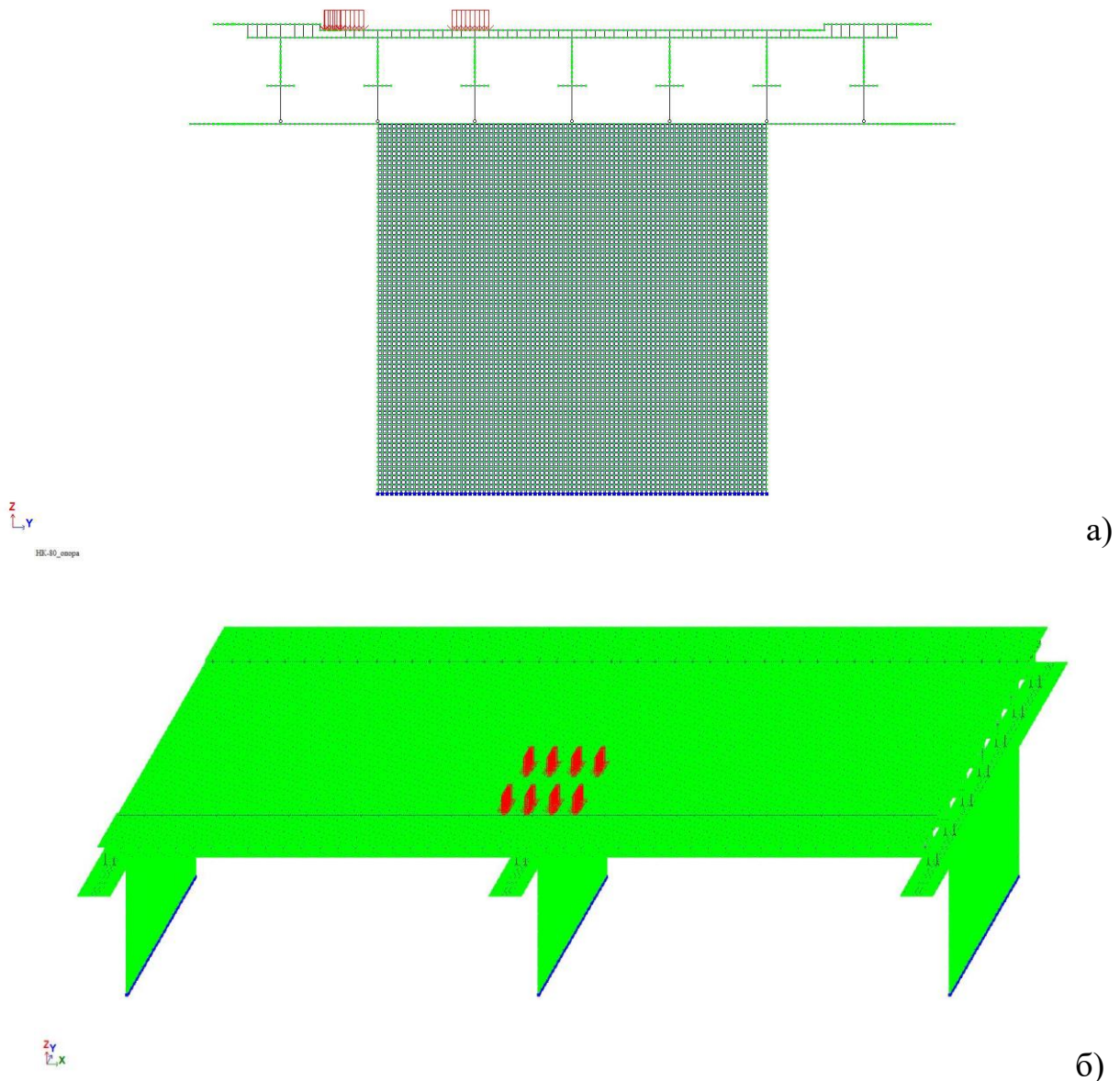


Рисунок 2.12 – Розрахункова пластинчасто-стрижнева модель мостової споруди з тимчасовим впливом НК-80 (умовні візки на опорі, виділено червоним): а – поперечник, б – ізометрія.

2.5.2 Результати виконаних розрахунків. Визначення деформацій споруди

Основні результати розрахунку прогинів та деформацій моделі мостової споруди наведено на рис. 2.13. З рисунку добре видно, що максимальні прогини від постійних та тимчасових впливів будуть максимальними у випадку, коли розрахункові візки навантаження А-11 будуть розташовані в середині прольоту.

Прогини від розрахункових впливів в цьому випадку рівні

$$f = \Delta z_{\max} \cdot \gamma_r = 27,7 \cdot 1,05 = 29,08 \text{ (мм)} \quad (2.45)$$

що менше гранично допустимого значення.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_u = \frac{1}{400} \cdot L_0 = \frac{21050}{400} = 52,6 \text{ (мм)} \quad (2.46)$$

Оскільки фактичний прогин f , навіть, від розрахункових впливів, менше гранично допустимого прогину f_u :

$$f = 29,08 \text{ мм} < f_u = 52,6 \text{ мм умову жорсткості виконано} \quad (2.47)$$

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

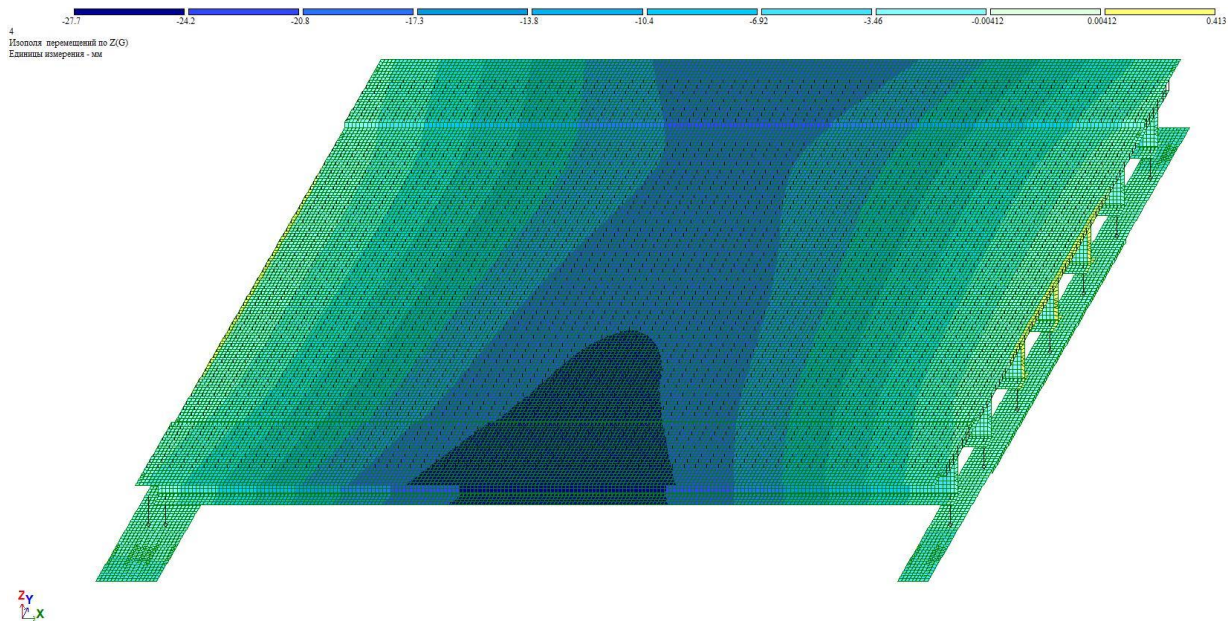


Рисунок 2.13 – Результати розрахунку деформацій пролітної частини мосту по осі Oz від постійних впливів і тимчасових навантажень А-11

На рис. 2.13 видно, що у найбільш не вигідному випадку (коли анкерні групи ригелів не спрацьовують) край прогонової монолітної плити може припідніматися від проектного положення до 5 мм від розрахункових впливів тимчасового навантаження А-11 та до 4 мм від експлуатаційних впливів. Ці деформації має компенсувати передбачена проектом деформаційна вставка між під'їзною плитою та проговною плитою

2.6 Перевірочні розрахунки

Для перевірки правильності підбору проектного армування елементів споруди для різних варіантів тимчасового завантаження були визначені внутрішні силові фактори в елементах мостової споруди.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

2.6.1. Визначення потреби у підсиленні ригелів проміжних опор.

Для визначення потреби у підсиленні ригелів проміжних опор виконаємо перевірку цих ригелів та їх армування (до реконструкції).

Ізополя згинальних моментів в елементах проміжного ригеля мостової споруди при найбільш не вигідному розташуванні візків тимчасових впливів А-11 частини мостової споруди показані на рис. 2.14.

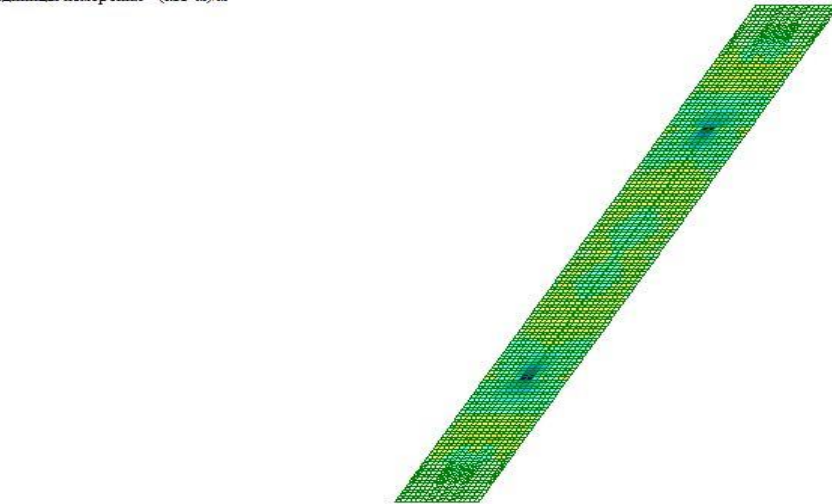
З рис. 2.14 видно, що розрахункові згинальні моменти в ригелях мостової споруди при не вигідному розташуванні візків А-11 близькі за абсолютними значеннями. В напрямку глобальної осі Ох (вздовж мостової споруди, поперек ригелів), складає $M_{x, \max} = +283 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$. Розрахунковий згинальний момент в поперечному напрямку у міжбалочному просторі $M_{x, \min} = -703 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$. Ці моменти впливають відповідно на нижнє і верхнє армування поперек ригеля.

Те саме по осі Оу (впливає на армування вздовж ригеля): $M_{y, \max} = +1090 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$, $M_{y, \min} = -1520 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$

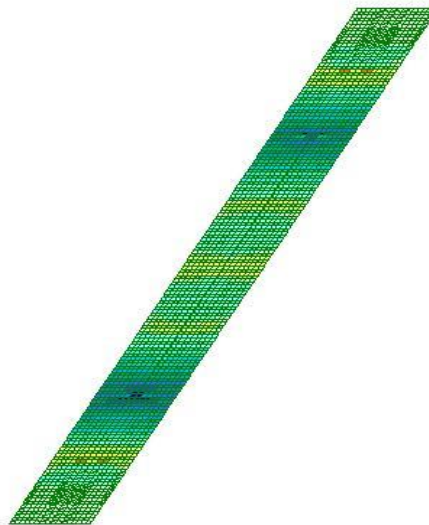
Епюри, зображені на рис. 2.15, ілюструють розподіл поперечних сил в х ригелях мостової споруди при не вигідному розташуванні візків. $Q_x = (-6380 \dots + 6370) \text{ кН} / \text{м.п.}$ $Q_y = (-5770 \dots + 5400) \text{ кН} / \text{м.п.}$

Підібране за розрахунком по 1-й та 2-й групі граничних станів основне армування по Оу (10 стрижнів діаметром 32 мм класу А-ІІІ (А400) в верхній зоні, що відповідає фактичному армуванню), та (10 стрижнів діаметром 22 мм класу А-ІІІ (А400), що менше фактично запроектованого (10 стрижнів діаметром 32 мм класу А-ІІІ (А400)).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



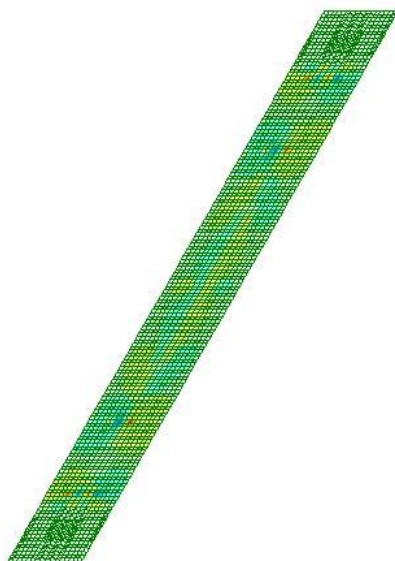
а)



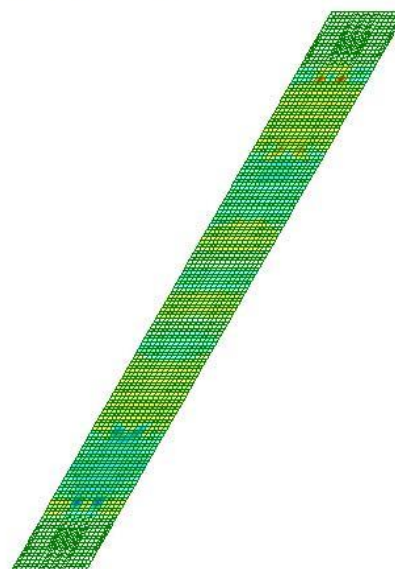
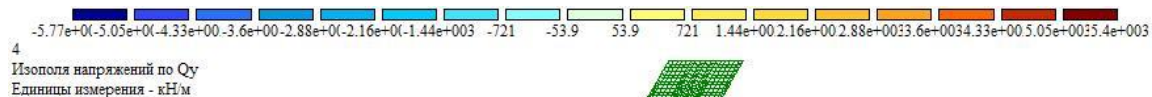
б)

Рисунок 2.14 – Згинальні моменти в проміжному ригелі мостової прогонової споруди при тимчасовому навантаженні А-11. Обпирання на умовно жорстку основу: а – M_x , б – M_y , кН/м.п.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



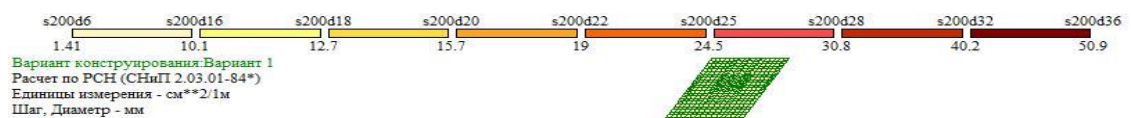
a)



б)

Рисунок 2.15 – Поперечні сили в проміжному ригелі мостової прогонової споруди при тимчасовому навантаженні А-11. Обпирання на умовно жорстку основу: а – Q_x , б – Q_y , кН/м.п.

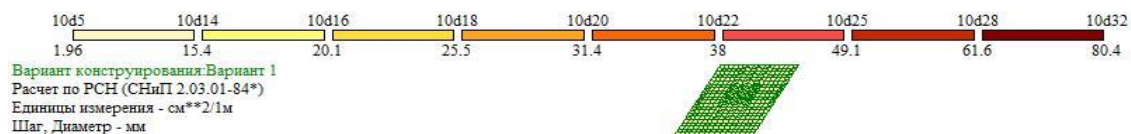
					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Зу
↑
у
→
x

Площадь арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 9253

а)



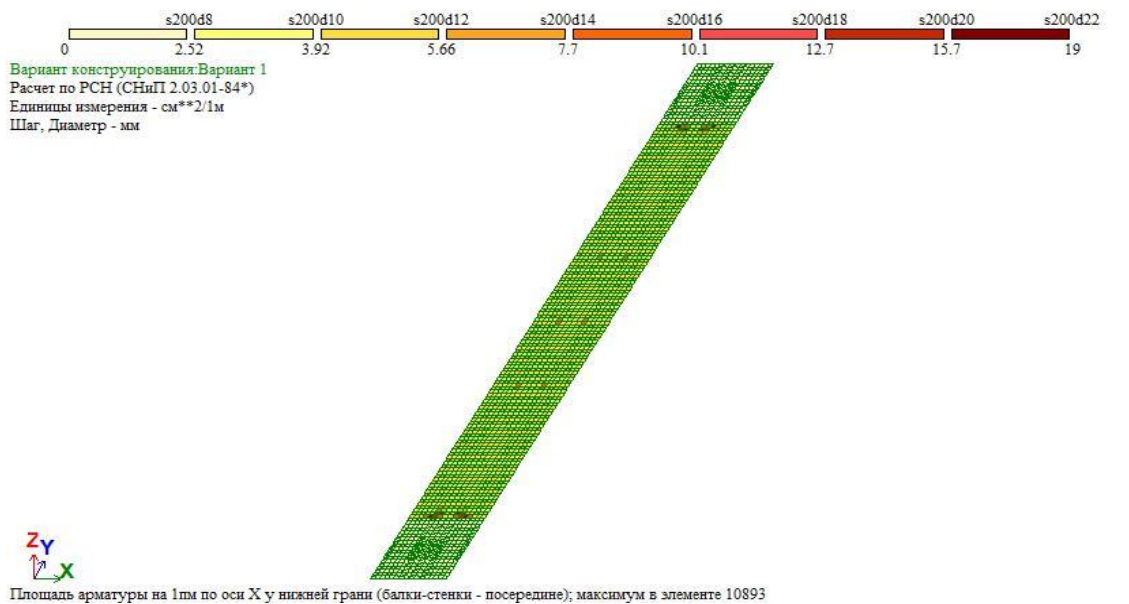
Зу
↑
у
→
x

Площадь арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 11085

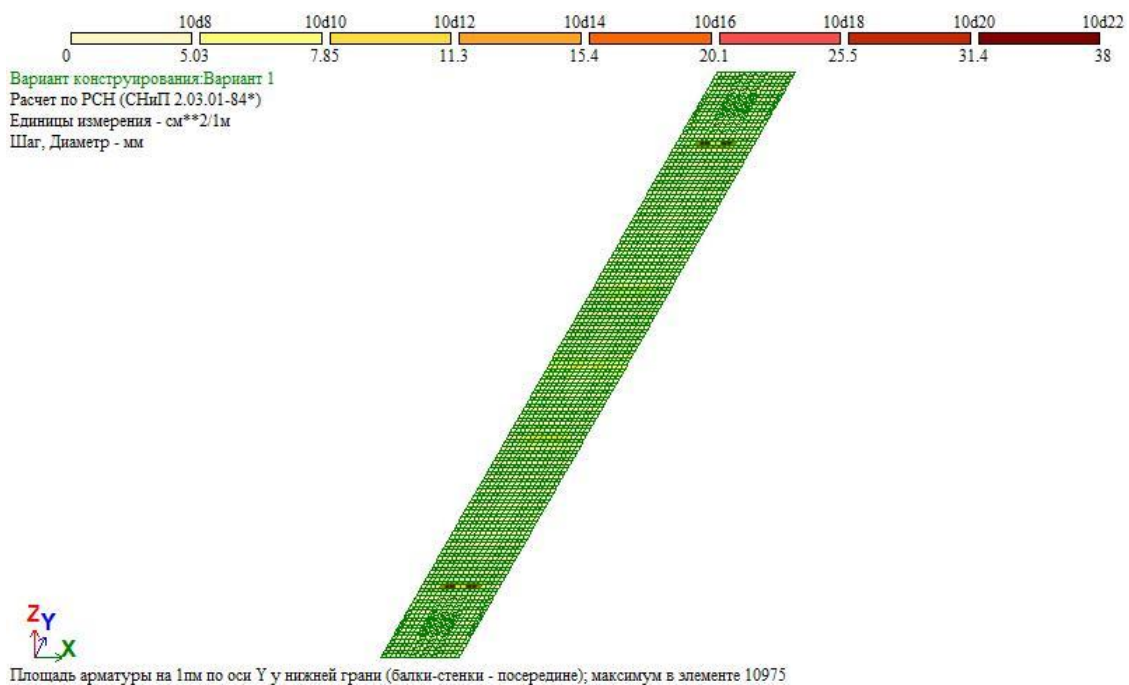
б)

Рисунок 2.16 – Потрібне за розрахунком армування верхньої грані ригелів мостової споруди (в осях «2-4») при тимчасовому навантаженні А-11: а – по Ох, б – по Оу.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



б)

Рисунок 2.17 – Потрібне за розрахунком армування нижньої грані ригелів мостової споруди (в осях «2-4») при тимчасовому навантаженні А-15: а – по Ох, б – по Оу.

З рис. 2.14 видно, що розрахункові згинальні моменти в ригелях мостової споруди при невідгідному розташуванні візків А-11 близькі за абсолютними значеннями. В напрямку глобальної осі Ох (вздовж мостової споруди, поперек ригелів), складає $M_{x, \max} = +242 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$. Розрахунковий згинальний момент в поперечному напрямку у міжбалочному просторі $M_{x, \min} = -614 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$. Ці моменти впливають відповідно на нижнє і верхнє армування поперек ригеля.

Те саме по осі Оу (впливає на армування вздовж ригеля): $M_{y, \max} = +924 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$, $M_{y, \min} = -1100 \text{ кН} \cdot \text{м} / \text{м.п.}$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 2.15 ілюструє розподіл поперечних сил в х ригелях мостової споруди при невідгідному розташуванні візків.
 $Q_x = (-5410 \dots + 5410) \text{ кН} / \text{м.п.}$ $Q_y = (-14800 \dots + 14800) \text{ кН} / \text{м.п.}$

Оскільки існуюче армування пошкоджене, то необхідно виконати підсилення. Підсилення виконуємо шляхом влаштування обойми існуючого ригеля та контрфорсу на консолях (схему підсилення див. рис. 2.6).

2.6.2 Розрахунок конструкцій залізобетонних ригелів після підсилення.

Модель мостової споруди із підсиленими ригелями показана на рис. 2.18.

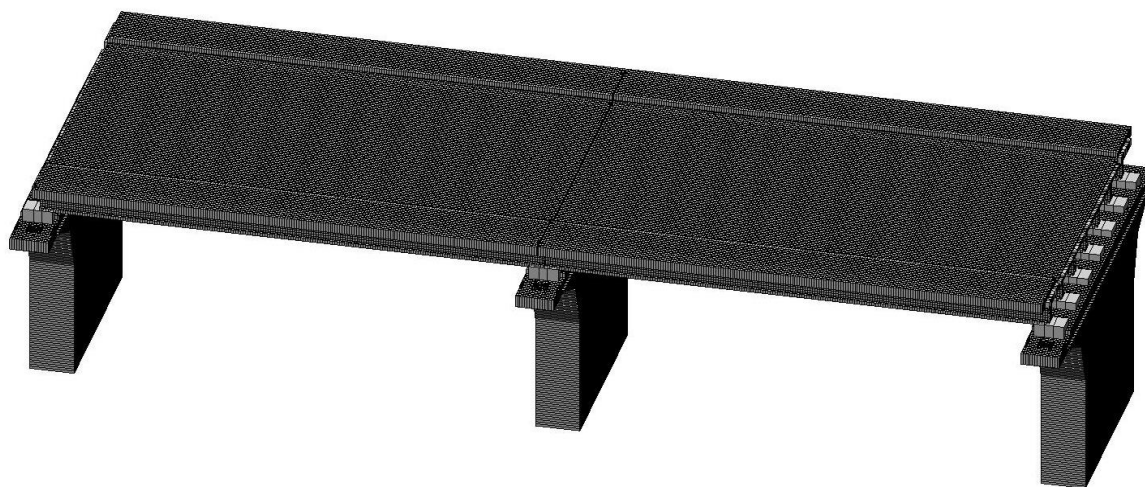


Рисунок 2.18 – Тривимірна візуалізація розрахункової моделі фрагменту мосту після підсилення.

Ізополя згинальних моментів в елементах проміжного ригеля мостової споруди при найбільш невідгідному розташуванні візків тимчасових впливів А-11 частини мостової споруди показані на рис. 2.19.

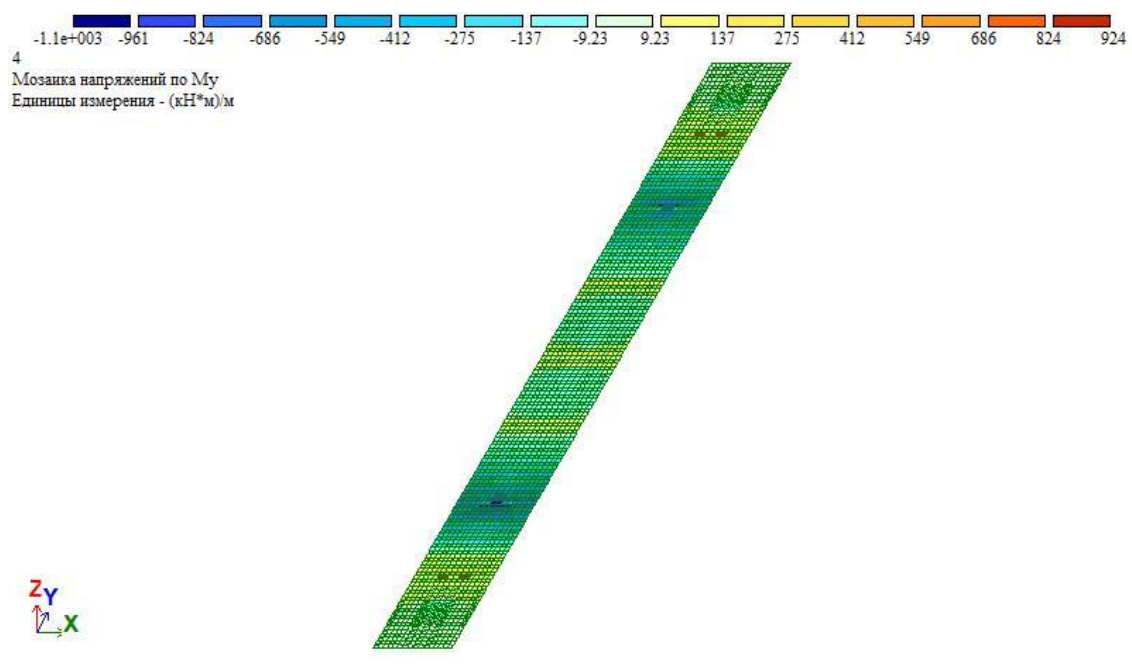
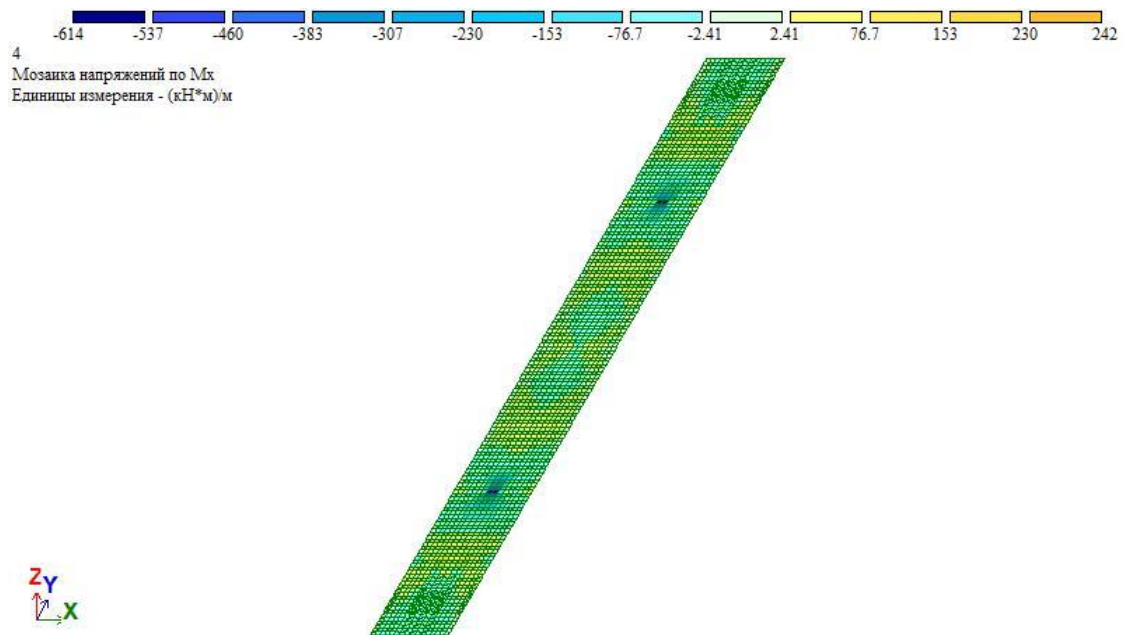
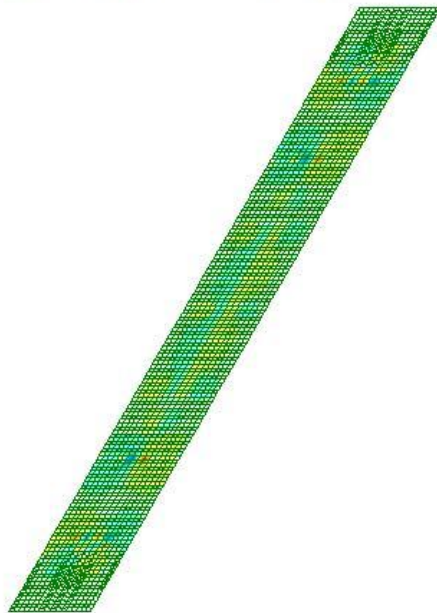


Рисунок 2.19 – Згинальні моменти в проміжному ригелі мостової прогонової споруди при тимчасовому навантаженні А-11. Обпирання на умовно жорстку основу: а – M_x , б – M_y , кН/м.п. після підсилення

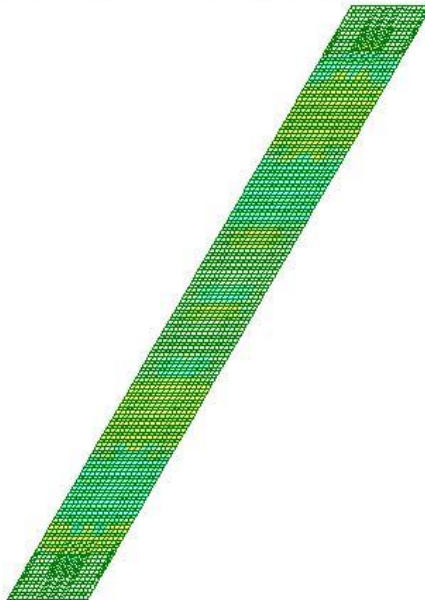
					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-5.4e+0 -4.73e+0 -4.06e+0 -3.38e+0 -2.7e+0 -2.03e+0 -1.35e+003 -676 -54 54 676 1.35e+0 2.03e+002 2.7e+003 3.38e+0 4.06e+0 4.73e+0 5.41e+003
 4
 Изополю напряжений по Qx
 Единицы измерения - кН/м



a)

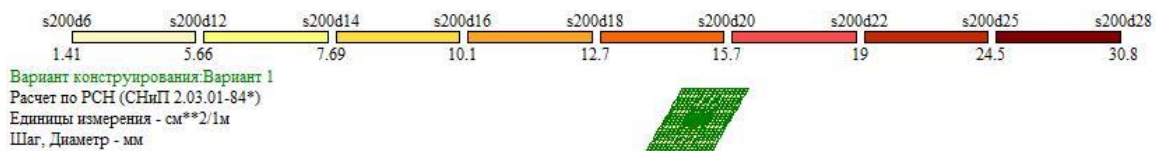
-1.48e+0 -1.3e+0 -1.11e+0 -9.25e+0 -7.4e+0 -5.55e+0 -3.7e+0 -1.85e+003 -148 148 1.85e+003 3.7e+005 5.55e+007 7.4e+009 9.25e+0 1.11e+001 1.3e+001 1.48e+004
 4
 Изополю напряжений по Qy
 Единицы измерения - кН/м



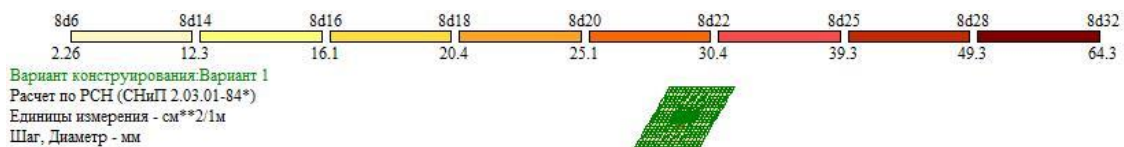
б)

Рисунок 2.20 – Поперечні сили в проміжному ригелі мостової прогонової споруди при тимчасовому навантаженні А-11. Обпирання на умовно жорстку основу: а – Q_x , б – Q_y , кН/м.п. після підсилення

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

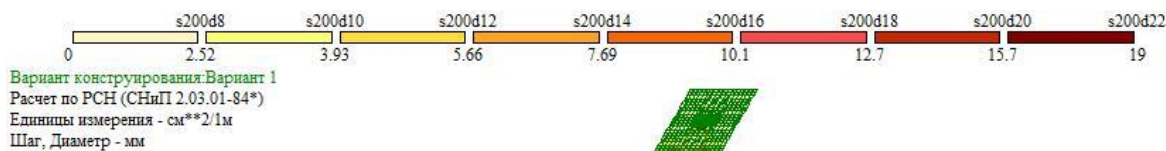


Площадь арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 11318

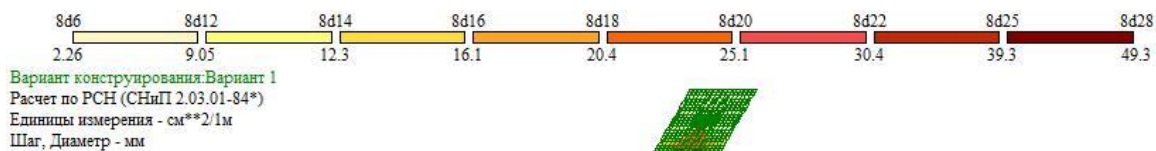


Площадь арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 11085

Рисунок 2.21 – Потрібне за розрахунком армування верхньої грані ригелів мостової споруди (в осях «2-4») при тимчасовому навантаженні А-11: а – по Ох, б – по Оу після підсилення



З Y
X
Площадь арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 11318



З Y
X
Площадь арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 10765

Рисунок 2.22 – Потрібне за розрахунком армування нижньої грані ригелів мостової споруди (в осях «2-4») при тимчасовому навантаженні А-15: а – по Ох, б – по Оу після підсилення.

Підібране за розрахунком по 1-й та 2-й групі граничних станів основне армування по Оу (8 стрижнів діаметром 32 мм класу А-III (А400) в верхній зоні, що відповідає фактичному армуванню), та (8 стрижнів діаметром 28 мм класу А-III (А400), що менше фактично запроєктованого (10 стрижнів діаметром 32 мм класу А-III (А400)).

2.7 Висновок до розділу 2

За результатами виконаних аналітичних розрахунків та скінчено-елементного моделювання мостової споруди до реконструкції виявлено, що конструкції ригелів проміжних опор потребують підсилення.

За результатами виконаних розрахунків підсилених в процесі реконструкції конструкцій виявлено, що прийняті в проекті рішення прогонових конструкцій мосту, забезпечують подальшу надійну експлуатацію споруди протягом встановленого проектом терміну.

Найбільш не вигідним з точки зору загальної міцності і жорсткості прогонової ребристої монолітної плити, як конструкції в цілому, є завантаження проїзної частини тимчасовим навантаженням А-11 (два умовних візки на поперечнику в середині плити). Найбільш не вигідним для роботи окремих ребер монолітної плити є завантаження проїзної частини тимчасовим навантаженням НК-80 (колеса візка безпосередньо над ребром).

Найбільш не вигідним для консольної ділянки ригеля проміжної опори є завантаження натовпом людей та тимчасовим навантаженням А-11.

Аналітичними розрахунками встановлено, що прийняте проектне армування повздовжніх ребер мостової монолітної накладної плити (10 шт. стрижнів діаметрів 32 мм класу А-III (А400) існуючого армування та 8 шт. стрижнів діаметрів 32 мм класу А-III (А400) встановленого армування, достатнє для сприйняття проектних навантажень. Коефіцієнт використання перерізу при найбільш не вигідному розташуванні візків тимчасового навантаження А-11 – 0,21 (по розтягнутій – нижній арматурі).

Фактичні деформації прогонової будови у най не вигіднішому варіанті завантажень не перевищують 29,08 мм (від розрахункових впливів), що менше гранично допустимих прогинів 52,6 мм. Умову жорсткості прогонової плити виконано.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Основи та фундаменти

3.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

На підставі матеріалів інженерно-геологічних вишукувань, виконаних згідно з вимогами ДСТУ Б.В.2.1-2-96[27] та ДБН В.2.1-10-2009[26], встановлено геологічну будову ґрунтового масиву в межах розташування мостової споруди

Ґрунтові води зафіксовані на глибині 2,7 м від поверхні землі, що свідчить про наявність насиченої зони поблизу основ існуючих конструкцій. Це вимагає врахування при проєктуванні гідроізоляційних та антикорозійних заходів.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів наведено в таблиці 3.1, а інженерно-геологічний розріз — на рисунку 3.1. Дані свідчать про достатню несучу здатність ґрунтових шарів для сприйняття навантажень від мостової конструкції після виконання передбачених проєктом підсилювальних заходів.[32]

Геологічний розріз Ґрунтової товщі зображено у Додатку —

3.2 Визначення розрахункових характеристик ґрунтів.

Для визначення оптимальних розмірів фундаментів необхідно оцінити опір ґрунту, що базується на типі, пластичності, показниках текучості та вологості ґрунту.[28]

Визначення характеристик ґрунтів:

Супісь пластичний:

$$\text{Число пластичності: } I_p = W_L - W_P = 0,22 - 0,15 = 0,07 \quad (3.1)$$

$$\text{Показник текучості: } I_L = \frac{W - W_P}{I_P} = \frac{0,20 - 0,15}{0,07} = 0,71 \quad (3.2)$$

Визначаємо коефіцієнт пористості в природньому стані:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + W) - 1 = \frac{26,6}{19,0} (1 + 0,20) - 1 = 0,68 \quad (3.3)$$

Визначаємо степінь вологості:

$$S_R = \frac{W * \gamma_s}{e * \gamma_w} = \frac{0,20 * 26,6}{0,68 * 10} = 0,78 \quad (3.4)$$

Модуль деформації: $E = 14,2 \text{ МПа}$ $R_0 = 223,5 \text{ кПа}$

Питоме зчеплення ґрунту: $c_{II} = 12,4 \text{ кПа}$

Кут внутрішнього тертя: $\varphi^\circ = 23^\circ$

$$\gamma_{зб} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,6 - 10}{1 + 0,68} = 9,880 \quad (3.5)$$

Пісок пилюватий:

Визначаємо коефіцієнт пористості в природньому стані:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + W) - 1 = \frac{26,5}{6,2} (1 + 0,19) - 1 = 4,10 \quad (3.6)$$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо степінь вологості:

$$S_R = \frac{W * \gamma_s}{e * \gamma_w} = \frac{0,19 * 26,5}{4,10 * 10} = 0,12 \quad (3.7)$$

Питоме зчеплення ґрунту: $c_{II} = 3 \text{ кПа}$

Кут внутрішнього тертя: $\varphi^\circ = 27^\circ$

$$\gamma_{36} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,5 - 10}{1 + 4,10} = 3,235 \quad (3.8)$$

Модуль деформації: $E = 10,45 \text{ мПа}$ $R_0 = 300 \text{ кПа}$

Глина тугопластична:

$$\text{Число пластичності: } I_p = W_L - W_P = 0,34 - 0,16 = 0,18 \quad (3.9)$$

Показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_p} = \frac{0,22 - 0,16}{0,18} = 0,3 \quad (3.10)$$

Визначаємо коефіцієнт пористості в природньому стані:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + W) - 1 = \frac{26,7}{19,2} (1 + 0,22) - 1 = 0,69 \quad (3.11)$$

Визначаємо степінь вологості:

$$S_R = \frac{W * \gamma_s}{e * \gamma_w} = \frac{0,22 * 26,7}{0,69 * 10} = 0,85 \quad (3.12)$$

$R_0 = 363,5 \text{ кПа}$

Модуль деформації: $E = 20,1 \text{ мПа}$ $R_0 = 363,5 \text{ кПа}$

Питоме зчеплення ґрунту: $c_{II} = 54,2 \text{ кПа}$

Кут внутрішнього тертя: $\varphi^\circ = 17,6^\circ$

$$\gamma_{36} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,7 - 10}{1 + 0,69} = 9,881 \quad (3.13)$$

Фізико-механічні характеристики ґрунтів розміщені у Додатку__

3.3 Збір навантажень на фундамент

Збір навантажень виконуємо для фундаменту ФМ-1 середньої несучої опори мосту по осі «3» (всі опори однотипні)

Результати розрахунків представлені у таблиці 1.2. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів.

Територія майданчика відноситься до:

сніговий район – м. Вінниця

$S_0 = 1360 \text{ Па}$; $\mu = 1$ Вантажна площа: $A_{\text{вант.}} = 209,59 \text{ м}$

Таблиця 3.1 – Збір навантажень на фундамент мосту

	Нормативні	Експлуатаційні	Розрахункові
$N+G, \text{ кН}$	9537	10147	12684
$M_X, \text{ кН*м}$	1474	1568	1960
$M_Y, \text{ кН*м}$	1482	1576,8	1971

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Проектування фундаменту мілкового закладання

3.4.1 Вибір типу фундаментів і глибини закладання фундаменту мілкового закладання

Залежно від властивостей ґрунту, можливе застосування як варіанту мілкового закладання фундаменту на природній основі, так і варіанту пальового фундаменту.[29]

Фундамент мілкового закладання на природній основі спирається на супісь пластичний. Глибину закладання фундаменту приймаємо на рівні 2,5 м від поверхні планування.

3.4.2 Визначення розмірів підшви фундаменту мілкового закладання

Підбір габаритів підшви фундаменту мілкового закладання здійснюється згідно з вимогами другої групи граничних станів, дотримуючись відповідних граничних нерівностей

$$p \leq R \quad (3.14)$$

$$p_{\min} \geq 0 \quad (3.15)$$

$$s < s_u \quad (3.16)$$

де p – тиск під підшвою фундаменту, кПа;

R – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа;

s – фактичне осідання фундаменту, м;

s_u – гранично допустиме значення осідання для даної будівлі.

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{K} (M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1)d_B \gamma'_{II} + M_c c_{II}) \quad (3.17)$$

Потрібна площа підшви в першому наближенні з урахуванням власної ваги фундаменту з ґрунтом на його уступах:

$$A' = \frac{N_e}{R_0 - \gamma_{mt} * d} = \frac{10147}{223 - 20 * 2,5} = 58,65 \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

Приймаємо виходячи з попередніх міркувань $b = 4$ м, $l = 10,9$ м. Ці розміри відповідають розмірам фундаментів, виявлених при обстеженні (рис. 3.1).

$$R = \frac{1,3 * 1,1}{1,1} (0,66 * 1 * 4 * 19,0 + 3,65 * 2,5 * 16,12 + 6,24 * 12,4) = 357,02 \text{ кПа} \quad (3.19)$$

Знаходимо тиск під підшвою фундаменту:

$$P = \frac{N_e}{A} + \gamma_{mt} * d = \frac{10147}{4 * 10,9} + 20 * 2,5 = 282,72 \text{ кПа} \quad (3.20)$$

Виконаємо перевірку умови $p < R$:

$$P = 282,72 \text{ кПа} < R = 357,02 \text{ кПа} \quad (3.21)$$

$$P_{\max x} = \frac{N}{A} + \frac{M_x * 6}{b * l^2} + \gamma_{mt} * d = \frac{10147}{4 * 10,9} + \frac{1568 * 6}{4 * 10,9^2} + 20 * 2,5 = 302,5 \text{ кПа} \quad (3.22)$$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\max y} = \frac{N}{A} + \frac{M_y * 6}{l * b^2} + \gamma_{mt} * d = \frac{10147}{4 * 10,9} + \frac{1576,8 * 6}{10,9 * 4^2} + 20 * 2,5 = 336,9 \text{кПа} \quad (3.23)$$

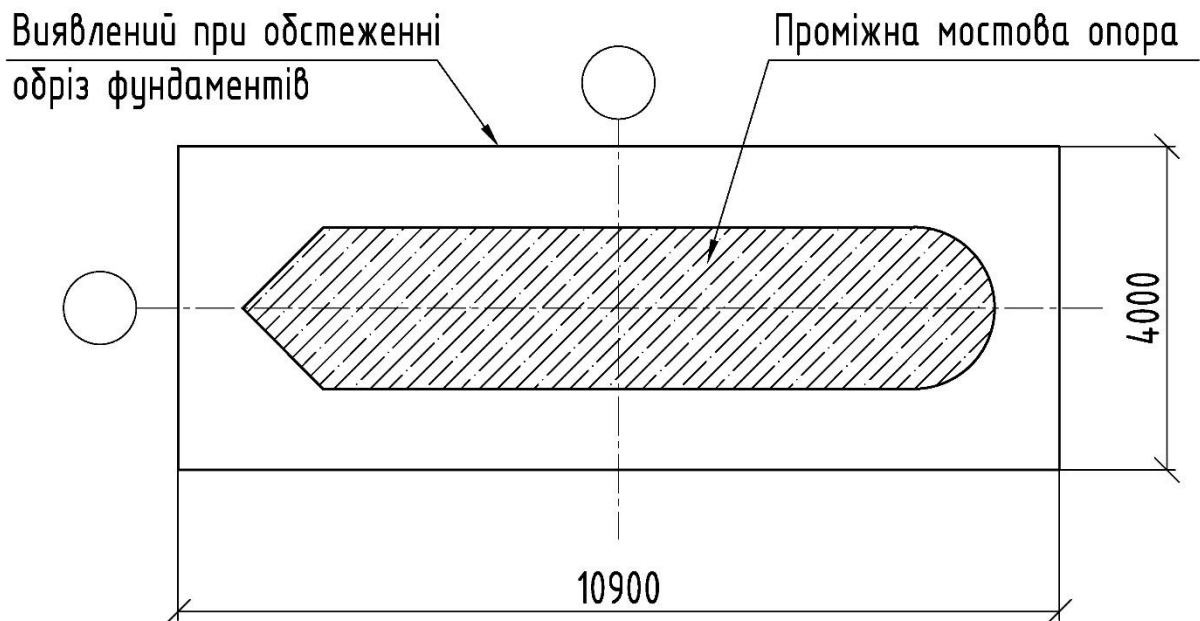


Рисунок 3.1 – Виявлений при обстеженні фундамент проміжних мостових опор

Максимальний кутовий тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{\max \text{ кут}} = \frac{N}{A} + \frac{M_x * 6}{b * l^2} + \frac{M_y * 6}{l * b^2} + \gamma_{mt} * d = \frac{10147}{4 * 10,9} + \frac{1568 * 6}{4 * 10,9^2} + \frac{1576,8 * 6}{10,9 * 4^2} + 20 * 2,5 = 356,7 \text{кПа} \quad (3.24)$$

Мінімальний тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{\min x} = \frac{N}{A} - \frac{M_x * 6}{b * l^2} + \gamma_{mt} * d = \frac{10147}{4 * 10,9} - \frac{1568 * 6}{4 * 10,9^2} + 20 * 2,5 = 262,93 \text{кПа} \quad (3.25)$$

$$P_{\min y} = \frac{N}{A} - \frac{M_y * 6}{l * b^2} + \gamma_{mt} * d = \frac{10147}{4 * 10,9} - \frac{1576,8 * 6}{10,9 * 4^2} + 20 * 2,5 = 228,4 \quad (3.26)$$

Перевірка умов:

$$P_{\max x} = 302,5 \text{кПа} < 1,2R = 428,4 \text{кПа} \quad (3.27)$$

$$P_{\max y} = 336,9 \text{кПа} < 1,2R = 428,4 \text{кПа} \quad (3.28)$$

$$P_{\max \text{ кут}} = 356,7 \text{кПа} < 1,5R = 535,5 \text{кПа} \quad (3.29)$$

$$P_{\min x} = 262,93 \text{кПа} > 0 \quad (3.30)$$

$$P_{\min y} = 228,4 \text{кПа} > 0 \quad (3.31)$$

Умови виконано. Остаточню приймаємо розміри подошви 4х10,9м.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3.4.3 Розрахунок осідання фундаменту мілкого закладання

Розрахунок осідання фундаменту ведемо методом пошарового підсумовування. Тиск під подошвою фундаменту $p = 282,72$ (кПа).

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні подошви фундаменту від рівня природного рельєфу.

$$\sigma_{z\gamma,0} = \sigma_{zg,0}$$
$$\sigma_{z\gamma} = \gamma * d_n = 15,4 * 2 + 19 * 0,5 = 40,3 \text{ кПа} \quad (3.32)$$

Починаючи від подошви фундаменту, ґрунт поділяється на окремі шари з максимальною товщиною $0,2b$, тобто приймаємо $0,8$ м.

Оскільки ширина подошви фундаменту $b = 4 \text{ м} < 5 \text{ м}$, то нижню межу стисливої товщі знаходимо за формулою

$$\sigma_{zp,i} < 0,2\sigma_{zg,i}, \quad (3.33)$$

Оскільки глибина котловану $d = 2,5 \text{ м} < 5 \text{ м}$, осідання фундаменту знаходимо за формулою:

$$s = \beta \sum \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i})h_i}{E_i} \quad (3.34)$$

У результаті розрахунків, приведених у таблиці 3, осідання фундаменту

$$S = 0,0716 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см} \quad (3.35)$$

Розрахунок осідання фундаменту мілкого закладання розміщено у Додатку__

На глибині $z = 10,6 \text{ м}$ від подошви фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається

$$\sigma_{zp,i} = 27,02 \text{ кПа} < 0,2\sigma_{zg,i} = 0,2 \cdot 199,58 = 39,92 \text{ (кПа)} \quad (3.36)$$

Для споруд із металевим каркасом і перекриттями гранично допустиме осідання становить $S_u = 10 \text{ см}$.

$$\text{Умова } S = 7,16 \text{ см} < S_u = 10 \text{ см} \text{ виконується} \quad (3.37)$$

Отже розміри існуючої подошви плитного фундаменту $4 \times 10,9 \text{ м}$ задовольняють усі потрібні граничні нерівності.

3.5 Розрахунок фундаменту у варіанті з забивних призматичних паль

3.5.1 Визначення потрібної кількості паль

Приймаємо забивні призматичні палі С16-35 із спіранням на ПГЕ №4 – глина тугопластична. Обираємо для розгляду забивні призматичні палі С16-35.[30]

Несучу здатність палі визначаємо за формулою:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{fc} f_i h_i \right) \quad (3.38)$$

де $\gamma_c = 1$, $\gamma_{cR} = 1$, $\gamma_{cf} = 1$;

$R = 4520 \text{ кПа}$;

$A = 0,35 \cdot 0,35 = 0,1225 \text{ м}^2$;

$u = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ м}$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Грунтовий масив уздовж бокової поверхні палі поділяємо на окремі шари товщиною не більше 2 метрів для подальшого розрахунку опору. Обчислення виконуємо в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Визначення несучої спроможності палі по боковій .поверхні

H _i	h _i	Текуч.	f _{1i}	γ _{cf} f _{1i} h _i	δ _{zg}	v _i	φ _i	c _i	f _{2i}	γ _{cf} f _{2i} h _i
2,5	0,7	0,7	7,15	5,005	30,932	0,3	20,9°	8,26	13,322	9,325
3,5	2	0,7	8,5	17,3	52,916	0,3	20,9°	8,26	16,92	38,84
4,75	0,5	0,7	9,75	4,87	76,666	0,3	20,9°	8,26	20,8	10,04
6	2	–	31	62	101,66	0,28	24,5°	2	20,016	40,32
7,75	1,5	–	32,8	49,2	130,02	0,28	24,5°	2	25,04	37,56
9,5	2	0,3	45,5	91	161,37	0,4	11,73°	36,13	58,45	116,9
11,5	2	0,3	47,5	95	199,76	0,4	11,73°	36,13	63,78	127,56
13,5	2	0,3	49,5	99	238,16	0,4	11,73°	36,13	69,09	138,18
15,5	2	0,3	51,5	103	276,57	0,4	11,73°	36,13	73,2	146,4
16,5	1	0,3	52,5	52,5	295,76	0,4	11,73°	36,13	75,77	75,77

$$\sum \gamma_{cf} f_{1i} h_i = 604,8 \quad \sum \gamma_{cf} f_{2i} h_i = 740,89$$

$$F_{d1} = 1(1 * 4520 * 0,35^2 + 1,4 * 604,8) = 1357,118 \quad (3.39)$$

$$F_{d2} = 1(1 * 4520 * 0,35^2 + 1,4 * 740,89) = 1577,89 \quad (3.40)$$

Розрахункове навантаження, яке може бути передане на палю з умов несучої здатності ґрунту:

$$N = \frac{F_d}{\gamma_k} \quad (3.41)$$

$$N_1 = \frac{F_{d1}}{\gamma_k} = \frac{1357,118}{1,4} = 969,37 \quad (3.42)$$

$$N_2 = \frac{F_{d2}}{\gamma_k} = \frac{1577,89}{1,4} = 1127,06 \quad (3.43)$$

Необхідна кількість палей у куці:

$$n = 1,2 \frac{12684}{969,21} = 16 \quad (3.44)$$

Приймаємо конструктивно 16 палей.

Вихідні дані:

1. Розмір сторони палі (діаметр) – 0,35 м.
2. Діаметр розширення палі – 0,35 м.
3. Коефіцієнт під нижнім кінцем палі ІІ - 0,3.
4. Показник типу палей - забивні.
5. Тип ґрунту під нижнім кінцем палей - 1 (глинисті).
6. Глибина закладання палей від поверхні ґрунту – 16,50 м.
7. Глибина закладання підшви ростверку –0,7м.
8. Розрахункове значення кута внутрішнього тертя для піщаних ґрунтів під

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			61

нижнім кінцем палі - $\varphi = 17^\circ$

9. Показник форми поперечного перерізу палі - 0 (квадратна).

10. Коефіцієнт умов роботи - $\gamma_c = 1$.

11. Коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі - $\gamma_{cR} = 1$.

12. Усереднений коефіцієнт умов роботи ґрунту по боковій поверхні палі – $\gamma_{cf} = 1$.

13. Розрахункова вертикальна сила яка діє на куц палі – 12 684 кН.

Приймаємо 16 палі С16-35.

Розташовуємо палі з відстанню 1,170 м.

Розміщення палі у плані показане у Додатку___. Розміри ростверку приймаємо 2000х8900 мм з урахуванням звисів не менше, ніж по 100 мм з кожної сторони і конструктивних вимог зумовлених розмірами підколоники.

Виконаємо перевірку навантаження на крайню палю з урахуванням фактичної ваги ростверку і палі.

$$\sum y = 4 * 4,095^2 + 4 * 2,925^2 + 4 * 1,755^2 + 4 * 0,585^2 = 114,98 \quad (3.45)$$

$$\sum x = 16(0,45 + 0,175)^2 = 16 * 0,625^2 = 6,25 \quad (3.46)$$

$$\text{Вага палі:} \quad G_n = 0,35^2 + 15,85 * 25 * 16 = 776,65 \text{кН} \quad (3.47)$$

Вага ростверку з ґрунтом на його уступах:

$$G_p = 8,9 * 2 * 0,6 * 20 * 1,1 = 234,96 \text{кН} \quad (3.48)$$

Розрахункове навантаження на крайню палю при дії згинальних моментів :

$$N = \frac{N_m + G_n + G_p}{n} \pm \frac{M_x * y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y * x}{\sum x_i^2} \quad (3.49)$$

$$\begin{aligned} N_{max} &= \frac{N_m + G_n + G_p}{n} \pm \frac{M_x * y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y * x}{\sum x_i^2} \\ &= \frac{12684 + 776,65 + 234,96}{16} + \frac{1960 * 4,095}{114,98} + \frac{1971 * 0,625}{6,25} \\ &= 1122,8 \end{aligned} \quad (3.50)$$

$$\begin{aligned} N_{max} &= \frac{N_m + G_n + G_p}{n} \pm \frac{M_x * y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y * x}{\sum x_i^2} \\ &= \frac{12684 + 776,65 + 234,96}{16} - \frac{1960 * 4,095}{114,98} - \frac{1971 * 0,625}{6,25} \\ &= 589,07 \end{aligned} \quad (3.51)$$

Перевірка умов

$$N = 855,35 < \frac{F_d}{\gamma_k} = 969,37 \quad (3.52)$$

$$N_{max} = 1122,8 < 1,2 \frac{F_d}{\gamma_k} = 1163,25 \quad (3.53)$$

Положення забивних висячих палі у ґрунті зображено у Додатку__

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5.2 Розрахунок осідання пальового фундаменту

Осідання пальового фундаменту визначається під впливом розрахункового експлуатаційного навантаження, яке відповідно до пункту 3.3 становить $N_e = 10147$ кН. Розрахунок здійснюється за методикою для умовного фундаменту мілкого закладання з геометричними параметрами.[30]

При цьому використовується усереднене значення кута внутрішнього тертя ґрунту по всій довжині палі.

$$\varphi_{II mt} = \frac{\sum \varphi_{II} h_i}{h_i} = 20,95^\circ \quad (3.54)$$

Визначимо розміри умовного фундаменту:

$$l_y = l_1 + 2h * tg\left(\frac{\varphi_{II}}{4}\right) = 8,55 + 2 * 15,85 * 0,0906 = 11,509\text{м} \quad (3.55)$$

$$b_y = b_1 + 2h * tg\left(\frac{\varphi_{II}}{4}\right) = 1,65 + 2 * 15,85 * 0,0906 = 4,159\text{м} \quad (3.56)$$

Обчислимо об'єм паль (V_{II}), ростверку з ґрунтом на його уступах (V_{p+gp}), а також об'єм умовного фундаменту (V_y):

$$V_{II} = d^2 * h * n = 0,35^2 * 15,85 * 16 = 31,06\text{м}^3 \quad (3.57)$$

$$V_{p+gp} = A_p * d_p = 8,9 * 2 * 0,6 = 10,68\text{м}^3 \quad (3.58)$$

$$V_y = l_y * b_y (h + d_1) = 11,059 * 4,159 (15,85 + 0,6) = 759,60\text{м}^3 \quad (3.59)$$

Об'єм ґрунту в межах умовного фундаменту висотою $h + d_p$

$$V_{gp} = V_y - V_{II} - V_{p+gp} = 759,6 - 31,06 - 10,68 = 717,86\text{м}^3 \quad (3.60)$$

Вага ґрунту в об'ємі V_{gp}

$$G_{gp} = V_{gp} * \gamma_{mt} = 717,86 * 15,91 = 11211,15 \quad (3.61)$$

$$\gamma_{mt} = \frac{\sum \gamma_1 h_i}{\sum h} = 15,91\text{кН/м}^3 \quad (3.62)$$

Повне розрахункове експлуатаційне навантаження на рівні підшви умовного фундаменту:

$$N_{\Sigma} = N_e + G_{gp} + G_{gp+p} + G_{II} = 10147 + 11211,15 + 10,68 * 20 + 31,06 * 25 = 22504,24\text{кН} \quad (3.63)$$

Тиск під підшвою умовного фундаменту

$$p = \frac{N_{\Sigma}}{A_y} = \frac{22504,24}{(11,059 * 4,159)} = 490,065\text{кПа} \quad (3.64)$$

Розрахунковий опір ґрунту основи умовного фундаменту

$$R = \frac{\gamma_{C1} \gamma_{C2}}{K} (M_{\gamma} k_z b \gamma_{II}' + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_B \gamma_{II}' + M_c C_{II})$$

$$= \frac{1,2 * 1,0}{1,1} (0,43 * 1 * 4,159 * 19,2 + 2,67 * 16,35 * 15,91 + 5,25 * 54,2)$$

$$= 1105,55\text{кПа} \quad (3.65)$$

де M_{γ} , M_q , M_c - коефіцієнти, прийняті за при $\varphi_{II} = 17,6^\circ$

$d_1 = h + d_p' = 16,35$ м; $k_z = 1$; $b_y = 4,159$ м; $k = 1,1$;

$\gamma_{C1} = 1,2$ $\gamma_{C2} = 1,0$ $\gamma_{II}' = \gamma_{mt} = 15,91\text{кН/м}^3$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Перевіримо граничні нерівності другої групи граничних станів

$$p = 490,065 \text{кПа} < R = 1105,55 \text{кПа} \quad (3.66)$$

Осідання пальового фундаменту знаходимо методом пошарового підсумовування.[31]

Розрахункове експлуатаційне навантаження на рівні підшви умовного фундаменту без врахування власної ваги ґрунту в межах умовного фундаменту

$$N_{\Sigma} = N_e + G_{\text{гр+р}} + G_n = 10147 + 10,68 * 20 + 31,06 * 25 = 11137,11 \text{кН} \quad (3.67)$$

Тиск під підшовою умовного фундаменту

$$p = \frac{N_{\Sigma}}{A_y} = \frac{11137,11}{4,159 * 11,059} = 242,14 \text{кПа} \quad (3.68)$$

Тиск від власної ваги ґрунту, вийнятого котловану, в рівні підшви ростверка

$$\sigma'_{zg} = \sum \gamma_i h_i = 9,24$$

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні підшви умовного фундаменту (за умови $d_p = d_{p,n}$)

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i h_i = 15,4 * 0,6 = 15,4 * 2 + 19 * 3 + 6,2 * 3,5 + 19,2 * 7,85 = 260,22 \quad (3.69)$$

Напруження від власної ваги ґрунту в межах від підшви ростверку до п'яти палі

$$\sigma_{zu} = \sum \gamma_i h_i = 15,4 * 1,4 + 19 * 3 + 6,2 * 3,5 + 19,2 * 7,85 = 250,98 \quad (3.70)$$

$$\sigma_{zg0} - \sigma_{zu} = 260,22 - 250,98 = 9,24 \quad (3.71)$$

Товщину і-го елементарного шару ґрунту приймаємо постійною

$$h_i = 0,2 * b_y = 0,2 * 4,159 = 0,83 \text{м} \quad (3.72)$$

Співвідношення сторін умовного фундаменту

$$n = \frac{l_y}{b_y} = 2,66 \quad (3.73)$$

Співвідношення сторін котловану

$$n = \frac{l_k}{b_k} = 0,54 \quad (3.74)$$

Оскільки ширина підшви умовного фундаменту $b_y = 4,159 \text{ м} < 5 \text{ м}$, то нижню межу стисливої товщі знаходимо за формулою $\sigma_{zp,i} < 0,2(\sigma_{zg,i} - \sigma_{zu,i})$

$$(3.75)$$

Осідання фундаменту знаходимо за формулою

$$s = \beta \sum \frac{(\sigma_{zg,i} - \sigma_{zu,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum \frac{\sigma_{zu,i} h_i}{E_{e,i}} \quad (3.76)$$

На глибині $z = 10,79 \text{ м}$ від підшви фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається

$$\sigma_{zp,i} = 36,77 \text{кПа} < 0,2 \sigma_{zg,i} = 0,2 * 200,465 = 40,093 \text{кПа} \quad (3.77)$$

Осідання умовного фундаменту $S = 0,0461 \text{см} < S_u = 10 \text{ см}$

$$(3.78)$$

Розрахунок осідання пальового фундаменту розміщено у Додатку__

Розрахункова схема для визначення осідання пальового фундаменту зображена у Додатку__

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5.3 Розрахунок осідання пального фундаменту за моделлю пружного середовища.

Розглянемо визначення осідання окремої палі, що розташована в центральній частині пального куща. Вертикальне навантаження на дану палю приймається як середнє значення, яке припадає на одну палю в складі всього куща, при цьому враховується розрахункове експлуатаційне навантаження.

Вертикальне навантаження від колони $N_e = 10147$ кН.

Вага ростверку з ґрунтом на його уступах

$$G_p = 2 * 8,9 * 0,6 * 20 * 1,1 = 234,96 \text{ кН} \quad (3.79)$$

Середнє навантаження на палю

$$P = \frac{10147 + 234,96}{16} = 650,87 \text{ кН} \quad (3.80)$$

Середнє значення коефіцієнта Пуассона в межах напруженої зони

$$\nu = \frac{\sum \nu_i h_i}{h_i} = 0,35 \quad (3.81)$$

Граничний опір палі

$$P_u = 1,25 F_d = 1,25 * 1357,118 = 1628,54 \text{ кН} \quad (3.82)$$

Навантаження на палю на межі пропорційності

$$P_e = 0,5 P_u = 0,5 * 1628,24 = 814,25 \text{ кН} \quad (3.83)$$

Модуль деформації ґрунту під нижнім кінцем палі в межах одного діаметру вище і чотирьох діаметрів нижче позначки нижнього кінця палі $E_p = 20,1$

Осереднений у межах довжини палі модуль деформації ґрунтової основи

$$E_f = \frac{\sum E_i h_i}{\sum h_i} = 16,6 \text{ МПа} \quad (3.84)$$

Відношення усереднених модулів деформації під нижнім кінцем і в межах бічної поверхні палі

$$k_E = \frac{E_p}{E_f} = \frac{20,1}{16,6} = 1,2 \quad (3.85)$$

Приведений радіус палі

$$r = \frac{r_0}{l} = \frac{0,175}{15,85} = 0,011 \quad (3.86)$$

Модуль деформації матеріалу палі при класі бетону В30(С 30/35)

$$E_0 = 41000 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт, що визначає частину навантаження, яка передається нижнім кінцем $b = 0,0559$

Коефіцієнт умов роботи ґрунту вздовж бічної поверхні палі: $k_t = 1,4$.

Коефіцієнт умов роботи піщаного ґрунту під нижнім кінцем палі $k_p = 3,08$

Приведений модуль деформації ґрунту

$$E = (1 - b) k_f E_f + k_p b E_p = (1 - 0,0559) * 1,4 * 16,6 + 3,08 * 20,1 = 86,042 \text{ МПа} \quad (3.87)$$

Коефіцієнт осідання $s = 0,747$.

Пружна складова осідання палі

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_e = 2(1 + \nu) \frac{P_e c}{El} + \frac{P_e l(1 + b)}{2E_0 F}$$

$$= 2(1 + 0,35) \frac{814,25 * 0,747}{86042 * 15,85} + \frac{814,25 * 15,85(1 + 0,0559)}{2 * 41000 * 10^3 * 0,35^2}$$

$$= 0,00255 \text{ м} \quad (3.88)$$

Осідання одиночної палі

$$S_i = \frac{S_e P}{P_u - P} = \frac{0,00255 * 650,87}{1628,54 - 650,87} = 0,00190 \text{ м} \quad (3.89)$$

Визначимо осідання куца з 16 паль, взявши за основну одну з середніх паль
Палі мають такі відстані від середньої:

$a_1 = 1,250 \text{ м} - 1 \text{ шт.}$

$a_2 = 1,170 \text{ м} - 2 \text{ шт.}$

$a_3 = 1,710 \text{ м} - 2 \text{ шт.}$

$a_4 = 2,340 \text{ м} - 2 \text{ шт.}$

$a_5 = 2,650 \text{ м} - 2 \text{ шт.}$

$a_6 = 3,510 \text{ м} - 2 \text{ шт.}$

$a_7 = 3,720 \text{ м} - 2 \text{ шт.}$

$a_8 = 4,680 \text{ м} - 1 \text{ шт.}$

$a_9 = 4,840 \text{ м} - 1 \text{ шт.}$

Визначаємо коефіцієнти впливу сусідніх паль в залежності від приведеної відстані.

$$\frac{a_1}{r_0} = \frac{1,250}{0,350} = 3,57 \quad w_1 = 0,446 \quad k_{b1} = 1,0041 \quad (3.90)$$

$$\frac{a_2}{r_0} = \frac{1,170}{0,350} = 3,34 \quad w_2 = 0,455 \quad k_{b2} = 1,0043 \quad (3.91)$$

$$\frac{a_3}{r_0} = \frac{1,710}{0,350} = 4,89 \quad w_3 = 0,395 \quad k_{b3} = 1,0029 \quad (3.92)$$

$$\frac{a_4}{r_0} = \frac{2,340}{0,350} = 6,68 \quad w_4 = 0,350 \quad k_{b4} = 1,00196 \quad (3.93)$$

$$\frac{a_5}{r_0} = \frac{2,650}{0,350} = 7,57 \quad w_5 = 0,330 \quad k_{b5} = 1,00156 \quad (3.94)$$

$$\frac{a_6}{r_0} = \frac{3,510}{0,350} = 10,02 \quad w_6 = 0,2897 \quad k_{b6} = 1,00089 \quad (3.95)$$

$$\frac{a_7}{r_0} = \frac{3,720}{0,350} = 10,65 \quad w_7 = 0,279 \quad k_{b7} = 1,00076 \quad (3.96)$$

$$\frac{a_8}{r_0} = \frac{4,680}{0,350} = 13,37 \quad w_8 = 0,246 \quad k_{b8} = 1,0004 \quad (3.97)$$

$$\frac{a_9}{r_0} = \frac{4,840}{0,350} = 13,82 \quad w_9 = 0,226 \quad k_{b9} = 1,00037 \quad (3.98)$$

Визначаємо осідання середньої палі від одиничного навантаження на j-ту палю у фундаменті :

Для відповідних паль $S_{ij} = 2(1 + \nu) \frac{w_j k_{bi}}{El} \quad (3.99)$

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{1,1} = 2(1 + 0,35) \frac{0,446 * 1,0041}{86042 * 15,85} = 1,00563 * 10^{-6} \quad (3.100)$$

$$S_{1,2} = 2(1 + 0,35) \frac{0,455 * 1,0043}{86042 * 15,85} = 1,002613 * 10^{-6} \quad (3.101)$$

$$S_{1,3} = 2(1 + 0,35) \frac{0,395 * 1,0029}{86042 * 15,85} = 0,88957 * 10^{-6} \quad (3.102)$$

$$S_{1,4} = 2(1 + 0,35) \frac{0,350 * 1,00196}{86042 * 15,85} = 0,787489 * 10^{-6} \quad (3.103)$$

$$S_{1,5} = 2(1 + 0,35) \frac{0,330 * 1,000156}{86042 * 15,85} = 0,742193 * 10^{-6} \quad (3.104)$$

$$S_{1,6} = 2(1 + 0,35) \frac{0,2897 * 1,00089}{86042 * 15,85} = 0,6511 * 10^{-6} \quad (3.105)$$

$$S_{1,7} = 2(1 + 0,35) \frac{0,279 * 1,00076}{86042 * 15,85} = 0,626989 * 10^{-6} \quad (3.106)$$

$$S_{1,8} = 2(1 + 0,35) \frac{0,246 * 1,0004}{86042 * 15,85} = 0,55263 * 10^{-6} \quad (3.107)$$

$$S_{1,9} = 2(1 + 0,35) \frac{0,226 * 1,00037}{86042 * 15,85} = 0,507686 * 10^{-6} \quad (3.108)$$

Осідання пального куца з 16 паль

$$S_i = S_1 + \sum p_i S_{ij} = 0,009905 \quad (3.109)$$

Допустиме значення осідання для будівель із залізобетонним каркасом $S_u = 10$ см

Умова $S = 0,99$ см $< S_u = 10$ см виконується (3.110)

Товщину плитної частини ростверку приймаємо 600 мм з умови розміщення голів паль.

3.6. Розрахунок фундаменту у варіанті з бурових паль

3.6.1 Вибір довжини бурової палі

Приймаємо бурові палі діаметром 0,600 м довжиною 20 м з спиранням на ІГЕ №3 – глина тугопластична. Положення паль у ґрунті зображено у Додатку__

Необхідні для розрахунку параметри:

$\gamma_c = 1$, $\gamma_{cR} = 1$; $R = 1813$ кПа;

$A = 0,28$ м;

$u = 1,994$ м

Таблиця 3.3 – Визначення несучої спроможності палі по боковій поверхні

Розрахунок опору по бічній поверхні бурової палі:				
Ні, м	f _i	h _i	γ_{cf}	f _i *h _i КН/м
0,9				
3,125	35,4	1,125	0,6	23,895
4,375	38,8	1,125	0,6	26,19

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

5,875	41,8	1,75	0,6	43,89
7,625	43,6	1,75	0,6	45,78
9,5	45,5	2	0,6	54,6
11,5	47,5	2	0,6	57
13,5	49,5	2	0,6	59,4
15,5	51,5	2	0,6	61,8
17,5	53,5	2	0,6	64,2
19,5	55,5	2	0,6	66,6
20,5	56,5	2	0,6	69

$$F_d = 1(1 * 1813 * 0,28 + 1,994 * 591,155) = 2194,81 \quad (3.111)$$

$$N = \frac{2194,81}{1,4} = 1567,71 \text{ кН} \quad (3.112)$$

Усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, розташованих вище нижнього кінця палі

$$\gamma_{l \text{ сер}} = \frac{\sum \gamma'_i h_i}{\sum h_i} = \frac{15,4 * 2 + 19 * 3 + 6,2 * 3,5 + 12 * 19,2}{20,5} = 16,58 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \quad (3.113)$$

Приймаємо довжину палі 20 м. Номінальна робоча довжина становитиме 20 м
Вихідні дані:

1. Розмір сторони палі (діаметр) – 0,6 м.
2. Діаметр розширення палі – 0,6м.
3. Коефіцієнт крупності піску під нижнім кінцем палі ІІ -0,3.
4. Показник типу паль - бурова.
5. Тип ґрунту під нижнім кінцем паль - 1 (глинисті).
6. Глибина закладання паль від поверхні ґрунту – 20,35 м.
7. Глибина закладання підшви ростверку – 0,6 м.
8. Розрахункове значення кута внутрішнього тертя для піщаних ґрунтів під нижнім кінцем палі - $\varphi = 17,6^\circ$
9. Показник форми поперечного перерізу палі - 1 (кругла).
10. Розрахункове значення питомої ваги ґрунту під нижнім кінцем палі з урахуванням зважувальної дії води - $\gamma'I = 9,881 \text{ мЗ.кН/}$
11. Усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, розташованих вище нижнього кінця палі - $\gamma I = 16,58$
12. Коефіцієнт умов роботи - $\gamma c = 1$.
13. Коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі - $\gamma c R = 1$.
14. Усереднений коефіцієнт умов роботи ґрунту по боковій поверхні палі - $\gamma c f = 0,6$.
15. Розрахункова вертикальна сила яка діє на куц паль – 12684 кН.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове навантаження, яке може бути передане на палю з умов несучої спроможності ґрунту:

$$N = \frac{2194,81}{1,4} = 1567,71 \text{кН} \quad (3.114)$$

Необхідна кількість паль у куші:

$$n = \frac{(1,1 \dots 1,2)N_m}{N} = 1,11 * \frac{12684}{1567,71} = 9,91 \text{шт} \quad (3.115)$$

Отже необхідно 10 паль для прийняття навантаження від опори.

Виконаємо перевірку навантаження на палю з урахуванням фактичної ваги палі

$$\sum y = 2 * 4,000^2 + 2 * 2,000^2 = 40 \quad (3.116)$$

$$\sum x = 10(0,9 + 0,1)^2 = 10 \quad (3.117)$$

Вага палі

$$G_p = \frac{1,13 * 20 * 25 * 10}{4} = 1553,75 \text{кН} \quad (3.118)$$

$$\text{Вага ростверка } G_p = 8,9 * 2,6 * 0,6 * 20 * 1,1 = 305,4 \text{Кн} \quad (3.119)$$

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю

$$N_{max} = \frac{12684 + 1553,75 + 305,4}{10} + \frac{1960 * 4,000}{40} + \frac{1971 * 0,9}{10} = 1827,705 \text{кН} \quad (3.120)$$

$$N_{min} = \frac{12684 + 1553,75 + 305,4}{10} - \frac{1960 * 4,000}{40} - \frac{1971 * 0,9}{10} = 1172,9 \text{кН} \quad (3.121)$$

$$N_{max} = 1827,705 \text{кН} < 1,2 \frac{F_d}{\gamma_k} = 1874,052 \text{кН} \quad (3.122)$$

3.7 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Для вибору найбільш ефективного варіанту з розглянутих типів фундаментів виконаємо техніко-економічне порівняння, враховуючи витрати на матеріали та особливості виконання будівельно-монтажних робіт. Розрахунок обсягів робіт проводиться для одного умовного середнього фундаменту. Обсяг земляних робіт на один фундамент визначається в межах вантажної площі колони 3, яка становить 209,59 м².

Порівняльні дані з обсягів робіт нульового циклу для трьох варіантів фундаментів наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Обсяги робіт з улаштування варіантів фундаментів

N	Найменування робіт	Одиниці	Формула для розрахунку	Кількість
Фундамент мілкового закладання				
1	Розробка ґрунту	1000м³	$V_{\text{виїмки}} = 209,59$	0,20959

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.4

2	Влаштування бетоної підготовки	100м ³	$(b+0,2)(l+0,2)*0,1=$ $= (4+0,2)(10,9+0,2)=4,662$	0,04662
3	Влаштування фундаменту	100м ³	$V_{\phi}=(0,6*4*10,9)+(1,9*8,9*2)=$ $=59,98$	0,5998
4	Арматура	т	$V_{\phi}*0,007*7,85=$ $=59,98*0,007*7,85=3,295$	3,295
5	Зворотня засипка	1000м ³	$V_{\text{виїм.}}-V_{\phi}-V_{\text{підг. під фунд.}}=$ $=209,59-59,98-3,295=146,315$	0,146315
6	Ущільнення ґрунту	100м ³	$V_{\text{виїм.}}=V_{\text{ущ.}}=146,315$	1.46315
Фундамент на забивних палях				
1	Розробка ґрунту	1000м ³	$V_{\text{виїмки}}=24,164$	0,024164
2	Заглиблення паль	м ³	$n*Ln*d^2=16*16*0,35^2=31,36$	31,36
К-ть паль		шт.	n	16
Довжина паль		м	ln	16
Об'єм паль		м ³	$n*Ln*d^2=16*16*0,35^2=31,36$	31,36
3	Бетона підготовка	100м ³	$2*8,9*0,1=1,78$	0,0178
4	Влаштування ростверку	м ³	$V_p=2*0,6*8,9=10,8$	10,8
5	Арматура	т	$V_p*0,007*7,85=0,593$	2,445
6	Зворотня засипка	1000м ³	$V_{\text{виїм.}}-V_p-V_{\text{під.}}=$ $=24,164-1,78-10,8=11,584$	0,011584
7	Ущільнення ґрунту	100м ³	$V_{\text{виїм.}}=V_{\text{ущ.}}=11,584$	0,11584
Фундамент на бурових палях				
1	Розробка ґрунту	1000м ³	$V_{\text{виїмки}}=33,450$	0,033450
2	Влаштування бурових паль	м ³	$n*Ln*d^2=10*22*0,600^2=62,17$	62,17
3	Арматура	т	$(3,14*0,600^2)/4*0,007*7,85$	0,0155
4	Бетона підготовка	100м ³	$2,6*8,9=2,27$	0,0227
5	Влаштування ростверку	м ³	$V_p=2,6*0,6*8,9=13,884$	13,884
6	Арматура ростверка	т	$V_p*0,007*7,85=0,762$	0,762
7	Зворотня засипка	1000м ³	$V_{\text{виїм.}}-V_p-V_{\text{під.}}=33,450-$ $13,884-2,27=17,296$	0,017296
8	Ущільнення ґрунту	100м ³	$V_{\text{виїм.}}=V_{\text{ущ.}}=17,296$	0,17296

Результати кошторисних розрахунків для співставлення варіантів зведемо у таблицю 3.5

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Порівняльна вартість і трудовитрати для улаштування варіантів фундаментів.

Тип фундаменту	Кошторисна вартість		Витрати праці	
	грн	%	люд год	%
1. Варіант фундаменту мілкового закладання	87363	107	339	93
2. Варіант фундаменту з забивних паль	81495	100	364	100
3. Варіант фундаменту з бурових паль	182068	223	1299	356,86

Згідно з даними, наведеними в таблиці 3.5 варіант фундаменту на забивних палях є більш вигідним порівняно з іншими рішеннями як за показниками трудомісткості, так і за кошторисною вартістю.

3.8 Висновок до розділу 3

У результаті виконання розділу, присвяченого проектуванню основ та фундаментів, було детально проаналізовано інженерно-геологічні умови ділянки будівництва та визначено розрахунковий опір ґрунтової основи з урахуванням типу, щільності, ступеня вологості та показника текучості ґрунтів.

В процесі розрахунків виявлено, що існуючий фундамент мілкового закладання у вигляді плити розміром 10,9 x 4 x 0,6 м, відповідає вимогам чинних нормативних документів. Підсилення існуючих фундаментів не потрібне.

Для вирішення задачі оптимізації, яка може виникати при новому проектуванні подібних споруд використано варіантний підхід. Для цього, у межах техніко-економічного та інженерного обґрунтування були розглянуті та розраховані три конструктивні варіанти фундаментів:

1. Фундамент мілкового закладання на природній основі.
2. Фундамент на забивних призматичних палях.
3. Фундамент на бурових палях.

Під час виконання розрахунків було визначено оптимальні розміри подошви мілко заглибленого фундаменту, обчислено осідання фундаментів за методом пошарового підсумовування, а також проведено розрахунки осідань пальових фундаментів на основі моделі пружного напівпростору.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для фундаменту на забивних палях осідання перевірялося двома незалежними методами, що дозволило підвищити точність оцінки деформацій основи.

Отримані результати підтверджують важливість комплексного підходу до вибору типу фундаменту з урахуванням ґрунтових умов, типу споруди та навантажень. Виконана робота дозволила систематизувати знання у сфері проектування основ і фундаментів та набути практичних навичок інженерних розрахунків, необхідних для подальшої професійної діяльності у галузі будівництва.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Технологічні рішення

4.1 Технологія ремонту та підсилення залізобетонних конструкцій мосту

Для відновлення дефектних ділянок залізобетонних конструкцій та підсилення балок прогонової будови мосту, що включені в роботи з реконструкції, рекомендується застосовувати цементно-полімерні ремонтні системи, які мають високу водостійкість, стійкість до дифузії двоокису вуглецю, а також стійкість до атмосферних опадів і зовнішніх впливів. Важливим є те, щоб ці системи не мали усадки. Вибрані матеріали повинні бути здатні витримувати динамічні навантаження, характерні для мостових споруд.

Для ремонту дефектних ділянок Т-балок та зміцнення їх приопорної частини, застосовано рішення з використанням високоміцних вуглецевих тканин, які дозволяють значно збільшити несучу здатність конструкцій.

4.1.1 Технологія ремонту залізобетонних конструкцій

Технологічні операції ремонту поверхонь конструкцій умовно поділяються на два етапи:

- підготовчі роботи;
- технологічні операції з нанесення ремонтних систем.

А) Підготовчі роботи перед ремонтом з/б конструкцій

Очистити від слабого бетону, бруду та пилу дефектні ділянки з/б конструкцій, що підлягають ремонту. Очистити розкрите робоче та конструктивне армування від продуктів корозії, до металевому блиску, вручну металевими щітками чи піскоструминним апаратом. Оббити зруйнований бетон перфоратором чи зубилом вручну (зважати на розміри і стан бетонної конструкції в цілому), відкрити доступ до арматури. Виконати очищення всієї поверхні бетонної конструкції, що підлягає ремонту, за допомогою піскоструминного апарату. У випадку наявності у підрядної організації технологічного гідроструминного обладнання замість піскоструминної очистки доцільно застосувати гідроочистку струменем води під тиском 20 – 60 МПа. Доочистити вручну металевими щітками ділянки важкодоступних місць, що незадовільно очищені за допомогою піскоструминного апарату. Промити водою поверхні, що підлягають ремонту.

Б) Технологія нанесення ремонтних систем

- Обробити антикорозійним покриттям арматуру (інгібіторами корозії);
- Влаштувати зчіпний (адгезійний) шар на поверхнях бетону чи арматури, після повного висихання нанесеного раніше антикорозійного покриття;
- Виконати ремонт дефектних ділянок з/б конструкцій реставраційною сумішшю на цементно-полімерній основі;
- Виконати шпаклювання нерівностей розчином на цементній основі;
- Здійснити захист бетону від карбонізації водно-дисперсійною ґрунтівкою на водянній основі;
- Нанести 2 шари фінішного покриття на основі метакрилових смол, що

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідає вимогам стандарту EN 1504-2[33].

В) Підготовка основи підсилення приопорних ділянок балок тканинами з вуглецевих волокон

Будь-який слабкий матеріал має бути видалений і очищений бетон має бути відремонтований. Великі раковини і пористі поверхні мають бути заповнені відповідним ремонтним розчином. Ремонтні матеріали повинні бути повністю сумісні з клеєм. Усунення невеликих раковин (до 5 мм) та ремонт пористих поверхонь виконувати нанесенням шпателем розчину на основі тиксотропного епоксидного клею. Більші порожнини та вибоїни усувають розчином у суміші епоксидного клею з кварцевим піском, що змішаний у співвідношенні 1:1 по вазі для отримання розчину з ідеальною консистенцією та тиксотропними властивостями. Тріщини шириною розкриття більше 0,2 мм повинні бути усунені способом ін'єктування з використанням розчину епоксидної смоли низької в'язкості. Тріщини меншого розкриття дозволяється затирати ремонтним розчином. Фактична міцність бетонної основи має бути перевірена принаймні трьома випробуваннями на відрив. Шар цементного молочка на поверхні основи має бути видалений, і відкрита шорстка поверхня має бути створена. Поверхня

основи має бути очищена від олії, жиру і будь-яких інших забруднень, а також часток, що відшаровуються, і пилу. Для нанесення композитної тканини будь-які гострі кромки мають бути видалені. Вологість основи повинна складати не більше 4%.

Г) Технологія виконання робіт з підсилення приопорних ділянок балок прогонової будови тканинами з вуглецевих волокон

Матеріали для підсилення - тканина з вуглецевих волокон, епоксидний клей, анкерний жгут з вуглецевого волокна повинні відповідати вимогам технічних специфікацій виробника та сертифіковані на відповідність цим вимогам в Україні.

1) Влаштування анкерів з вуглецевого волокна:

Для встановлення волоконного анкера необхідно просвердлити отвори діаметром 20 мм і глибиною не менше 150 мм. Після необхідно видалити поверхневий шар бетону на циліндричних ділянках поверхонь балки для забезпечення вертикального розташування зовнішніх кінців анкерів. Закруглити краї влаштованих отворів до радіусу 2 см, щоб уникнути пошкодження джгута під час встановлення.

Просвердлені отвори та прилеглі підготовлені поверхні ретельно очистити від пилу та слабких частинок за допомогою продувального інструменту та круглої щітки, чергуючи два інструменти як мінімум три рази.

2) Встановлення анкерів виконувати у такому порядку:

- Нарізати анкери за розміром і підготувати всі необхідні інструменти. Приготувати просочувальний розчин епоксидної смоли (витрата 50-60 г/шт).

- Просочити одну половину анкера смолою до повного насичення і видавити повітря і зайву смолу.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зв'язати усі волокна на просоченому кінці анкера разом за допомогою кабельної стяжки і відрізати вільний кінець стяжки. Якщо анкер все ще тримається разом із пластиковою обгорткою, вийняти її.

- Вставити спицю для в'язання по всій довжині анкера з наконечником, вклиненим у кабельну стяжку.

- Нанести пензликом на підготовлені поверхні просочувальний склад епоксидної смоли. Заповнити отвір, просвердлений в стінці балки, клеєм знизу вгору, або за допомогою клейового пістолета, або пластикового пакета.

- Вставити з'єднувач у отвір за допомогою спиці. Розпушити вільний сухий кінець анкера. Перед влаштуванням підсилення з вуглецевих тканин, виконати просочування зовнішніх волокон анкерів складом епоксидної смоли з обмазуванням пензлем бетонних поверхонь в зоні розташування анкерів. Вийняти спицю обережно, не витягуючи анкер назад.

- Заповнити щілини клеєм, щоб вирівняти поверхню. Нанести додаткову смолу для монтажу тканини.

- Влаштувати підсилення з вуглецевої тканини поверх анкерів.

3) Порядок влаштування підсилення з композитних вуглецевих тканин:

- Тканина - 30см має бути нарізана за розміром спеціальними ножицями для волокон. Шар ґрунтовки з просочуючої смоли (витрата 0,7-1,2 кг/м²) має бути нанесений на поверхню основи за допомогою зубчастого шпателя або валика. Тканину слід розмістити на основі, натиснувши на неї м'яко, і смола має бути закатана в тканину за допомогою просочувального валика, поки тканина не буде повністю насичена. Тканина повинна бути повністю змочена смолою; не повинно бути сухих плям, і тканина повинна бути міцно притиснута до основи. Видавити все захоплене повітря у напрямку волокна, щоб переконатися, що між тканиною та підкладкою не залишаються бульбашки чи пухирі. Просочення повинне завжди виконуватися у напрямі волокон.

- Додаткові шари мають бути встановлені, як описано вище, переважно мокро по мокрому. Зокрема 2-й та 3-й шари тканини встановлюються шляхом нанесення клею (витрата 0,5 кг/м²) на раніше нанесений шар «мокрый на мокрому» протягом інтервалу часу, що не перевищує 60 хвилин (при +23 ° C) від попереднього шару і повторення процедури насичування, описаної вище для першого шару тканини. Якщо неможливо нанести наступні шари тканини протягом 60 хвилин від попереднього, то перед нанесенням наступного шару необхідно дотримуватися часу очікування не менше 12 годин.

- Для забезпечення нанесення захисних шарів конструкцій (вирівнюючого шару та фарбувального) поверх останнього шару тканини слід нанести додатковий шар смоли (максимум 0,5 кг/м²) і посипати кварцовим піском (0,3-0,8 кг/м²).

- Виконати вирівнювання поверхні стрічки та зрівняти перехід з невідсиленою поверхнею стінки балки за допомогою цементно-епоксидним розчином.

- Виконати захист бетону та фінішне покриття в 2 шари.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Монолітні залізобетонні конструкції

4.2.1 Технологічні вимоги

Виконання бетонних робіт для монолітних елементів мостової споруди повинно здійснюватися згідно з ПВР. Укладання бетонної суміші має проводитися послідовно, шар за шаром, без перерв, дотримуючись одного напрямку для всіх шарів. У разі бетонування монолітної частини прогонової будови допускається застосування похилого нашарування з формуванням горизонтального фронту довжиною близько 1,5–2,0 м на кожному етапі.

Поверхня кожного шару перед ущільненням не повинна мати нахил більше ніж 30° до горизонталі. Після попереднього розподілення суміші на ділянці укладання необхідно одразу переходити до ущільнення, починаючи з переднього краю. Ущільнення здійснюється глибинними вібраторами, а при формуванні верхньої поверхні прогонової конструкції — також з використанням віброрейки.

Нерівності поверхні до ущільнення не мають перевищувати 10 см. Заборонено застосовувати вібратори для розрівнювання або перерозподілу маси бетону — ущільнення виконується лише після остаточного вирівнювання суміші. Важливо також не використовувати бетон, який втратив властивості легкого укладання, а також не допустимо додавати воду після доставки суміші на майданчик.

У разі перерви в бетонуванні, якщо наступний шар укладається після початку схоплення попереднього, необхідно сформувати робочий шов. Поверхня такого шва обробляється — очищається, зволожується та покривається адгезійним розчином. Витримування бетону до досягнення нормативної міцності залежить від способу очищення та визначається лабораторією згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 [34].

У процесі бетонування слід уважно стежити за станом опалубки — будь-яке викривлення чи зміщення її елементів повинно бути негайно усунене. За потреби, роботи на проблемній ділянці тимчасово зупиняють.

Всі вимоги до якості, способів перевірки, а також методи контролю процесу бетонування регламентуються ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 [35]. Після укладання свіже бетонне покриття необхідно захистити від впливу атмосферних опадів і випаровування вологи. Захисні заходи слід зберігати до досягнення бетоном щонайменше 70% розрахункової міцності.

Армування конструкцій виконується відповідно до положень ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 [36] та суміжних нормативів. Зварні з'єднання арматурних сіток, каркасів та елементів виконуються з дотриманням ДСТУ Б В.2.6-168:2011 [37] і ДСТУ Б В.2.6-169:2011 [38], залежно від методу зварювання.

Виготовлення та доставка бетонної суміші повинні відповідати стандарту ДСТУ Б В.2.7-96-2000 [39]. Для транспортування використовується автобетонозмішувач. Час доставки повинен бути мінімізованим і не перевищувати 90 хвилин. При тривалих зупинках рекомендовано інтенсифікувати перемішування. Додавання води до суміші на будмайданчику заборонене.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.2 Порядок виконання робіт

Спочатку виконуються підготовчі роботи до монтажних робіт. Потім – роботи з підсилення:

- тимчасові розширені дороги та майданчики для складування демонтованих конструкцій;

- підсилення ригелю існуючої берегової опори по осі "1";

- виготовлення шафової стінки берегової опори по осі "1";

- підсилення ригелю існуючої берегової опори по осі "7";

- виготовлення шафової стінки берегової опори по осі "7";

- підсилення ригелів існуючих проміжних опор;

- встановлення посиленних анкерів на верхній поверхні плитної частини балок;

- ремонт дефектних крайків тротуарної частини Т-подібних балок;

- відновлення монолітних стиків між Т-подібними балками;

- улаштування арматурних випусків деформаційних швів;

- ремонт дефектних ділянок нижніх полиць Т-балок;

- підсилення приопорних ділянок балок прогонової будови;

- укріплення конуса берегових опор №1 та №7;

- улаштування технологічних сходів обслуговування берегової опори №7;

- ремонт тріщин бокових поверхонь Т-балок;

- влаштування закладних деталей для опор електроосвітлення;

- коригування встановлення водовідводу та дренажу з мостової споруди.

- розбирання існуючого мостового полотна, дорожнього покриття на підходах та розбирання існуючих конструкцій сполучень;

- розбирання існуючого асфальтобетонного покриття, на проїзній частині виконують методом механічного фрезерування механічною фрезою “WIRTGEN”, а на тротуарах вручну, відбійними молотками.

Збірні залізобетонні блоки тротуарів знімають. Стропують блоки «в обхват», за допомогою тканинних стропів.

Крім того розбирається монолітний залізобетон вирівнювального шару бетону на проїзній частині до рівня балок прогонової будови і монолітний залізобетон двох крайніх поздовжніх швів між балками. Демонтуються перильне огороження, деформаційні шви. Опори освітлення не демонтуються.

Розбирання двох крайніх поздовжніх швів між балками виконується відбійними молотками.

Дорожнє покриття на підходах також розбирається відбійними молотками. Відкопуються та демонтуються перехідні плити, фундаментні блоки, що слугували за шафову стінку та відкритки, за допомогою автомобільного крану К – 162 вантажопідйомністю 16 тон.

Демонтовані елементи автомобільним краном К – 162 вантажопідйомністю 16 тон навантажуються на автотранспорт та вивозяться на звалище.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Влаштування шафової стінки, підсилення ригелів опор:

Для влаштування шафової стінки передбачено свердління отворів, заповнення їх епоксидним розчином та анкетування арматурних стрижнів. Після встановлення арматури та опалубки виконується подача бетону. Доставка бетону до будмайданчика виконується автобетонозмішувачами і укладається в опалубку загальноприйнятими для бетонних робіт прийомами. Для ретельного ущільнення застосовуються глибинні електровібратори із гнучким валом та діаметром робочого органа 38 мм, марок ВЕРБ-113 чи ВЕРБ-66. При відсутності вібраторів бетонну суміш ущільнюють штикуванням. По закінченні схоплювання бетон обпилюють чи накривають вологим дрантям і при жаркій сухій погоді періодично воложать протягом 3 ÷ 4 днів. Опалубку можна знімати через добу після бетонування, однак рекомендується залишити її на 3÷4 дні. Після зняття опалубки необхідно оглянути поверхні бетону. При наявності раковин вони зашпаровуються.

До укладання бетонної суміші слід оглянути стан арматури і, при необхідності, зроби-ти її посилення за проектом на ремонт шляхопроводу.

Якщо ремонтні роботи виконуються в зимовий час, при температурі, що нижче ніж у опалубці, поверхні укладеного бетону необхідно утеплювати. При температурі нижче ніж мінус 10° С ремонтні роботи виконувати не слід.

Аналогічно виконується роботи по влаштуванню залізобетонних підкосів підсилення ригелів. Для зменшення навантаження на консоль ригеля, розбирання захисного шару бетону, встановлення анкерів та арматури, бетонування підкосів виконувати після розбирання існуючого мостового полотна, ремонту стику ригелю, до влаштування залізобетонної плити підсилення прогонової будови.

А) Ремонт опор та збірних балок прогонових будов

Для відновлення несучої здатності балок прогонових будов та поверхні опор, підфермеників передбачено ремонт пошкоджених ділянок. Методи та матеріали, які пропонуються для виконання цих робіт залежать від ступеня пошкодження та детально наведені на відповідних кресленнях.

Б) Влаштування залізобетонної плити проїзної частини та покриття

Після ремонту опор та балок прогонових будов, підсилення ригелів залізобетонними підкосами бетонуються два крайніх поздовжніх шви між балками, що були розібрані. Для бетонування цих швів між балками встановлюється металева опалубка.

Після набору бетоном швів необхідної міцності виконується бетонування плити проїзної частини з монолітного залізобетону мінімальною товщиною 14 см. Після встановлення закладних деталей для кріплення бар'єрного та перильного огороження, поліетиленових труб бетонуються ділянки тротуарів. В останню чергу бетонуються зони у деформаційних швів (після встановлення елементів швів).

Подача бетону виконується автобетононасосом. Доставка бетону до будмайданчика виконується авто бетонозмішувачами.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формування проїзної частини починається після улаштування по балках прогонової будови плити проїзної частини. Після піскоструминної обробки поверхні на знежиреній, знепиленій та сухій поверхні плити укладається гідроізоляція типу «Елімінатор» загальною товщиною 2,0см. По верху влаштовується тришарове асфальтобетонне покриття: підстильний (захисний) шар з асфальтобетону ПШ.АБ.Др.Щ.А.НП.1 товщиною 40мм, нижній шар з асфальтобетону типу НШ.АБ.Др.Щ.А.НП.1 товщиною 40мм, верхній шар з щебенево–мастикового асфальтобетону (ЩМА-15) товщиною 40 мм на бі- тумі 60/90. Покриття тротуарів виконується епоксидно – поліуретановим товщиною 5 мм з посипанням сухим кварцевим піском.

Під час влаштування проїзної частини на прогоновій будові влаштовується тим- часове металеве огородження.

В) Підготовка поверхні бетону та арматури

Ділянки бетонної поверхні, схильні до корозії або карбонізації, а також ділянки де зруйнований або відшарувався бетон, штукатурка або інші декоративно-оздоблювальні шари слід ретельно видалити механічним шляхом до отримання чистої бетонної поверхні без залишків на поверхні будь яких речовин, що перешкоджають адгезії.

Для забезпечення зчеплення старого бетону, що ремонтується, та оголеної арматури з новим ремонтним матеріалом перед початком ремонту необхідно провести роботи по підготовці поверхні як бетону, так і арматури.

Поверхню бетону очищають від забруднень та вилуговування: пористі шари, що лупляться, а також раковини обробляють до щільного бетону, у відколах видаляють весь зруйнований бетон. При наявності на поверхні жирових забруднень їх необхідно видалити до початку механічного очищення органічними розчинниками (уайтспірит, бензин, ацетон і т.п.), чи миючими сумішами (наприклад, розчином соди).

Механічне очищення поверхні бетону роблять піскоструминним способом або сталевими механізованими щітками з приводом – ИП-2014А. П-22. ИП-2104, с електроприводом – ИЭ-2009, Ш-178-1. WSBA-1400. При малих обсягах робіт застосовують ручні сталеві щітки.

При обробленні і видаленні товстих шарів зруйнованого бетону застосовують від бійні молотки пневматичні – МО-5П, МО-6П, МО-7П, чи електричні – ИЭ-42131А, ИЭ- 4211. Можна також застосовувати пневмобетоноломи ИП-4608, ИП-4607. Для роботи з пневмоінструментом і піскоструминним очищенням на мосту повинні використовуватися пересувні компресори ПВ-10/8М1, ЗИФ-55В та ін. Після механічного очищення, поверхню конструкції обробляють за допомогою волосяних щіток, а потім обдувають сухим або стисненим повітрям.

Якщо корозія досягла арматурних стрижнів, необхідно видалити шар бетону до того місця, де корозія відсутня. Арматурні стрижні необхідно очистити від іржі піскоструминним очищенням або механічно до ступеня чистоти Sa 2,5 (відповідно до ISO: 8501-1:2007 [39]– до чистого металевому блиску), а потім

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

видалити металевий пи́л стисненим знежиреним повітрям. Після піскоструминного очищення та очищення стиснутим повітрям на арматурних стрижнях може залишитися вода або волога.

Антикорозійний розчин Sika (в консистенції, подібній фарбі) наносять на поверхню арматурних стержнів не пізніше, ніж через 3 години після їх очищення. Під час нанесення корозійного захисту необхідно стежити за тим, щоб поверхня арматури завжди залишалася трохи вологою. У разі, якщо виявиться, що арматурні стрижні настільки постраждали від корозії, що потрібна їх заміна, підбір перерізу і кількість додаткової арматури повинна надати проектна організація на підставі відповідних розрахунків. На поверхню нових арматурних стрижнів також необхідно нанести антикорозійний шар Sika.

Для підвищення адгезійної міцності між старою основою і новим ремонтним матеріалом, а також для компенсації усадочних і температурних напружень в основі і ремонтному шарі за рахунок високої еластичності, між старою основою і новим ремонтним матеріалом влаштовується контактний шар. Для створення контактної шару готову розчинну суміш Sika наносять за допомогою пензлика на чисту, вологу бетонну поверхню і попередньо оброблені цим складом арматурні стрижні.

Наступні шари системи Sika наносять після первинного висихання контактної шару, тобто коли розчин ще злегка вологий (30 ÷ 60 хвилин після нанесення). Якщо цей час необхідно збільшити, то наносять ще один шар контактної шару, але тільки після того, коли попередній шар повністю затвердіє.

Г) Ремонт бетонних поверхонь, ушкоджених на глибину до 10 мм

Ушкодження залізобетонних і бетонних конструкцій на глибину до 10 мм є початковою стадією руйнувань. Ліквідація дефектів виконується після усунення причин, що викликали їхню появу. Для ремонту застосовуються полімерцементні розчини на дрібнозернистому піску.

При наявності на бетонній поверхні каверн, раковин, слідів розшарування бетону при укладанні та інших дефектів, глибина яких не перевищує 5 мм, використовується полімерцементна шпаклівка з розміром зерна мінерального наповнювача 0,1÷0,5 мм. Вона застосовується для ремонту вертикальних і горизонтальних поверхонь товщиною штукатурного шару до 5 мм всередині і зовні будівель і споруд, для вирівнювання та перепрофілювання лицьових поверхонь конструкцій, а також для їх підготовки під нанесення захисно-декоративних фарб і покриттів.

Поверхні конструкцій, що ремонтуються, повинні бути як слід підготовлені. Нанесення розчину при малих обсягах робіт і у важкодоступних місцях роблять, як правило, вручну кельмами штукатурними, а ущільнення, загладжування і вирівнювання розчину – напівтерками і правилами.

Після повного схоплювання розчину, через 6÷7 годин, поверхні необхідно періодично зволожувати протягом 3÷4 днів, щоб не було висихання та розтріскування в суху і спекотну погоду. При низьких температурах, близьких до

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нуля, та високої відносної вологості повітря зволожувати поверхні не потрібно.

Роботи з полімерцементними сумішами по ремонту поверхонь виконуються при температурі конструкцій та навколишнього повітря не нижче -10°C і не вище $+30^{\circ}\text{C}$. Роботи з ремонту та відновленню конструкцій проводити суворо за технологічними картами підприємства виробника матеріалів для ремонту.

Д) Ремонт ушкоджень бетону глибиною більше 10 мм

Ушкодження на глибину до 30 мм практично цілком руйнують захисний шар бетону з оголенням робочої арматури, внаслідок чого вона кородує, а іноді руйнується й арматура. Основною метою ремонту є відновлення захисного шару бетону, запобігання корозії арматури, відновлення несучої здатності мостових конструкцій.

При підготовці дефектних зон до лікування особлива увага приділяється ретельному очищенню від продуктів корозії арматурних стрижнів. Ушкоджений бетон видаляється не тільки з зовнішньої, але і з внутрішньої сторони, тобто по всьому периметрі арматурних стрижнів. Арматурні елементи від іржі очищають піскоструминним способом чи механізованими сталевими щітками.

Для ремонту застосовуються полімерцементні піщані бетонні суміші. Бетон наносять вручну кельмами штукатурними, а ущільнення, загладжування і вирівнювання розчину – напівтерками і правилами. Захисний шар повинний бути щільним по всій його товщині.

При ремонті ушкоджень глибиною більше 50мм ремонтні матеріали слід укладати шарами не більше 50мм з влаштуванням шару зчеплення.

Догляд за твердінням бетону такий же, як і за твердінням розчину.

Е) Ремонт тріщин

Заповнення тріщин у бетонних і залізобетонних конструкціях проводять з метою запобігання проникнення усередину бетону агресивних рідин, а також відновлення несучої здатності і надійності роботи конструкцій не нижче передбачених. Підготовка тріщин до заповнення епоксидним складом полягає в звільненні їх від води, бруду й інших сторонніх включень, для чого використовують металеві щітки, шкребки, піскоструминні апарати, продувку стисненим повітрям.

При наявності тріщин виконується простукування лінії тріщин з метою визначення пустот, розширення тріщини механічним способом (видалення неміцних ділянок), та очищення тріщин стисненим повітрям (тріщини з шириною розкриття до 0,5 мм не очищаються).

При наявності сітки тріщин технологічний процес включає в себе видалення бетону нетривкої ділянки, очищення і підготовка даної поверхні. При оголенні арматури проводиться обстеження її стану та її очищення. Після механічного очищення поверхню конструкції очищають за допомогою волосяних щіток або обдуванням сухим і чистим стисненим повітрям.

Після цього виконуються роботи по безпосередньому ін'єктуванню їх епоксидною сумішшю.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У залежності від ширини розкриття тріщини, її розташування (у горизонтальній, вертикальній чи похилій площині), а також складу, застосовуваного для ін'єктування, мо-же бути використаний спосіб подачі складу в тріщину самозаповненням або за допомогою ін'єктувальної установки. При цьому враховується як розмір часток компонентів, так і в'язкість суміші.

Подачу сумішей у тріщини з розкриттям 1 мм і менш, а також у тріщини, розташовані у вертикальних і похилих площинах конструкцій, здійснюють ін'єктуванням розчинів за допомогою спеціальних ін'єкційних шайб, що приклеюються до поверхні бетону, чи штуцерів, що закладаються в бетон по всій довжині тріщини з інтервалом 150÷ 200 мм.

Ін'єкційні шайби виготовляють зі сталевого листа товщиною 4 мм, розміри шайб 50х50 мм. У центрі шайби просвердлюють отвір і приварюють різьбовий патрубок для з'єднання зі шлангом ін'єктора. Шайби приклеюють до поверхні бетону по вісі тріщини з тим розрахунком, щоб клей не потрапив у тріщину і не забив отвір у шайбі і патрубку.

Штуцери довжиною 80 мм з отвором діаметром 6÷7 мм і зовнішнім різьбленням М10 ÷ М12 зашпаровують на клею в отвори діаметром 12 мм просвердлені по вісі тріщини на глибину 60 мм. При посадці штуцера в отвір на клеї також необхідно стежити, щоб клей потрапив у тріщину і не забив отвір штуцера. Після приклеювання шайб (штуцерів) і герметизації тріщин перевіряють їх сполучення між собою та прохідність отворів стисненим повітрям. Після чого всю тріщину ін'єктують епоксидним розчином.

Ін'єктування тріщин рекомендовано робити у ранковий час, коли температура бетону знижується, а ширина розкриття найбільша.

Роботи з епоксидними сумішами допускається робити при температурі бетону і навколишнього повітря не нижче + 15°С. Заповнення тріщин при негативних температурах повітря не допускається.

Ін'єктування розчинів у тріщини роблять за допомогою найпростішого пневмоін'єкційного апарату. Тиск стиснутого повітря регулюють вентилем. Ін'єктування починають при тиску 0,2 кгс/м² і поступово доводять до 3 кгс/м².

Ступінь заповнення тріщини контролюють по обсягу нагніченого розчину, величині тиску та виходу розчину через незагерметизовані контрольні ділянки тріщин, що у наскрізних тріщинах залишають, як правило, із протилежної сторони.

При лікуванні тріщин на вертикальних площинах конструкцій нагнітання розчину починають знизу; при цьому ступінь заповнення тріщини спостерігають по початку виходу розчину через патрубки, що розташовані вище. До них послідовно приєднують шланг, а патрубки (штуцери), які лежать нижче, закривають заглушками.

По закінченні заповнення тріщин і твердіння розчину (не менш двох доби при температурі бетону не нижче +15°С), з поверхні бетону видаляють шайби (штуцери), а самої конструкції додають товарний вид, для чого також

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують епоксидні суміші.

Дрібні усадочні й інші тріщини з розкриттям 0,1 ÷ 0,3 мм, що мають на поверхні бетону, усувають за допомогою покриття цих ділянок епоксидним розчином.

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

Під час виконання робіт, що стосуються реконструкції мостових споруд із використанням інноваційних матеріалів, особливу увагу слід приділити перевірці якості всіх застосованих матеріалів і конструктивних елементів. Зокрема, контроль якості має здійснюватися у межах науково-технічного супроводу, який повинен охоплювати весь цикл робіт – від надходження матеріалів на об'єкт до їхнього використання у конструкціях.

У ПВР слід передбачити обов'язкову перевірку характеристик бетонів з самоуплотнюючими властивостями, які планується застосувати при підсиленні ригелів, а також аналіз параметрів суміші для приготування таких бетонів. Паралельно слід організувати технічний контроль якості стикових арматурних з'єднань та ефективності гідроізоляційних покриттів.

Матеріали, які використовуються для бетонних робіт з монолітними конструкціями, повинні пройти ретельний вхідний контроль. Це стосується цементу, заповнювачів (пісок і щебінь), води та хімічних добавок. Їхня відповідність встановленим стандартам (ДСТУ, ДБН тощо) є обов'язковою.

Цемент кожної партії перевіряється одразу після постачання, а у разі тривалого зберігання — повторна перевірка проводиться щомісячно. Пісок контролюють шляхом визначення вологості, зернового складу, наявності пилюватих або глинистих часток, не рідше одного разу за зміну. За потреби (після опадів або при підозрі на зміну вологості) вологість перевіряється додатково.

Щодо щебеню та іншого крупного заповнювача, перевіряється їх вологість, гранулометричний склад і вміст домішок щонайменше раз на зміну. Додаткові властивості визначаються при надходженні нової партії.

Контроль конструктивних елементів та будівельних матеріалів передбачає обов'язкову перевірку їхньої відповідності проектним рішенням і технічним умовам. Усі вироби повинні супроводжуватись паспортами, сертифікатами відповідності, технічними умовами або іншими документами, що підтверджують якість.

Підлягають огляду:

- геометричні параметри конструкцій (включаючи відсутність дефектів і пошкоджень), з фіксацією результатів у відповідних актах;
- сировина для бетонних сумішей на бетонних заводах-постачальниках (в'язучі, заповнювачі, модифікуючі компоненти);
- арматурна продукція, включно з закладними деталями;
- комплектуючі опалубки;
- матеріали для вологозахисту та термоізоляційного покриття;

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зварювальне обладнання, електроди та допоміжні інструменти.
Матеріали та конструкції, які прибувають на об'єкт без належної технічної документації, до виконання робіт не допускаються.

4.4 Контроль режимів приготування, однорідності, рухомості та жорсткості бетонної суміші

Процес приготування бетонної суміші повинен здійснюватися виключно в справному технологічному обладнанні – бетонозмішувачах. Перед початком робіт проводиться перевірка та, за потреби, налаштування систем дозування. Якість готової суміші контролюється відповідно до чинних нормативів: ДСТУ Б В.2.7-96 [41], ДСТУ Б В.2.7-176 [42], ДСТУ Б В.2.7-114 [43]..

Періодично, але щонайменше двічі за зміну, здійснюється контроль візуальної однорідності суміші, її консистенції, показників рухомості та жорсткості. Також ці характеристики перевіряються при переході на інший рецепт суміші, зміні партії цементу чи заповнювачів.

Контроль за точністю дозування сировини (цементу, води, добавок) проводиться постійно в процесі роботи бетонного вузла, а також щомісяця оформлюється актом перевірки дозаторів. Всі вагові механізми мають проходити періодичну калібровку згідно графіка та після проведення ремонтних робіт.

Послідовність додавання компонентів у змішувач та час змішування мають відповідати встановленому регламенту. Особливо ретельно контролюється дозування цементу, рідин та хімічних добавок.

Якщо вологість будь-якого з заповнювачів змінюється більше ніж на 1 %, рецептура бетонної суміші обов'язково підлягає коригуванню. При незмінних складових та правильному дозуванні, рухомість, жорсткість, середня густина і вміст повітря в суміші мають залишатися стабільними. Значні відхилення можуть свідчити про порушення в дозуванні або зміну характеристик матеріалів, що потребує оперативного втручання лабораторії.

Для контролю рухомості та жорсткості з поточних замесів (за винятком початку і завершення зміни) вибирають дві проби з інтервалом у 3–4 години. На майданчику бетонування ці параметри перевіряють щонайменше один раз за зміну або при внесенні змін у склад суміші.

У випадку невідповідності фактичних показників проєктним або при виявленні дефектів суміші (розшарування, надлишкове водовідділення, погана укладальність) проводиться оперативне коригування рецептури.

Контроль вмісту повітря в суміші на місці укладання також здійснюється щонайменше раз за зміну та щоразу після зміни рецептури на бетонному вузлі.

4.5 Контроль міцності та морозостійкості бетону

Забезпечення контролю якості бетонної суміші передбачено як на етапі її приготування на центральному бетонному заводі, так і безпосередньо на будівельному майданчику під час укладання в конструкцію. Перевірка фактичної

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міцності бетону в уже зведених елементах мосту може виконуватись методом випробування висвердлених зразків (кернів) або з використанням ультразвукових імпульсів.

Відібрання проб для виготовлення контрольних зразків на бетонному заводі має проводитися щозмінно, незалежно від обсягів підготовленої та укладеної суміші. Під час виконання бетонування на місці зведення конструкції необхідно формувати серії зразків у вигляді трьох балочок розміром $15 \times 15 \times 60$ см — орієнтовно на кожні 40 метрів укладеного шару бетону, але не рідше одного разу протягом кожної зміни.

На майданчику допускається виготовлення лише однієї такої серії зразків за зміну. Для оперативної оцінки приросту міцності дозволяється проводити випробування зразків у віці 3–7 діб. У таких випадках слід заздалегідь визначити коригувальний коефіцієнт, що дозволяє перевести результати ранніх випробувань до нормативного показника міцності на 28 добу твердіння.

Відбір проб на бетонному заводі проводиться після вивантаження суміші з міксера, а на будівельному майданчику — вже після її розподілу в конструкції. Це дозволяє враховувати вплив транспортування та умов укладання на якість суміші.

4.6 Контроль якості робіт

Одним з основоположних елементів у системі забезпечення якості під час реконструкції мостів є своєчасне попередження та виявлення порушень, які можуть призвести до виникнення дефектів у процесі будівельно-монтажних робіт, а також їх оперативне усунення. Дефекти, що виявлені на ранніх етапах будівництва, як правило, не потребують значних ресурсів для ліквідації. Натомість усунення недоліків, знайдених після завершення робіт, потребує більше часу, зусиль та фінансових витрат.

Кожен етап додаткових ремонтних заходів повинен супроводжуватись постійним контролем геодезичних параметрів точності виконання, що здійснюється відповідно до вимог ДБН В.1.3-2:2010 [44]. Якість виконаних робіт перевіряється на відповідність вимогам проектної, робочої та виконавчої документації, а також чинним нормативно-технічним документам, включеним до складу проєкту. Процедура приймання робіт здійснюється згідно з положеннями ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 [45].

Контроль геометричних характеристик об'єкта та конструктивних елементів виконується як у процесі монтажу, так і після його завершення. Обов'язковою частиною технічного контролю є виконання виконавчих геодезичних зйомок, які фіксують просторове розміщення елементів споруди.

Методика та обсяг контролю визначаються на стадії розробки Проєкту виконання робіт (ПВР), із врахуванням нормативних актів, зокрема ДБН А.3.1-5:2016 [46], ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014 [47] та ДСТУ Б А.1.1-97:2008 [48]. Для технологічно складних операцій у межах ПВР розробляються спеціальні технологічні регламенти та інструкції.

Контроль якості включає три основні етапи: вхідний, операційний та

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймальний. Оформлення актів обстеження прихованих робіт і конструкцій підвищеної відповідальності проводиться відповідно до додатку 9 ДБН А.3.1-5:2016 [46].

Виробнича геодезія гарантує перевірку висотного і планового положення елементів конструкції. Такий контроль проводиться як на стадії тимчасової фіксації (операційний контроль), так і після остаточної установки конструктивних елементів (приймальний контроль).

Контрольні функції відповідно до законодавства виконують: органи державного нагляду (зокрема ДІАМ), технічний нагляд з боку замовника, проєктна організація (в межах авторського нагляду), а також внутрішній виробничий контроль будівельної організації. Інженерно-технічні працівники (виконроби, майстри, інженери, керівники бригад) персонально відповідають за якість реалізації проєктних рішень. Проведення операційного контролю передбачає участь геодезичної служби, лабораторії, представників замовника та проєктувальника.

До завдань операційного контролю входять:

- перевірка дотримання технологічної послідовності будівельних процесів;
- відповідність фактичного виконання проєктній документації та нормам;
- ведення виконавчої документації, зокрема будівельних журналів та актів.

Усі будівельні етапи перевіряються згідно з методичними вказівками з посібника «Контроль якості на будівництві мостів». Випробування бетонної суміші передбачає визначення її основних характеристик (міцність, водонепроникність, морозостійкість), що здійснюється шляхом лабораторного аналізу за попередньо відібраними пробами.

На етапі приймального контролю здійснюється перевірка наявності та достовірності всієї необхідної виконавчої документації, зокрема: актів на приховані роботи; актів прийняття відповідальних конструкцій; технічних паспортів та сертифікатів якості матеріалів; виконавчих креслень; результатів контрольних випробувань.

Контроль арматурних робіт охоплює перевірку дотримання вимог проєкту, а також якості виконання зварювальних і в'язальних з'єднань. Усі зміни у використаних матеріалах повинні бути погоджені із Замовником та Проєктною організацією.

Інспекційний контроль здійснюється спеціальною комісією для оцінки результативності впроваджених заходів виробничого контролю та дотримання встановлених стандартів якості.

4.7 Нагляд та догляд за конструкціями під час експлуатації мостової споруди

Щоб гарантувати безпечний і стабільний рух автомобільного транспорту та пішоходів після проведення реконструкції мосту, необхідно здійснювати регулярний контроль, який поділяється на три основні типи: постійний, поточний та періодичний.

До складу постійного контролю входять такі заходи:

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вчасне виявлення пошкоджень дорожнього полотна та їх усунення;
- систематичне очищення покриття від снігу, льоду, пилу та забруднень;
- підтримання огорожень (перильних та бар'єрних) у справному та безпечному стані;
- контроль за дотриманням дозволених вагових і швидкісних параметрів транспортного потоку;
- оновлення горизонтальної та вертикальної дорожньої розмітки;
- встановлення нових та утримання існуючих дорожніх знаків у належному стані.

Ці дії виконує спеціально призначена бригада під керівництвом мостового або дорожнього майстра не рідше одного разу на місяць. Усі результати нагляду систематично фіксуються в журналі спостережень.

Поточний контроль проводиться експлуатаційною службою або відповідальним майстром не рідше одного разу на пів року, а також у періоди до та після проходження льодоходів і паводків. Його основна мета:

- виявлення технічних недоліків конструкцій і занесення їх до технічної документації;
- визначення та призначення заходів для усунення встановлених порушень;
- вимірювання глибини річкового русла;
- перевірка стану оглядових приладів і засобів доступу.

Результати такого огляду заносяться до книги обліку мостової споруди.

Періодичний огляд проводиться мінімум два рази на рік, зокрема після сезонних паводків та після завершення осінніх ремонтних робіт. Основними завданнями цього виду контролю є:

- фіксація розмивів, деформацій русла, підмивів насипів і берегових укосів;
- виявлення ушкоджень проміжних опор;
- аналіз зсувів, утворення наносів та інших змін у зоні мостового переходу.

Під час такого обстеження оцінюється якість проведених ремонтних робіт і формулюються технічні пропозиції щодо усунення причин дефектів. Огляд здійснюється під керівництвом відповідального спеціаліста експлуатаційної служби — начальника або головного майстра. За результатами складається відповідний акт, у якому відображено:

- дату виконання огляду та погодні умови;
- виявлені пошкодження та їх кількісні характеристики;
- оцінка впливу пошкоджень на експлуатаційні властивості споруди;
- рекомендації щодо зміни режиму експлуатації (за потреби);
- перелік заходів для усунення виявлених недоліків.

Уся зібрана інформація обов'язково фіксується в експлуатаційному журналі або книзі обліку мосту.

4.8 Безпека руху під час реконструкції мосту

У рамках реалізації проекту реконструкції, розробленого в рамках БКП, передбачено виконання вимог Закону України «Про дорожній рух», державних

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будівельних норм ДБН В.2.3-22:2009 [49], а також чинних національних стандартів, що регламентують питання безпеки дорожнього руху.

З метою створення комфортних умов пересування, підвищення безпеки та орієнтації водіїв у проєкті передбачено встановлення технічних засобів організації дорожнього руху: дорожніх знаків, бар'єрних і перильних огорожень, а також нанесення розмітки.

На період виконання будівельно-монтажних робіт рух через міст повністю припиняється, з організацією об'їзних шляхів відповідно до затвердженої схеми.

Безпека дорожнього руху після завершення ремонту забезпечується такими технічними рішеннями:

- досягнення необхідного коефіцієнта зчеплення шин з дорожнім покриттям – не менше 0,6;
- встановлення оцинкованого металевого бар'єрного огороження по краях проїзної частини відповідно до ДСТУ Б В.2.3-12-2004 [50];
- монтаж перильних огорожень із зовнішньої сторони тротуарів;
- улаштування перехідних плит між мостовим полотном і підходами;
- облаштування двох тротуарів шириною по 1,8 м;
- виконання дорожніх робіт згідно з СОУ 45.2-00018112-006:2006 [51];
- нанесення дорожньої розмітки з використанням світлоповертаючих матеріалів відповідно до ДСТУ 2587:2010 [52].

Тротуари відділяються від проїзної частини металевим напівжорстким оцинкованим бар'єрним огороженням. Таке огороження встановлюється з урахуванням інтенсивності руху на ділянці дороги, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.3-12-2004 «Огороження дорожнє металеве бар'єрного типу» [53].

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.3-12-2004 [50], під час проєктування конструкцій огорожень необхідно враховувати величину навантаження, яка визначається залежно від дозволеної швидкості руху та характеристик конкретної ділянки дороги згідно з ДСТУ 3587-97 [54]. Оскільки на даному мості поздовжній ухил перевищує 30%, умови руху класифікуються як утруднені.

Згідно з нормативами, при дозволений швидкості 50 км/год може застосовуватись огороження з класом навантаження Н2 (стримувальна здатність – 280 кДж). Проте з метою підвищення надійності захисту у випадку порушення швидкісного режиму або в майбутньому його підвищення, проєктом передбачено встановлення бар'єрного огороження висотою 1,1 м зі стримувальною здатністю 460 кДж.

Крім того, по краях тротуарів буде влаштовано перильне огороження висотою 1,2 м, відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.3-11-2004 [55]. Дорожню розмітку проїзної частини нанесуть згідно з ДСТУ 2587:2010 [52].

4.9 Висновок по розділу 4

У розділі наведено опис основних технологічних рішень щодо проведення ремонтних робіт елементів мостових конструкцій, запланованих при реконструкції. Розглянуто послідовність виконання робіт, використання сучасних матеріалів та

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методів зміцнення залізобетонних елементів, зокрема застосування армуючих сумішей і спеціальних ремонтних складів. Особлива увага приділена забезпеченню якості бетонування та контролю стану конструкцій під час ремонту.

Також описані основні заходи з організації робочого процесу, що дозволяють зменшити ризики появи дефектів та підвищити довговічність мосту. Впровадження цих технологічних рішень забезпечує надійність і безпеку експлуатації конструкцій після проведення реконструкції.

Доповненням до технологічних процесів виступає багаторівневий контроль якості: вхідний, операційний та приймальний. Він включає перевірку матеріалів, конструкцій, бетонної суміші, геометричних характеристик та точності монтажу, а також документальне підтвердження результатів. Передбачені заходи з постійного та періодичного нагляду за конструкціями в експлуатації дозволяють вчасно виявляти та усувати потенційні дефекти, що позитивно впливає на загальну надійність споруди.

Реалізація описаних рішень у поєднанні з дотриманням чинних нормативних вимог і стандартів дозволяє гарантувати високу якість ремонтно-будівельних робіт при реконструкції мосту та забезпечує ефективне функціонування мосту протягом тривалого періоду.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Організація будівництва

Розділ організації будівництва розроблений на частину робіт з реконструкції, передбаченій у технологічній частині, які включають підсилення дефектних опор та елементів прогонових будов, а також, ремонтно-відновлювальні роботи будівельних конструкцій мосту, які, в процесі виконання робіт з реконструкції, використовуються повторно, роботи з антикорозійного захисту і гідроізоляції.

5.1 Технічні та організаційні умови проведення реконструкції з обґрунтуванням методів БМР

У процесі розроблення розділу, що стосується організації будівельних робіт при реконструкції, передбачено повне припинення руху автотранспорту на ділянці автомобільної дороги в межах мостової споруди на період проведення реконструкції. Для забезпечення безпечного та безперебійного функціонування транспортної мережі на час виконання робіт реалізовано схему організації дорожнього руху, яка включає перенаправлення транзитного транспорту об'їзною дорогою навколо м. Гайсин.

Передбачено виконання робіт підготовчого та відновлювального характеру. Їх реалізація здійснюється в установленій послідовності відповідно до проєктних рішень.

На першому етапі виконуються підготовчі заходи, до складу яких входить улаштування тимчасових заїздів та зон для розміщення будівельного майданчика, а також проведення демонтажних робіт. Зокрема, здійснюється демонтаж монолітних вставок між Т-подібними балками, розбирання прогонових балок, підферменників і еластомерних опор, видалення слабкого та зруйнованого шару бетону з подальшим розкриттям робочої арматури ригелів берегових опор, демонтаж дефектних елементів шафових стінок берегових опор та підготовка Т-подібних балок до підсилення.

У подальшому проводиться підсилення ригеля берегової опори по осі «1», виготовлення та монтаж нових підферменників, встановлення еластомерних опор із застосуванням клиновидних елементів. Наступним етапом є зведення нової шафової стінки на цій опорі та влаштування її гідроізоляції у місцях контакту з ґрунтовими масами.

Аналогічний обсяг робіт виконується на береговій опорі по осі «7», де також здійснюється підсилення ригеля, виготовлення та монтаж підферменників, встановлення еластомерних опор і влаштування гідроізолюваної шафової стінки.

Окрім того, передбачено підсилення ригелів проміжних опор, виготовлення відповідних підферменників і монтаж еластомерних опор з використанням клиновидних вставок. У верхній частині плитної зони балок виконується встановлення додаткових анкерів підвищеної міцності.

Подальші роботи включають ремонтні заходи з відновлення тротуарних консолей Т-подібних балок, усунення пошкоджень на нижніх полицях балок, підсилення приопорних зон балок прогонової будови та монтаж нових балкових

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементів. Після цього здійснюється відновлення монолітних стиків між балками.

Передбачено улаштування арматурних випусків у зонах деформаційних швів та роботи з улаштування накладної плити.

Передбачено укріплення конусів берегових опор №1 та №7, спорудження технологічних сходів для обслуговування берегової опори №7, ремонт тріщин на бокових поверхнях балок та нанесення захисного шару на поверхні опор, як існуючих, так і тих, що були відновлені у процесі ремонтних робіт.

На завершальних етапах реконструкції передбачено улаштування дорожнього та тротуарного покриття, бар'та перильного огорожень, нанесення розмітки, встановлення освітлювальних ліхтарів та знаків.

5.2 Забезпечення будівництва електроенергією та водою: обґрунтування потреб

Під час виконання ремонтно-відновлювальних робіт, що здійснюються в рамках реконструкції мосту, виникає потреба в залученні спеціалізованого обладнання, яке функціонує за рахунок електричної енергії. Серед такого устаткування – вантажопідіймальні механізми, вібраційні установки для ущільнення бетонної суміші, зварювальні пристрої тощо.

Окрім енергоживлення технологічного обладнання, електроенергія необхідна для влаштування освітлення на будівельному майданчику, включаючи робоче, побутове та аварійне освітлення, з метою створення безпечних умов праці у темний період доби та в умовах обмеженої видимості.

Підключення до електромережі передбачається здійснити через найближчі діючі електролінії, що дозволяє оперативно організувати подачу електроенергії на об'єкт. Водночас питання забезпечення питною водою вирішується шляхом централізованого підвозу спеціалізованим автотранспортом із водогінної системи м. Гайсин.

5.3 Розрахунок тривалості виконання робіт з реконструкції та потреби в кадрах

Кошторисна трудомісткість на роботи з реконструкції мосту визначена у кошторисному розрахунку та становить 89027,72 люд-год, в т.ч. нормативна трудомісткість робіт, яка передбачається у прямих витратах 74569 люд-год.

Загальна нормативна тривалість виконання робіт з реконструкції визначена проектом організації будівництва (відповідно до вказівок п.4.1.3 розділу «Порядок визначення тривалості будівництва об'єктів» ДСТУ Б А.3.1-22:2013 [56] згідно календарного графіка. Тривалість виконання робіт становить 4,5 місяці. Середня кількість робітників по графіку руху робітників становить 27 чоловік

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Необхідність організації тимчасових споруд і зон для виконання робіт

У зв'язку зі складністю будівельно-монтажних робіт при реконструкції виникла потреба у створенні додаткових будівельних майданчиків для розміщення техніки, матеріалів, обладнання та організації побуту працівників. Передбачено спорудження двох основних тимчасових будівельних майданчиків у безпосередній близькості до мосту, які огорожуються парканом з метою обмеження доступу сторонніх осіб.

Біля кожної опори влаштовуються робочі площадки з покриттям із збірних залізобетонних плит розміром $3,5 \times 2,75 \times 0,18$ м, укладених на щебеневу основу товщиною 20 см. Ці платформи призначені для розміщення будівельних машин і механізмів, необхідних для ремонту опор, монтажу риштувань, бетонування підкосів ригелів та інших будівельно-монтажних операцій.

Поряд із мостом облаштовується спеціалізований технологічний майданчик. На ньому розміщуються матеріальний склад закритого типу, допоміжні майстерні, побутові приміщення для працівників, а також площадки для відкритого зберігання будівельних матеріалів і демонтованих елементів конструкцій. Усі майданчики обладнуються засобами зв'язку та електричного освітлення відповідно до вимог нормативної документації.

Для потреб працівників передбачено встановлення тимчасових приміщень контейнерного типу для обігріву, відпочинку, прийому їжі та санітарно-гігієнічних процедур. Також облаштовуються контейнери для сміття, біотуалети, умивальні та душові.

У найбільш завантажену зміну передбачається одночасне перебування 60% робітників (23 особи) та 55% ІТП, службовців, МОП і охорони (5 осіб). Розрахунок потреб у площах приміщень виконано відповідно до ДБН А.3.2.2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [57]. Для приміщення виконробів, із урахуванням норми 4 м^2 на одну людину та 80% присутності ІТП, необхідна площа становить: $5 \times 0,8 \times 4 = 16 \text{ м}^2$.

Крім того, на території майданчиків передбачено встановлення огорожі, що забезпечує безпеку робіт і організований доступ. Схема розміщення тимчасових споруд і подані на будгенплані. Вартість зведення тимчасових споруд включена до кошторисної документації.

Для забезпечення під'їзду до зони виконання робіт передбачається розширення існуючих шляхів, зокрема шляхом засипання та укріплення заболочених ділянок поблизу русла річки. По завершенню ремонту заплановано рекультивацію тимчасово зайнятих територій з приведенням їх до початкового стану.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 - Розрахунок майданчиків складування матеріалів та конструкцій ведеться від річної вартості БМР у млн. грн.

№№ п/п	Найменування споруд	Одиниця виміру на	Розра- хунок норм. кв.м	Потрібна площа, кв.м	Прийнята площа, кв.м
1	Склад матеріально – технічний неопалюваний	млн. грн. річного об'єму БМР	0,62	21,8	30
2	Склад опалюваний	Теж саме	0,51	18,0	15
3	Відкритий склад зберігання ма- теріалів, конструкцій	Теж саме	0,41	14,4	29
4	Навіс	Теж саме	0,32	11,3	19
5	Інструментальне приміщення				9
6	Пункт обмиву коліс				20
У С Ь О Г О					122

Таблиця 5.2 - Розрахунок потреби культурно – побутових та адміністративних тимчасових будинків на буд майданчиках у відповідності до норм ДБН А.3.2.2-2009[57]

№№ п/п	Номенклатура будинків	Одиниця виміру	Розра- хун- ковий норматив	Потрібна площа, кв.м	Потрібна площа, кв.м
1	Виконробська	кв.м	4,00	16	15,0
2	Гардеробна	кв.м	0,70	16	9,1
3	Душова	кв.м	0,54	12,4	11,1
3	Умивальна	кв.м	0,20	4,6	2,6
4	Сушильня	кв.м	0,20	4,6	2,6
5	Приміщення для гігієни жінок	кв.м	0,035	1,2	1,3
6	Помешкання для обігріву робочих	кв.м	0,10	2,4	3,3
7	Приміщення для відпочинку та приймання їжі	кв.м	8,1	19,4	30
8	Туалет	кв.м	0,05	1,7	1,3
У С Ь О Г О					77,2

5.5 Контроль якості робіт

У процесі будівництва генпідрядником повинен здійснюватися геодезичний контроль точності виконання будівельно – монтажних робіт згідно вимогам ДБН В.1.3-2:2010[44].

Контроль якості виконання будівельно – монтажних робіт здійснюється на всіх етапах провадження робіт згідно вимогам проектної документації та відповідним нормативним документам, що наведені у розділах робочого проекту. Приймання виконаних робіт здійснюється замовником згідно вказівкам ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016[45].

У процесі виробництва будівельно – монтажних робіт контролюються геометричні параметри споруд та їхня конструкція. Геодезичний контроль точності геометричних параметрів споруд, у тому числі виконавчі зйомки, є основною частиною виробничого контролю якості. Геодезичний контроль містить у собі визначення дійсного планового й висотного положення елементів основної споруди, складних допоміжних конструкцій, опалубки, як на стадії тимчасового закріплення (операційний контроль), так і після остаточного їхнього закріплення (приймальний контроль).

Способи контролю, порядок й обсяг їхнього проведення розробляються на стадії ПВР, керуючись зазначеними вище нормативними документами, з обліком прийнятих інженерних рішень. Для виконання найбільш складних робіт у ПВР розробляються додаткові інструкції та «Технологічні регламенти» на окремі види робіт.

У всіх випадках повинно бути передбачено проведення вхідного, оперативного й приймального контролю зі складанням актів приймання схованих робіт і відповідальних конструкцій по формах, наведених у ДБН А.3.1– 5– 2016[46].

Акти огляду схованих робіт, акти проміжного приймання відповідальних конструкцій й інша виконавча документація, а також оцінка якості будівельно – монтажних робіт повинні складатися на основі даних виконавчих геодезичних схем і креслень згідно вимогам ДБН В.1.3-2:2010[44].

Контроль якості робіт здійснюють контролюючі (інспектуючі) інстанції

Замовника, Проектної організації, Підрядника, будівельних і виробничих організацій, що виконують роботи по реконструкції мосту.

Виробничий контроль якості робіт, здійснюваний у будівельній організації під керівництвом Головного інженера, складається з:

- вхідного контролю проектної документації;
- вхідного контролю конструкцій, виробів і матеріалів, що поступають;
- операційного контролю;
- приймального контролю й інспекційного контролю.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При вхідному контролі будівельних конструкцій, виробів і матеріалів повинно перевірятися:

- відповідність конструкцій, виробів і матеріалів, що надійшли, вимогам проекту технічних умов, ДБН та ДСТУ;
- наявність і відповідність паспортів, сертифікатів й інших супровідних документів. Перевірці підлягають:
- правильність геометричних форм і розмірів конструкцій, що поступили із заводів – виготовлювачів, відсутність неприпустимих дефектів, залишкових деформацій й ушкоджень із оформленням актів за затвердженою формою;
- складові матеріали для готування бетонної суміші (в'язкі, заповнювачі, хімічні добавки) - на бетонних заводах – постачальниках бетонної суміші;
- арматури, закладні деталі й арматурні вироби;
- елементи опалубки;
- матеріали для виготовлення волого теплозахисних покриттів;
- стан та якість електродів, зварювального й допоміжного устаткування, оснащення й пристосувань, приладів й апаратури.

Конструкції, матеріали й вироби, що надходять без супровідних документів, у виробництво не допускаються.

Арматурна сталь, яка надходить, повинна бути зареєстрована в «Журналі реєстрації надходження арматурної сталі». При вхідному контролі всю арматурну сталь і закладні деталі які надходять варто піддавати обов'язковому зовнішньому огляду й вимірам. Результати контрольних випробувань арматури повинні бути занесені лабораторією в «Журнал реєстрації результатів випробувань арматурної сталі».

Подана до місця укладання бетонна суміш повинна мати необхідну консистенцію, необхідний обсяг залученого повітря, оптимальне співвідношення між піском і щебенем й передбачену «Технологічним регламентом» температуру.

Операційний контроль здійснюється в ході виконання будівельно - монтажних робіт і повинен забезпечувати своєчасне виявлення допущених відступів і вживання заходів по їхньому усуненню й попередженню.

При операційному контролі перевіряється дотримання технології будівельно - монтажних процесів, а також відповідність виконуваних робіт робочим кресленням, «Технологічним регламентам», будівельним нормам, правилам і стандартам.

Основними документами при операційному контролі є: робочі креслення основних конструкцій, оснащення й устаткування; «Технологічні регламенти» і Проект виконання робіт (ПВР), розроблений з їхнім врахуванням; ДБН, Стандарти й відповідні Керівництва.

Операційний контроль здійснюють: майстри й виконавці робіт; будівельна лабораторія; геодезична служба; представники Генпідрядника, Замовника й проектною організації. Результати виконання операційного контролю фіксуються в Актах, а також у спеціальних журналах робіт. Згідно вимогам ДБН А. 3.1-5-2009 [58] виконується огляд схованих робіт за участю представників технічного

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нагляду Замовника, Генпідрядника й проектної організації згідно вимогам ДБН А. 2.2-4-2003[59]. «Положення про авторський нагляд за будівництвом будинків та споруд». За результатами огляду складається й підписується акт встановленої форми. Забороняється виконання наступних робіт при відсутності актів огляду попередніх. Усунення дефектів допускається тільки після складання акту обстеження конструктивних елементів, підписаного організаціями, що інспектують, із вказівкою видів робіт, необхідних для доведення конструкції до необхідної кондиції.

Температурний режим твердіння бетону допускається контролювати за допомогою портативних мультиметрів з термопарою типу ДО, електронних, спиртових, ртутних або інших термометрів, що закладають у шпари, що влаштовують у тілі бетону.

У процесі проведення робіт поопераційний контроль на всіх технологічних етапах (операціях) необхідно вести згідно ДСТУ Н Б В.2.3-34:2014[60], Посібника «Контроль якості на будівництві мостів». Забезпечення вимог «Технологічного регламенту», якості виконання робіт і параметрів конструкції покладається на змінного майстра, виконавця робіт і чергових лаборантів лабораторного поста.

Контроль входних параметрів бетонної суміші з відбором проб бетонної суміші в контрольованих партіях і виготовленням контрольних зразків для визначення якості покладеного бетону по міцності, водонепроникності й морозостійкості забезпечує лабораторія будівельної організації. При приймальному контролі перевіряється якість виконаних будівельно - монтажних робіт і виготовлених відповідальних конструкцій.

При приймальному контролі Підрядник повинен надавати наступну документацію:

- виконавчі креслення із внесеними (при їхній наявності) змінами й документи про їхнє узгодження;
- заводські технічні паспорти, сертифікати, акти приймання конструкцій і матеріалів заводською інспекцією;
- акти огляду схованих робіт;
- акти проміжного приймання конструкцій;
- виконавчі геодезичні схеми положення конструкцій й опалубки;
- журнали робіт;
- результати лабораторних випробувань бетону на відповідність проектним вимогам;
- акти огляду конструктивних елементів й, у випадку виявлення дефектів, зі схемами їхнього розташування, у т.ч. тріщин й ушкоджень.

Приймальний контроль (приймання відповідальних конструкцій) виробляється за участю представників технічного нагляду Замовника, Генпідрядника й проектної організації. Контроль здійснюють зі складанням і підписанням актів установленої форми.

Інспекційний контроль здійснюють із метою перевірки ефективності раніше

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконаного виробничого контролю. Цей контроль здійснюють спеціально створеними комісіями.

Контроль якості арматурних робіт полягає в перевірці відповідності проекту та стандартам арматурних виробів і закладних деталей, якості в'язання й зварювання арматур. Заміна передбаченої проектом арматурної сталі повинна бути погоджена із Замовником і проектною організацією.

Приховані роботи підлягають огляду зі складанням актів за формою, наведеної в ДБН А.3.1-5-2016[46], додаток 9. Акт огляду схованих робіт складається на завершений процес, виконаний самостійним підрозділом виконавців. Огляд схованих робіт і складання акту у випадках, коли наступні роботи повинні починатися після перерви, виробляється безпосередньо перед виробництвом наступних робіт.

Контроль якості робіт із всього технологічного циклу реконструкції мосту повинен забезпечувати повну відповідність затвердженому проекту, робочим кресленням, вимогам «Технологічних регламентів» і проекту проведення робіт (ПВР) при дотриманні діючих Будівельних Норм і Правил, стандартів і технічних умов.

5.6 Виконання робіт в зимовий період

Проектом передбачено виконання робіт в весняно-літній (теплий) період року. У випадку виконання робіт в зимовий період необхідно дотримуватися додаткових вимог ДБНА.3.1-5:2016[46], ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016[45] та ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013[61].

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

5.7 Техніка безпеки та охорона праці при виконанні додаткових робіт з реконструкції

Проектні рішення з ремонту мосту прийняті відповідно до чинних нормативних документів і стандартів. Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно суворо дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»[57], а також інших галузевих нормативів, інструкцій, вказівок і рекомендацій, що стосуються безпеки праці, пожежної та електробезпеки, санітарії та організації безпечного робочого процесу.

Всі заходи з охорони праці мають бути докладно відображені у проектах виконання робіт підрядних організацій. Під час реконструкції мосту необхідно забезпечити:

- безпечне проведення будівельно-монтажних робіт у зоні будівництва;
- безпечний рух будівельної техніки та автотранспорту;
- відповідність майданчиків нормам пожежної та електробезпеки;
- надійне стропування великогабаритних елементів;

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- огороження робочих зон, котлованів, риштувань, місць стоянки техніки;
- безпечне розміщення і встановлення монтажних механізмів;
- належне освітлення зони робіт у темний час доби;
- дотримання правил безпеки в зимовий період;
- оптимальну організацію робіт з уникненням скупчення людей і техніки.

Особливу увагу варто звернути на безпечне виконання робіт, таких як:

- розбирання бетонних конструкцій (перфораторами, відбійними молотками);
- демонтаж та монтаж залізобетонних елементів;
- встановлення опалубки і монтаж тимчасових опор;
- армування та бетонування;
- роботи у котлованах;
- роботи біля ЛЕП та ліній зв'язку;
- роботи біля працюючих механізмів;
- виконання робіт на висоті (риштування).

До робіт допускаються тільки особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки і мають посвідчення про знання правил пожежної безпеки. Всі робочі місця мають бути обладнані відповідними інструкціями, плакатами і попереджувальними написами. Роботи слід організовувати відповідно до чинних правил, зокрема:

- Електрообладнання, підйомні механізми, агрегати повинні експлуатуватися згідно з технічними регламентами.
- У разі небезпеки дії шкідливих чинників (гази, пил) працівники повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту.
- Рухомі частини обладнання необхідно захищати огороженнями.
- Проводити роботи біля електропроводів допускається лише при висоті не менше 2 м до найвищої точки механізму.
- Проводи, які можуть залишатися під напругою після знеструмлення обладнання, мають бути ізольовані та підняті на висоту не менше 2,5 м.
- Електроінструменти можна вмикати лише за наявності справних вимикачів або штепсельних з'єднань.
- Напруга переносного освітлення не повинна перевищувати 36 В, у вологих умовах — 12 В.
- Прокладка електропроводки має відповідати нормам електробезпеки.
- Металеві частини електроустановок повинні бути заземлені.

Тривалість робочого дня, а також перерви в умовах низьких температур визначаються відповідно до трудового законодавства. Будівельний майданчик необхідно організувати згідно з вимогами охорони здоров'я, техніки безпеки та протипожежних норм.

Перед початком робіт необхідно перевіряти технічний стан усіх машин та механізмів. Заправка машин паливом здійснюється лише в умовах дотримання протипожежних вимог (заборонено користуватися відкритим вогнем або курити). Після зупинки техніку слід надійно загальмувати та зафіксувати.

Небезпечні зони робіт обов'язково обгороджуються, встановлюються попереджувальні знаки, а в темну пору доби — освітлюються відповідно до ДБН В.2.5-28:2018[62] та ДСТУ Б А.3.2-15:2011[63]. Будівельні майданчики мають бути

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнані інвентарними огорожами з сигнальними ліхтарями. Засоби зв'язку повинні забезпечувати оперативне інформування між бетонозмішувальним вузлом та зоною укладання бетону.

Стропування вантажів має проводитись відповідно до «Правил улаштування і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів». Всі елементи повинні мати позначення про місця стропування та центр ваги.

Балони з киснем і пропаном зберігають окремо в обсягах не більше двозмінного запасу. Узимку необхідно регулярно очищати проїзди і проходи від снігу та льоду.

Відповідальність за реалізацію всіх заходів із охорони праці, техніки безпеки, пожежної та електробезпеки, дотримання санітарно-гігієнічних вимог несе генеральна підрядна організація.

5.8 Висновок до розділу 5

У розділі 5 комплексно розглянуто організаційно-технологічні аспекти виконання реконструкції мостової споруди у частині робіт з підсилення дефектних мостових споруд, окремих конструкцій прогонових будов та ремонтних робіт інших конструкцій. Запропоновані рішення враховують специфіку об'єкта, масштаби робіт, умови експлуатації та потребу в забезпеченні безперервного та безпечного будівельного процесу.

Обґрунтовано методи виконання будівельно-монтажних робіт при реконструкції, наведено послідовність операцій підготовчого, основного та завершального етапів реконструкції. Особливу увагу приділено підсиленню конструктивних елементів мосту, монтажу нових елементів, а також заходам гідроізоляції та захисту від корозії.

Розділ містить детальні розрахунки потреби в трудових ресурсах, термінах виконання робіт та джерелах забезпечення об'єкта електроенергією та водою. Проектом передбачено організацію будівельного майданчика з тимчасовими спорудами, складськими і побутовими приміщеннями, що відповідають вимогам чинних норм. Показано доцільність створення спеціалізованих робочих зон та обґрунтовано площі для розміщення матеріалів і техніки.

Висвітлено систему контролю якості будівельно-монтажних робіт при реконструкції, що охоплює вхідний, операційний, приймальний і інспекційний контроль. Забезпечено дотримання вимог нормативних документів щодо точності монтажу, якості бетонних робіт, арматурних конструкцій і застосування технологічних регламентів.

Окремим напрямом висвітлено питання техніки безпеки та охорони праці. Розроблено комплекс заходів, що гарантує безпечні умови праці на всіх етапах реконструкції згідно з вимогами ДБН і чинного законодавства.

Загалом організаційні рішення, викладені в цьому розділі, дозволяють ефективно та якісно здійснити реконструкцію мосту, забезпечивши високу надійність, безпечну експлуатацію та довговічність конструкцій.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Охорона праці

У цьому розділі розглянуто питання охорони праці, що стосуються робіт з реконструкції мосту через річку Сіб у місті Гайсин. Основна мета охорони праці – зведення до мінімуму імовірності травматизму та захворювань працівників. Це здійснюється за рахунок забезпечення належних умов праці. На будівельно-монтажний персонал, що здійснює реконструкції мосту, впливають такі шкідливі виробничі фактори [64, 65]: фізичні, хімічні та фактори 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: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час реконструкції мосту будівельно-монтажний повинен дотримуватися правил охорони праці [66], за якими потрібно перед початком монтажу обладнання змонтувати постійні настили з огорожами відповідно до ДСТУ. Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу необхідно застосовувати драбини, перехідні містки і трапи, що мають огорожі. Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця і способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР. Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного.

До робіт на висоті і верхолазних робіт допускаються навчені особи, стан здоров'я яких має відповідати медичним вимогам, встановленим для даних видів робіт («Положення про медичний огляд працівників певних категорій»).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники, які виконують верхолазні роботи, повинні мати відповідний запис в посвідченні про перевірку знань. До самостійних верхолазних робіт допускаються особи віком не молодші 18 років, які мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і кваліфікаційний розряд не нижче четвертого. Робітники, які вперше допускаються до верхолазних робіт, протягом одного року повинні працювати під безпосереднім наглядом досвідчених спеціалістів, призначених наказом керівника підприємства. Працівники мають бути навчені безпеці праці до початку виконання верхолазних робіт.

Драбини, риштування, помости, кігті, лази та інші пристосування, що застосовуються для виконання робіт на висоті і верхолазних робіт, повинні бути сертифіковані, а також відповідати вимогам «Правил безпеки під час роботи з інструментом і пристроями».

Під час виконання робіт, коли немає можливості закріпити строп запобіжного поясу за конструкцію або опору, слід користуватися страхувальним канатом, що є відповідним до вимог ДСТУ. В цьому разі строп запобіжного паска заводиться за конструкцію, деталь опори тощо. Виконувати цю роботу повинні дві особи, друга особа в міру необхідності попускає чи натягує канат.

Під час роботи на конструкціях, під якими розташовані струмопровідні частини, що перебувають під напругою, ремонтні пристосування і інструмент прив'язуються для запобігання їх падінню. Застосовувати в цих випадках монтерські запобіжні паски зі стропами з металевого ланцюга забороняється.

Подавати деталі на конструкції чи устаткування слід за допомогою «нескінченного» канату. Працівник, який стоїть внизу, повинен утримувати канат для запобігання його розгойдуванню і наближенню до струмопровідних частин. Працівники, які виконують роботи на висоті або верхолазні роботи, повинні бути в спецодязі, що не заважає рухам. Особистий інструмент слід зберігати в сумці. Працівники, що здійснюють нагляд за членами бригади, які виконують верхолазні роботи або роботи на висоті, можуть розташовуватися на землі.

Електрозварювальне обладнання має відповідати вимогам ПВЕ. До електрозварювальних робіт допускаються робітники, не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та перевірку теоретичних знань і практичних навиків, знань інструкцій з охорони праці і мають кваліфікаційне посвідчення з записом про допуск на виконання цих робіт, спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум) та щорічну перевірку знань з одержанням спеціального посвідчення згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні. Електрозварювальники повинні мати II групу з електробезпеки. Електрозварювальники, яким надано право самостійного підключення зварювального обладнання до електромереж повинні мати III групу з електробезпеки. Підготовка електрозварювальників має проводитись у спеціалізованих професійно-технічних училищах, на курсах зі зварювання, на підприємствах чи в учбових комбінатах.

Для електрозварювальних установок та зварювальних постів, призначених для постійних електрозварювальних робіт у будовах поза збірно-зварювальними цехами та ділянками, мають бути передбачені спеціальні вентильовані

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщення зі стінами із негорючих матеріалів. У приміщенні для електрозварювальних установок слід передбачити достатні за шириною проходи, які забезпечують зручність та безпеку виконання зварювальних робіт та доставки виробів до місця зварювання та назад, але не менше 0,8 м.

Приєднання зварювальних установок до електричної мережі провадиться тільки через комутаційні апарати. Забороняється безпосереднє живлення зварювальної дуги від силової, освітлювальної та контактної мереж. Схема приєднання декількох джерел зварювального струму під час роботи на одну зварювальну дугу має унеможливити виникнення між виробами та електродом напруги, що перевищує найбільшу напругу холостого ходу одного із джерел зварювального струму.

Пересувні джерела зварювального струму на час їх пересування мають бути відключені від мережі. Електрозварювальну установку на весь час роботи слід заземлити мідним проводом перерізом не менше 6 кв. мм або сталевим прутком (смушкою) перерізом не менше 12 кв. мм. Заземлення здійснюється через спеціальний болт, що має бути на корпусі установки. Крім заземлення основного електрозварювального обладнання у зварювальних установках слід безпосередньо заземлювати той затискач вторинної обмотки зварювального трансформатора, до якого приєднується провідник, що йде до виробу (зворотний дріт). Забороняється використання нульового робочого чи фазного проводу двожильного живильного кабелю для заземлення зварювального трансформатора. Заземлення електрозварювальних установок слід виконувати до їх підключення до мережі і зберігати до відключення від мережі.

Для живлення однофазного зварювального трансформатора слід застосовувати трижильний гнучкий шланговий кабель, третю жилу якого слід приєднати до заземлювального болта корпусу зварювального трансформатора та до заземлювальної шини пункту живлення. Для живлення трифазного трансформатора слід застосовувати чотирижильний кабель, четверта жила якого використовується для заземлення. Заземлювальну шину пункту живлення слід з'єднати з нульовим захисним проводом живильної лінії в установках з глухозаземленою нейтраллю або заземлювачем в установках з ізольованою нейтраллю.

Перед початком електрозварювальних робіт необхідно зовнішнім оглядом перевірити справність ізоляції зварювальних проводів та електродотримачів, а також надійність з'єднання усіх контактів.

Струмопровідні частини електродотримача мають бути ізольовані, крім того, має бути забезпечений захист від випадкового дотику до них рук зварювальника чи виробу, що зварюється. Різниця температур зовнішньої поверхні руків'я і навколо нього повітря на ділянці, що охоплюється рукою зварювальника за номінального режиму роботи електродотримача має бути не більше 40 °С.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання для монтажу та системи освітлення здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ ПБЕ [67, 68] умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у приміщеннях, що будуються, є струмопровідною.

Загальні вимога безпеки до виробничого обладнання встановлені згідно з ГОСТ 12.2.003, в якому визначені вимоги до основних елементів конструкції, органів управління і засобів захисту, які входять в конструкцію виробничого обладнання любого виду і призначення. Електропривід насосів, вентиляторів, іншого обладнання повинний бути виконаний відповідно до Правил устрою електричних установок.

Обов'язкова установка захисного заземлення та захисного відключення. При роботі з електроустаткуванням використовуються основні і додаткові електрозахисні засоби. До основних відносяться: ізолюючі штанги; ізолюючі і струмовимірювальні кліщі; слюсарно-монтажні інструменти з ізолюючим руків'ям. До додаткових відносяться: діелектричні рукавички; переносне заземлення; огороджуючі пристосування; плакати та знаки безпеки.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

6.2.1 Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [69]. Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 6.1. Робота з монтажу системи опалення та її обладнання відноситься до категорії Пб по важкості праці.

Таблиця 6.1 – Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху, X
Холодний	Пб	13-23	75	не більше 0,4
Теплий		15-29	70 при 25 °С	0,2-0,5

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оператора крану передбачається [70]: в холодну пору року – використання калорифера; в літню пору – застосування вентиляторів обдува.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3 [69]. Під час монтажу системи опалення виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК відповідно до [69] наведено в таблиці 6.2.

Для забезпечення допустимих показників мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до ДБН проектом передбачені наступні рішення [70]:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами, які встановлені безпосередньо на ділянках біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;
- необхідно здійснювати контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;
- застосовувати природну вентиляцію: організовану та неорганізовану.

Таблиця 6.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні монтажника

Назва речовини	ГДК, мг/м^3		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

6.2.3 Виробниче освітлення

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [71] розряд зорової роботи V, підрозряд «а». Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 6. 3.

Таблиця 6.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика 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	a	малий	темний	400	200	3,0-	1,8

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

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

6.2.4 Виробничий шум

Під час будівельно-монтажних робіт на будівництві джерелом шуму є будівельне обладнання, машини, механізми та переносний електроінструмент – механічний шум. При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування за гранично допустимим спектром шуму;
- нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра.

За характером спектру шум – широкопasmовий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою – постійний; за походженням – пневматичний. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [72] і наведені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зменшення рівня шуму до допустимого двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

6.2.5 Виробничі вібрації

Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці). Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [73] і наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – 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 устаток і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла

працюючого.

6.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [74, 75]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [76], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [77].

Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів – сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення горіння. Наслідком горіння, залежно від його швидкості та умов протікання, можуть бути пожежа або вибух. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначають показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу), та умов їхнього застосування.

Відтак, адміністративні та побутові приміщення будівельно-монтажної організації за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В з зонами П-Іа, де є тверді горючі речовини чи матеріали.

Адміністративні та побутові приміщення будівельно-монтажної організації розташовані в будівлях IV та V ступенів вогнестійкості. Будівлі IV ступеня – одноповерхові будівлі з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з утеплювачем груп горючості Г3 (середньої горючості), Г4 (підвищеної горючості); будівлі V ступеня – до несучих і огороджувальних конструкцій яких не висовуються вимоги щодо межі вогнестійкості та межі поширення вогню.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 6.6 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 6.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 6.6 (знаменник) [77].

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.6 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
IV, V	10/12	10/15	15/18

Під час реконструкції мосту потрібно встановити 2 пересувних вогнегасника ВП-50 та 18 вогнегасників ВВП-9 (ВП-9) [78].

6.4 Висновок до розділу 6

У розділі «Охорона праці» розглянуто основні заходи та вимоги, які необхідно враховувати для забезпечення безпечних умов праці під час реконструкції мосту. Особливу увагу приділено аналізу потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких — падіння з висоти, ураження електричним струмом, дія пилу, шуму та несприятливих метеорологічних умов. Згідно з чинним законодавством України, зокрема Законом України «Про охорону праці», організація робіт має здійснюватися з урахуванням усіх нормативно-технічних вимог щодо безпеки працівників.

Для мінімізації ризиків передбачено комплекс організаційно-технічних заходів: забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, влаштування тимчасових захисних огорож, встановлення знаків безпеки, а також дотримання вимог електробезпеки та пожежної безпеки. Особливо важливо забезпечити відповідний мікроклімат і санітарно-гігієнічні умови праці, що сприятимуть збереженню здоров'я та працездатності персоналу. Таким чином, дотримання вимог охорони праці є запорукою ефективного і безпечного виконання робіт на об'єкті.

Висновки

У межах дипломного кваліфікаційного проєкту на тему: «Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин» було виконано повний комплекс проектних заходів, спрямованих на відновлення технічного стану споруди, підвищення її надійності, вантажопідйомності та безпеки.

Результати обстеження виявили суттєві дефекти та пошкодження елементів мосту: тріщини в ригелях та балках, руйнування захисного шару бетону, корозію арматури, пошкодження підферменників та деформаційних швів, а також зношеність тротуарної частини. Крім того, виявлено, що окремі конструктивні елементи не здатні сприймати сучасні нормативні навантаження, а отже — перебувають у непрацездатному стані.

На основі результатів обстеження виконано перевірочні розрахунки прогонової будови, ригелів та підферменників, зокрема визначено напруження й коефіцієнти використання перерізів.

Розроблено технічне рішення щодо влаштування монолітної накладної плити, яка забезпечує просторову жорсткість конструкції, а також підсилення ригелів опор шляхом їх обоймування самоущільнюючим бетоном класу В35. Передбачено заміну підферменників та пошкоджених опорних частин із встановленням сучасних еластомерних опор відповідно до стандартів.

Також виконано проєктування нових конструкцій тротуарів, деформаційних швів, бар'єрного та перильного огородження згідно з вимогами чинних нормативів. Передбачено заходи з організації ефективного водовідведення з проїзної частини та тротуарів мосту.

Отже, реалізація запропонованого проєкту реконструкції мосту через річку Сіб дозволить не лише відновити його технічні характеристики, а й підвищити рівень безпеки дорожнього руху, покращити транспортну доступність регіону та забезпечити сталу експлуатацію споруди в умовах зростаючих навантажень і сучасних викликів.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015.
2. 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.
3. 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.
4. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019- 03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіон України, 2018. 137 с.
5. Прокат гарячекатаний з арматурної сталі для залізобетонних конструкцій. Технічні умови: ДСТУ 9130:2021. – [Чинний від 2022-04-01]. – К.: Мінрегіон України, 2021. – (Державні стандарти України)
6. ДСТУ EN 1337-1:2022 Опорні частини будівельних конструкцій. Частина 1. Загальні правила проектування (EN 1337-1:2000, IDT)
7. ДСТУ-Н Б В.2.7-299:2013 Настанова щодо визначення складу важкого бетону [Чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2014.
8. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
9. М 218-02071010-605:2006 Методика розрахунку підсилення мостових залізобетонних балок додатковим зовнішнім армуванням з застосуванням металевих і композитних підсилюючих елементів
10. ДСТУ Б В.2.3-12-2004. Споруди транспорту. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови. [Чинний від 2005-01-01]. Вид. офіц. К.: Держбуд України, 2004.
11. ДСТУ 3587:2022. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану. [Чинний від 2023-08-01]. Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023.
12. ДСТУ Б В.2.6-145:2010. Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 31384-2008, NEQ). [Чинний від 2011-09-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
13. ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013. Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії. [Чинний від 2014-07-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2014
14. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2014.
15. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1. [Чинний від 2019-04-01, Зміна № 1 чинна від 2021-09-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2018.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 16.ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи. Введ. з 2010-03-01 на заміну ДБН В.2.3-14:2006. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
- 17.Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: ДБН В.1.2-14-2018 [Чинний від 2019-01-01]. – К., Мінрегіон України, 2018.– (Національні стандарти України).
- 18.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). К.: Мінбуд України, 2006.
- 19.ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування. Введ. з 11.11.2009. на заміну ДБН В.2.3-14:2006 (у частині гл. 1). К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
- 20.Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В 1.1-12:2014 [Чинний від 2014-10-01]. - К.; Мінрегіон України, 2014. - (Національні стандарти України).
21. "ДБН В.1.2-15:2019. Енергоефективність будівель. Основні положення"
- 22.Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [Чинний від 2011-06-01]. - К: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національні стандарти України).
- 23.Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009 [Чинний від 2011-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с. – (Національні стандарти України).
24. "ДБН В.2.0-14:2006. Енергозбереження. Будинки і споруди. Норми проектування"[Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. К.: Мінбуд України, 2006.
25. ДСТУ Б В.2.3-28:2011. Мости та труби. Проектування. [Чинний від 2012-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
26. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна № 1. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіон України, 2011. – (Державні будівельні норми України).
27. Грунти. Методи польових випробувань: ДСТУ Б.В.2.1-2-96. – [Чинний від 1997-01-01]. – К.: Держбуд України, 1996. – 28 с. – (Державні стандарти України).
28. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до курсового та дипломного проектування з основ та фундаментів для студентів спеціальності "Промислове та цивільне будівництво" Частина 1. Фундаменти мілкового закладання [Електронний ресурс] / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Повович
29. Маєвська І. В. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з «Основ та фундаментів будівель і споруд» для студентів спеціальності "Промислове та цивільне будівництво" Частина 3. Фундаменти на просадкових ґрунтах [Електронний ресурс] / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, М. М. Повович Режим доступу до ресурсу: <https://iq.vntu.edu.ua/method/getfile.php?fname=2720.pdf&cardid=65447&id=2720>
30. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з основ та фундаментів для студентів спеціальності "Промислове та цивільне будівництво" Частина 2. Пальові фундаменти [Електронний ресурс] / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Повович, Н. В. Блащук Режим доступу до ресурсу: <https://iq.vntu.edu.ua/fm/fdb/641/MVpaly.pdf>

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

31. ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення Основи та фундаменти будинків і споруд ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ СПОРУД Основні положення проектування ДБН В.2.1-10-2009 [Електронний ресурс] до ресурсу:Режим доступу content/uploads/2022/03/dbn V.2.1-10- 2009.pdf
32. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – (Державні будівельні норми України).
33. Захист і ремонт бетонних конструкцій. Визначення, вимоги, контроль якості та оцінка відповідності. Частина 2: Системи захисту поверхні бетону: EN 1504-2:2004. – [Чинний]. – Брюссель: Європейський комітет зі стандартизації (CEN), 2004. – (Європейські стандарти).
34. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій. UPL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=63372
35. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів і труб: ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2016. – (Національний стандарт України).
36. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій: ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2015. – (Національний стандарт України).
37. Захист будівельних конструкцій, будівель і споруд від корозії. Загальні положення: ДСТУ Б В.2.6-168:2011. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2011. – (Національний стандарт України).
38. Захист будівельних конструкцій, будівель і споруд від корозії. Проектування: ДСТУ Б В.2.6-169:2011. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2011. – (Національний стандарт України).
39. Будівельні матеріали. Методи випробування бетонів. Визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В.2.7-96-2000. – [Чинний від 2001-01-01]. – К.: Держбуд України, 2000. – (Національний стандарт України).
40. Підготовка сталевих основ перед нанесенням фарб і пов'язаних продуктів. Візуальна оцінка чистоти поверхні. Частина 1: Ступені іржавіння та ступені підготовки нефарбованих сталевих поверхонь і поверхонь після зняття покриттів: ISO 8501-1:2007. – [Чинний від 2007-07-15]. – Женева: (Міжнародний стандарт).
41. ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Суміші бетонні. Технічні умови. UPL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=4671
42. Будівельні матеріали. Методи випробування бетонів. Визначення морозостійкості: ДСТУ Б В.2.7-176. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – (Національний стандарт України).
43. Будівельні матеріали. Методи випробування бетонів. Визначення водонепроникності: ДСТУ Б В.2.7-114. – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012. – (Національний стандарт України).
44. Земляні роботи. Основні положення: ДБН В.1.3-2:2010. – [Чинний від 2011-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2010. – (Державні будівельні норми України).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

45. ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів і труб. UPL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage?id_doc=64101
46. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2016. – (Державні будівельні норми України).
47. Настанова з будівництва. Визначення та усунення дефектів будівель і споруд: ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014. – [Чинний від 2015-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – (Національний стандарт України).
48. Будівельна термінологія: ДСТУ Б А.1.1-97:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2008. – (Національний стандарт України).
49. Покриття будівель і споруд. Загальні вимоги: ДБН В.2.3-22:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – (Державні будівельні норми України).
50. Споруди транспорту. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.3-12-2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Мінтрансв'язку України, 2004. – (Національний стандарт України).
51. Стандарт України. СОУ 45.2-00018112-006:2006. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Орган з стандартизації України, 2006. – (Стандарт України).
52. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010. – [Чинний від 2011-01-01]. – К.: Мінтрансв'язку України, 2010.
53. Споруди транспорту. Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу: ДСТУ Б В.2.3-12-2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Мінтрансв'язку України, 2004. – (Національний стандарт України).
54. Бетони важкі. Технічні умови: ДСТУ 3587-97. – [Чинний від 1998-01-01]. – К.: Держбуд України, 1997. – (Національний стандарт України)
55. Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.3-11-2004. – [Чинний від 2005-01-01]. – К.: Мінтрансв'язку України, 2004. – (Національний стандарт України).
56. Настанова з організації будівельного виробництва: ДСТУ Б А.3.1-22:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – (Національний стандарт України).
57. Охорона праці і промислова безпека у будівництві: ДБН А.3.2.2-2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – (Державні будівельні норми України).
58. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2009. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – (Державні будівельні норми України).
59. Положення про авторський нагляд за будівництвом будинків та споруд: ДБН А.2.2-4:2003. – [Чинний від 2004-01-01]. – К.: Мінбуд України, 2003. – (Державні будівельні норми України).
60. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів і труб: ДСТУ Н Б В.2.3-34:2014. – [Чинний від 2015-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – (Національний стандарт України).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

61. Настанова з ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування: ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – (Національний стандарт України).
62. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019- 03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіон України, 2018. 137 с.
63. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. UPL: https://dnaop.com/html/61008/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91_%D0%90.3.2-15_2011
64. 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.
65. 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].
66. 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.
67. 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.
68. 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>.
69. 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>.
70. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
71. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
72. 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>.
73. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2021-01-22]. Вид. офіц. К. : МВС України, 2014. 47 с.
74. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с.
75. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 75 с.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

76. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 31 с.
77. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 35 с.
78. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Наказ МВС № 765 від 28.10.2020. [Чинний від 2021-01-26]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.
79. Popov VOLODYMYR, Voitsehivskiy OLEXANDR The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover system. Concrete structures for resilient society. Proceeding of the FIB Symposium 2020, 22-24 November, China, Shanghai. Chapter 12. P. 1258 – 1264.
80. Попов В.О. Загальні тенденції реконструкції балочних мостових споруд Вінницької області [Електронний ресурс] / В.О. Попов // Тези доповіді на Міжнародній науково-технічній конференції: «Інноваційні технології в будівництві-2022» (м. Вінниця, 23-25.11.2022) – Електрон. текст. дані. – 2022. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16717>
81. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування [На заміну ДБН В.2.3-14:2006]. [Чинний від 2009-11-11] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. (Національні стандарти України).
82. ДБН В.1.2-15:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи - (Чинні від 2010-03-01).- К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 66 с.- (Державні будівельні норми України).
83. ДБН В.2.3-26:2010. Мости та труби. Сталеві конструкції. Правила проектування [На заміну ДБН В.2.3-14:2006, гл. 6] / [Чинний від 2011-10-01] – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. (Національні стандарти України).
84. Попов В.О. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови / В.О. Попов, І.В. Маєвська, А.В. Попова, М.Я. Жиловський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2021-2. С. 5 – 15. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/35576>.
85. ДСТУ 9181:2022. Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. [Чинний від 01.01.2023]. [На заміну ДСТУ-Н Б.В.2.3-23:2012]. К., ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 28 с. (Національний стандарт України).
86. ДБН В.2.3-14:2006 Мости та труби. Правила проектування. [На заміну СНиП 2.05.03-84]/ [чинний від 2006-05-06]. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 217 с. – (Національні стандарти України).
87. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво із змінами. [Чинний від 01.04.2016]. К. Мінрегіонбуд України, 2015. – 91 с. – (Державні будівельні норми України).

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

88. Попов В. О. Залізобетонні асиметричні балочні мости / В.О. Попов, Г.М. Лазар // [Електронний ресурс] Тези доповіді на ЛІІ науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023) ВНТУ : Збірник доповідей, Вінниця, 14-23 березня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. С. 1382 – 1385. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp/2023/paper/view/17703/14732>

89. Попов В.О. і Войцехівський О.В. Раціональний метод розширення габариту вузьких сталезалізобетонних мостів з неповним перекриттям руху [Електронний ресурс] / В.О. Попов, О.В. Войцехівський // Тези доповіді на міжнародній конференції «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике Будівництво». Київ, 24-25.11.2022. – Електрон. текст. дані. – 2022. С. 166 – 171. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1-kUn6INFk-1P8u0dhA5sKsMBvoHZ6WSv/view>

90. Попов В.О., Войцехівський О.В., Стінський О.В. Порівняння ефективності методів реконструкції сталезалізобетонних однопролітних мостів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2023-1. С. 20 – 28. Режим доступу: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/794>.

91. Попов В.О. Залізобетонні накладні монолітні конструкції підсилення тротуарної частини балочних мостів [Електронний ресурс] / В.О. Попов, С.В. Дикий, А.В. Клімишина // Тези доповіді на Міжнародній науково-технічній конференції: «Інноваційні технології в будівництві-2024» (м. Вінниця, 20-22.11.2022) – Електрон. текст. дані. – 2024. С. 21 – 25. Режим доступу: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/869>

92. Попов В. О. Підвищення міцності вузлових з'єднань елементів мостових споруд [Електронний ресурс] / В. О. Попов, А. С. Кисляк // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України–2023», Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/view/19354>.

					08-11. БКП.013.00.000.ПЗ	116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Додаток А

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370
автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин

Тип роботи: Бакалаврська кваліфікаційна робота
(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)

Підрозділ БМГА, ФБЦЕІ, гр. Б-216
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі
системою StrikePlagiarism 21,86 %

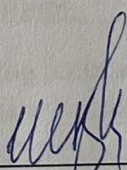
Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- ☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- ☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

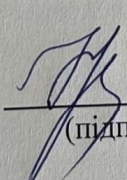
Експертна комісія:

Швець В.В., завідувач кафедри БМГА
(прізвище, ініціали, посада)

Маєвська І.В., доцент кафедри БМГА
(прізвище, ініціали, посада)

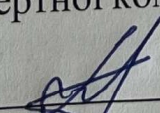

(підпис)

(підпис)

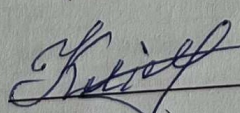
Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Блащук Н.В.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник 
(підпис)

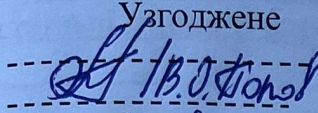
Попов В.О., доцент кафедри БМГА
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач 
(підпис)

Клімишина А.В.
(прізвище, ініціали)

Додаток Б

Завдання на проектування

Узгоджене

"10" серпня 2025 р.



ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ

«Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин»

(найменування, коротка характеристика об'єкта, адреса)

1. Підстава для проектування Завдання видане кафедрою БМГА

(наказ міністерства, рішення виконкому)

2. Вид будівництва реконструкція

(нове будівництво, реконструкція, розширення)

3. Дані про замовника кафедра БМГА ВНТУ

(повне найменування, адреса)

4. Дані про проектувальника Клімишина Аліна Віталіївна

(повне найменування, адреса)

5. Дані про підрядника -

(повне найменування і адреса)

6. Стадійність проектування II

7. Вихідні дані, що прикладаються до завдання на проектування Обмірні креслення існуючої споруди до реконструкції, дані про технічний стан мосту, дані про об'єкт та його розташування, дані інженерно-геологічних вишукувань, топозйомка території

(дані інженерних вишукувань і т. п.)

8. Місце будівництва, вихідні дані про особливі умови будівництва (сейсмічність, тип ґрунтових умов за просадковістю, підроблювані і підтоплювані території тощо) Місто Гайсин, міст через річку Сіб, територія підтоплювальна (русло річки)

9. Призначення і тип будівлі Багатопролітна мостова споруда призначена для руху через річку Сіб. Вантажопідйомність: А-11 та НК-80 (проектна)
(розрахункова потужність, місткість, кількість місць, людей або пропускна спроможність, склад і площі приміщень, робоча площа, будівельний об'єм будівлі)

10. Основні архітектурно-планувальні і містобудівні вимоги Забезпечити архітектурно-планувальні вимоги сучасних норм для безпечного руху транспорту (дві смуги руху) і пішоходів (два тротуари), забезпечити захист пішоходів (перильне огороження) та автомобілів (бар'єрне огороження), забезпечити освітлення мосту в темну пору доби, забезпечити габарити споруди у існуючих габаритах мосту

11. Основні вимоги до інженерного і технологічного обладнання, конструктивне рішення, матеріал несучих і огорожувальних конструкцій, оздоблення будівлі або споруди Мостова споруда має 6 прольотів, кожен із них по 21 м. Матеріал несучих конструкцій – збірно-монолітний залізобетон і Т-подібні балки, накладна монолітна плита. Запроектувати бар'єрне та перильне огороження. Збільшити ширину тротуарів та відновлене тротуарне покриття, влаштоване нове покриття мостового полотна, водовідвід – організований із сепаруванням, передбачити дорожню розмітку, улаштування знаків, електроосвітлення.

12. Черговість проектування та будівництва у одну чергу _____

13. Вказівки про необхідність: _____

розроблення окремих проектних рішень в декількох варіантах і на конкурсних засадах передбачити варіантне проектування підсилення фундаментів у випадку недостатньої міцності існуючих

попередніх погоджень проектних рішень із зацікавленими відомствами і організаціями не погоджувати (учбовий проект)

виконання демонстраційних матеріалів, макетів і креслеників інтер'єрів, їх склад та форма передбачено розроблення креслень, стадія «П» за кількістю та наповненням відповідно до вимог, що ставляться до БКП

виконання науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт в процесі проектування і будівництва не передбачено

технічного захисту інформації _____

14. Вимоги до благоустрою майданчика Вимог щодо озеленення території не передбачено, але після завершення комплексу буд. робіт передбачено проведення комплексу робіт із відновлення території об'єкту та рекультивації земель, відновлення та укріплення русла річки поблизу об'єкта проектування.

15. Вимоги до інженерного захисту територій і споруд Не передбачено, але з метою зміцнення конструкцій, підвищення рівня безпеки виконання робіт і мінімізації негативного впливу на довкілля, у проєкті закладено низку технічно обґрунтованих рішень з екологічним спрямуванням.

16. Основні вимоги щодо інвестиційних намірів _____

17. Вимоги щодо розроблення розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище» За вимогами норм

18. Вимоги до режиму безпеки та охорони праці За вимогами норм

19. Заходи з цивільної оборони За вимогами норм

Завдання складене
“ ____ ” _____ 2025р.

Додаток В

Таблиця В.1 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Вид ґрунту	γ_{II}	γ_s	W	W_L	W_P	γ_d	γ_{36}	I_P	I_L	e	S_R	φ°	c	ν	E	R_0
Насипний ґрунт, 2м пластичний	15,4	-	0,13	-	-	19,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Супісь, 3м пластичний	19	26,6	0,20	0,22	0,15	15,8	9,880	0,07	0,71	0,68	0,78	23	12,4	0,30	14,2	223,5
Пісок пилюватий 3,5м	6,2	26,5	0,19	-	-	5,2	3,235	-	-	4,10	0,12	27	3	0,28	10,45	300
Глина, необмеж. тугоплавка	19,2	26,7	0,22	0,34	0,16	15,73	9,881	0,18	0,3	0,69	0,85	17,6	54,2	0,40	20,1	365,5
Рівень ґрунтових вод – 2,7м																

Таблиця В.2 – Розрахунок осідання фундаменту мілкового закладання.

Z	2Z/by	α	σ_{zp}	σ_{zg}	2Z/bk	α_k	σ_{zy}	$\sigma_{zp}(cp)$	$\sigma_{zy}(cp)$	E	h	S
0	0	1	282,72	40,3	0	1	40,3				0	
0,2	0,1	0,9995729	282,6	44,1	0,05	0,9999	40,30	282,66	40,299	14200	0,2	0,0027
0,8	0,4	0,9767872	276,16	59,3	0,2	0,9965	40,16	279,38	40,228	14200	0,8	0,0108
1,6	0,8	0,8773745	248,05	74,5	0,4	0,9752	39,30	262,1	39,73	14200	0,8	0,0100
2,3	1,15	0,7614584	215,28	87,8	0,575	0,9372	37,77	231,67	38,535	14200	0,7	0,0076
3,1	1,55	0,6356848	179,72	100,8	0,775	0,876	35,30	197,5	36,536	10450	0,8	0,0099
3,9	1,95	0,5296241	149,74	113,7	0,975	0,8044	32,42	164,73	33,86	10450	0,8	0,0080
4,7	2,35	0,4433141	125,33	126,7	1,175	0,7301	29,42	137,53	30,92	10450	0,8	0,0065
5,5	2,75	0,3735961	105,62	139,6	1,375	0,6581	26,52	115,48	27,972	10450	0,8	0,0054
5,8	2,9	0,351047	99,248	144,5	1,45	0,6323	25,48	102,44	26	10450	0,3	0,0018
6,6	3,3	0,2989065	84,507	159,9	1,65	0,5675	22,87	91,877	24,174	20100	0,8	0,0022
7,4	3,7	0,2564489	72,503	175,22	1,85	0,5089	20,5106	78,505	21,69	20100	0,8	0,0018
8,2	4,1	0,2216612	62,668	190,58	2,05	0,4568	18,4082	67,586	19,459	20100	0,8	0,0015
9	4,5	0,1929646	54,555	205,94	2,25	0,4106	16,547	58,612	17,478	20100	0,8	0,0013
9,8	4,9	0,169126	47,815	221,3	2,45	0,3699	14,906	51,185	15,727	20100	0,8	0,0011
10,6	5,3	0,1491824	42,177	236,66	2,65	0,334	13,4616	44,996	14,184	20100	0,8	0,0010

$\sum 0,0716$

Таблиця В.3 – Розрахунок осідання пальового фундаменту

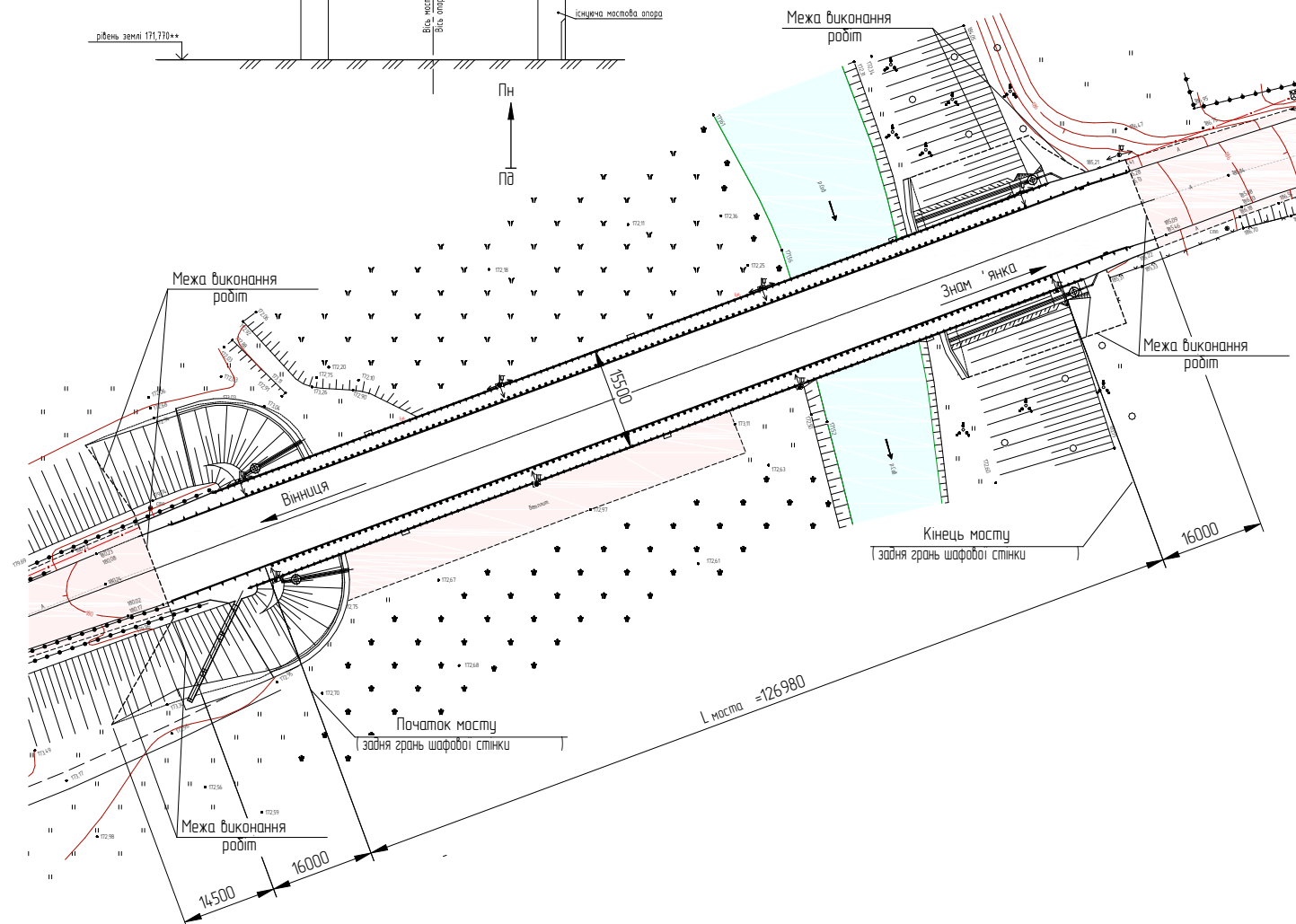
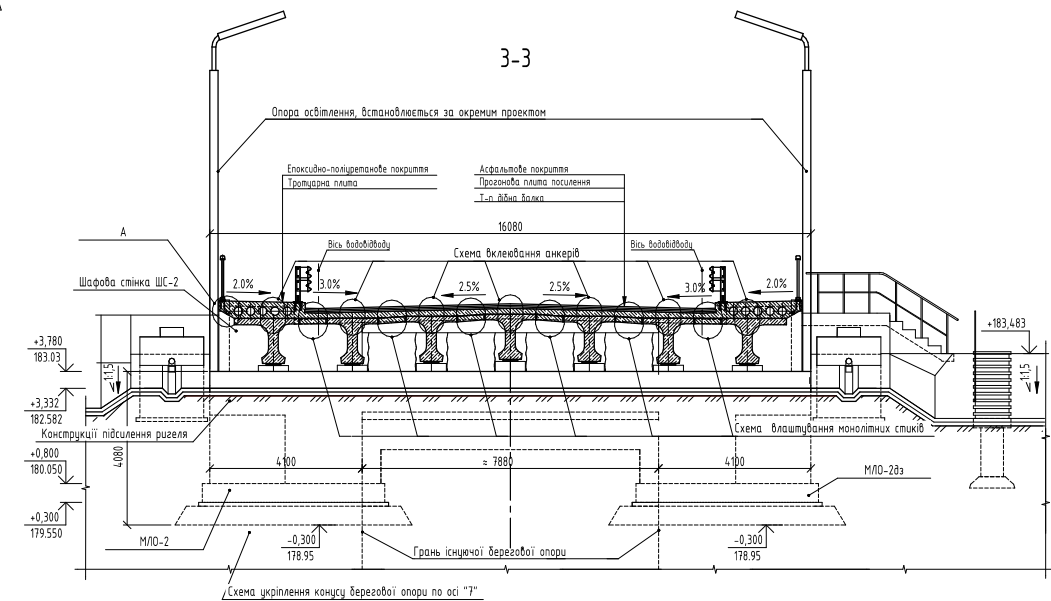
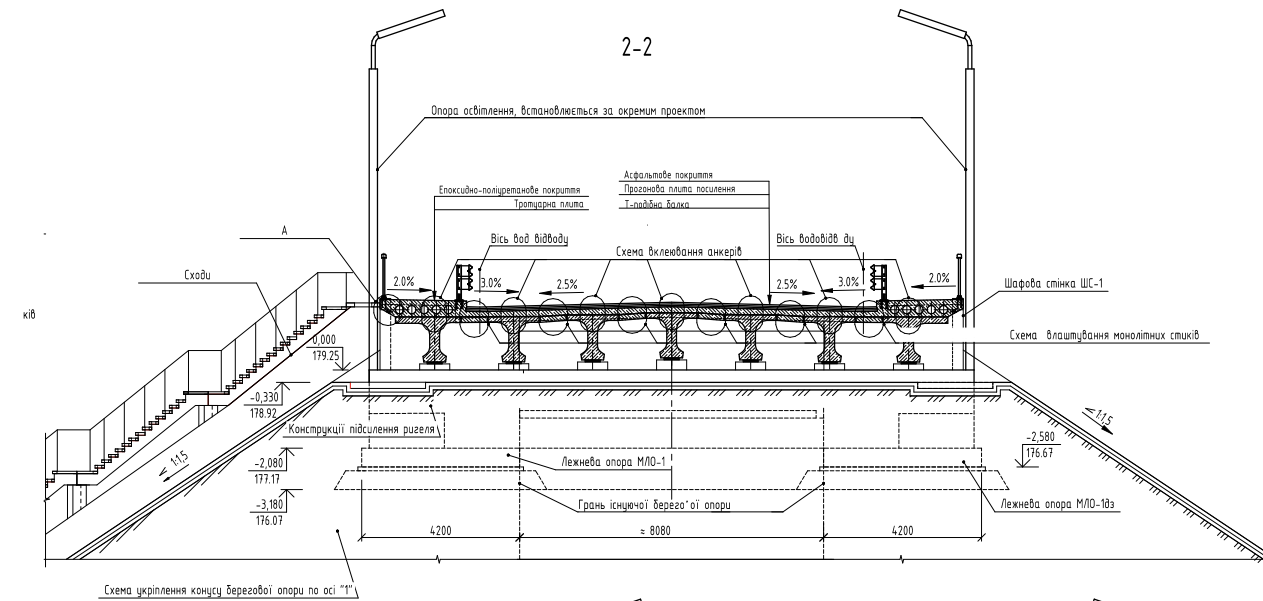
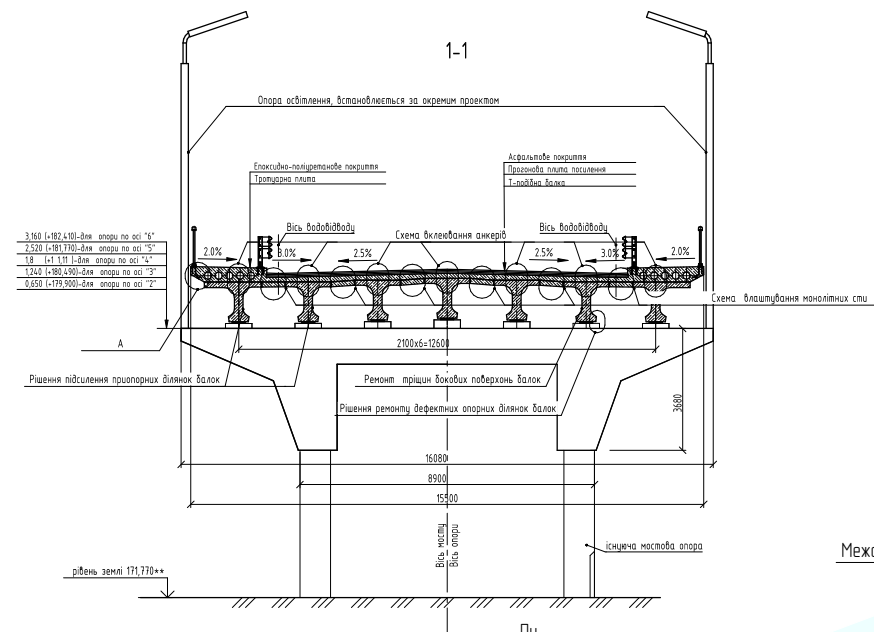
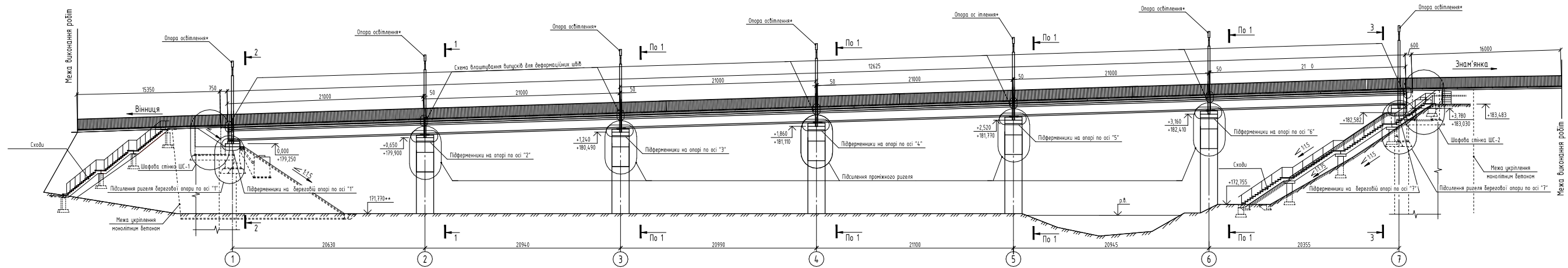
Z	2Z/by	α	σ_{zp}	2Z/bk	αk	σ_{zy}	$\sigma_{zp}(cp)$	$\sigma_{zy}(cp)$	E	h	S	$(\sigma_{zg}-\sigma_{zu})$
0	0	1	242,14	0	1	9,24				0		9,24
0,83	0,3991	0,9769	236,54	0,207	0,9961	9,2039	239,34	9,222	20100	0,83	0,0076	25,176
1,66	0,7983	0,8776	212,5	0,415	0,9727	8,9875	224,52	9,0957	20100	0,83	0,0071	41,112
2,49	1,1974	0,7449	180,36	0,6225	0,9241	8,5386	196,43	8,763	20100	0,83	0,0062	57,048
3,32	1,5965	0,6207	150,29	0,83	0,857	7,9185	165,33	8,2286	20100	0,83	0,0052	72,984
4,15	1,9957	0,5166	125,09	1,0375	0,7812	7,2181	137,69	7,5683	20100	0,83	0,0043	88,92
4,98	2,3948	0,4321	104,62	1,245	0,7044	6,5091	114,86	6,8636	20100	0,83	0,0036	104,856
5,81	2,7939	0,3638	88,1	1,4525	0,6314	5,8343	96,36	6,1717	20100	0,83	0,0030	120,792
6,64	3,1931	0,3087	74,753	1,66	0,5644	5,2148	81,427	5,5246	20100	0,83	0,0025	136,721
7,47	3,5922	0,264	63,921	1,8675	0,5041	4,6582	69,337	4,9365	20100	0,83	0,0021	152,65
8,3	3,9913	0,2275	55,077	2,075	0,4507	4,1644	59,499	4,4113	20100	0,83	0,0018	168,593
9,96	4,7896	0,1726	41,791	2,49	0,3623	3,348	48,434	3,7562	20100	0,83	0,0015	184,529
10,79	5,1887	0,1519	36,773	2,6975	0,3262	3,0139	39,282	3,1809	20100	0,83	0,0012	200,465

$$\sum S_i = 0,0461$$

Додаток Г

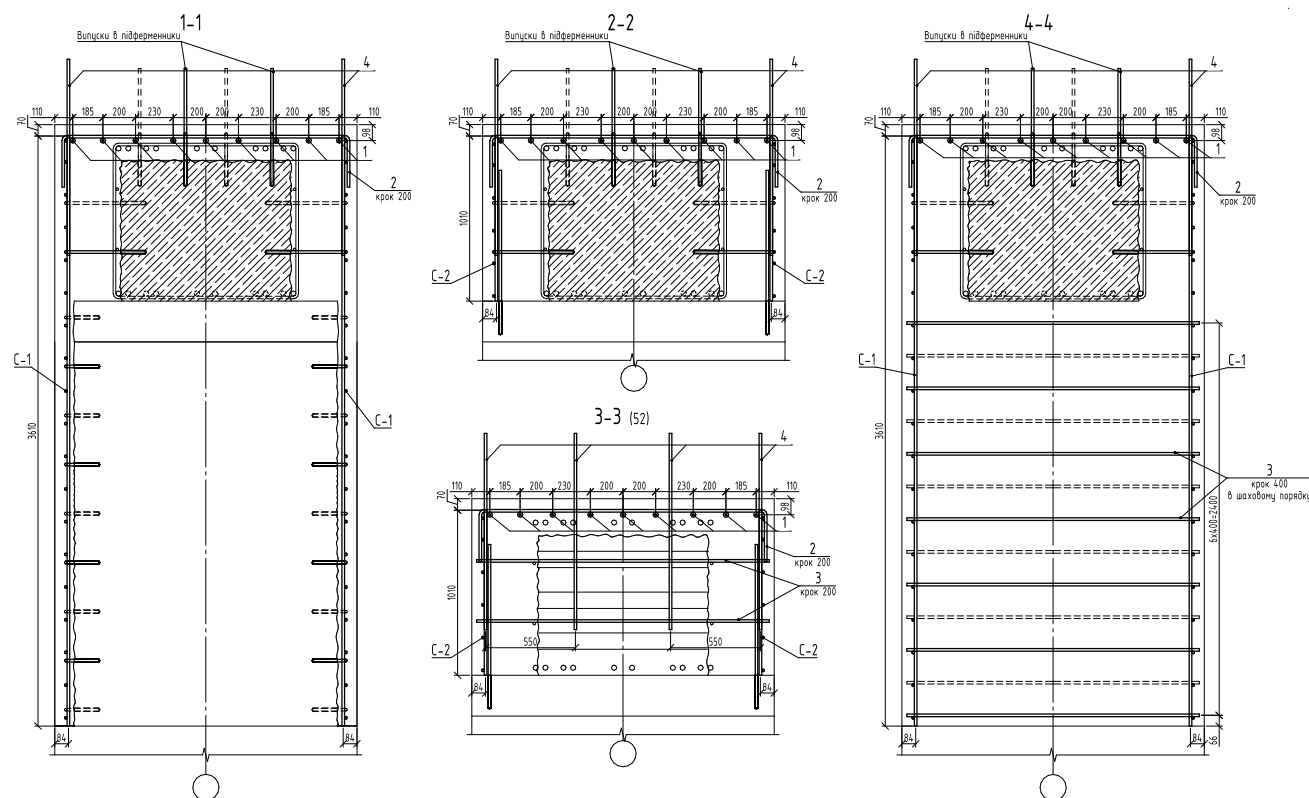
Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Фасад в осях «1»-«7», розріз 1-1, розріз 2-2, розріз 3-3, Генплан
Лист №2	Схема підсилення проміжного ригеля (Опалубочне креслення, армування), Сітка С-1, розрізи 1-1...6-6
Лист №3	Принципові рішення із влаштування підферменників на опорі по осі «3». Опалубка. Вид згори. Вид А, Розріз 1-1, Вузол влаштування підферменників на опорі по осі «3»
Лист №4	Зображення розміщення трьох варіантів фундаментів у ґрунті, геологічний розріз ґрунтової товщі, епюри тиску від власної ваги ґрунту і тиску під подошвою фундаменту, розрахункова схема для визначення осідання пальового фундаменту, розміщення забивних паль у кущі, схема розташування забивних паль
Лист №5	Схема влаштування опалубки та риштування для ремонту опор(1,2), схема бетонування проміжного ригеля, схема демонтажу-монтажу прогонових балок 7 6 5, розріз 1-1
Лист №6	Будгенплан, календарний графік, схема руху робітників

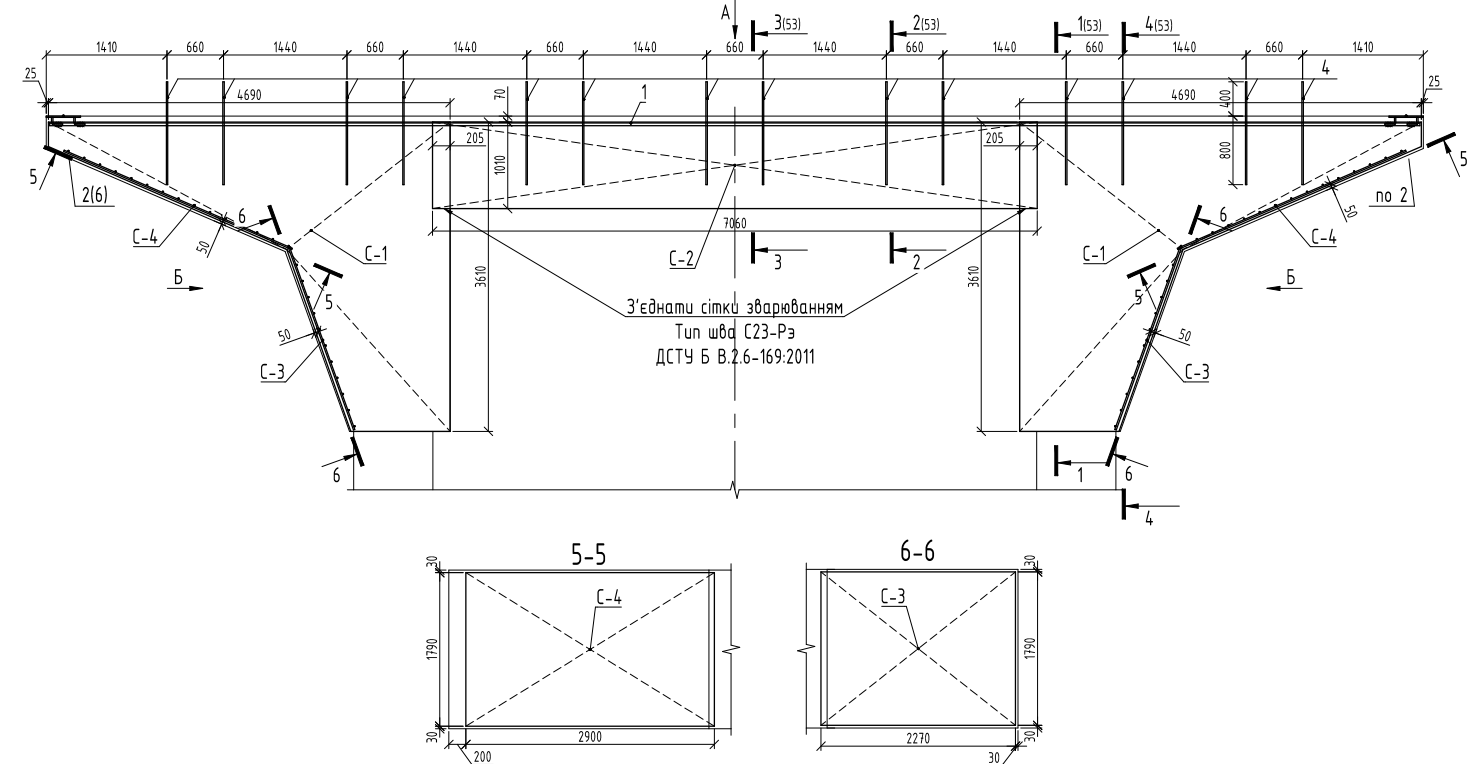


						08-11. БКП.013 АР			
						м. Гаїсин			
Зм.	Кіл.	Арк.	№документації	Підпис	Дата	“Реконструкція мосту через річку Сід на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гаїсин”	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробила		Клімишина А.В.					П	1	6
Перевіри́в		Попов В.О.							
Н.Контр.		Маєвська І.В.							
Керівник		Попов В.О.							
Рецензент						Фасад в осях “1” – “7” Розріз 1-1, розріз 2-2, розріз 3-3 Генеральний план	ВНТУ, зр. Б-21б		
Затвердив		Швець В.В.							

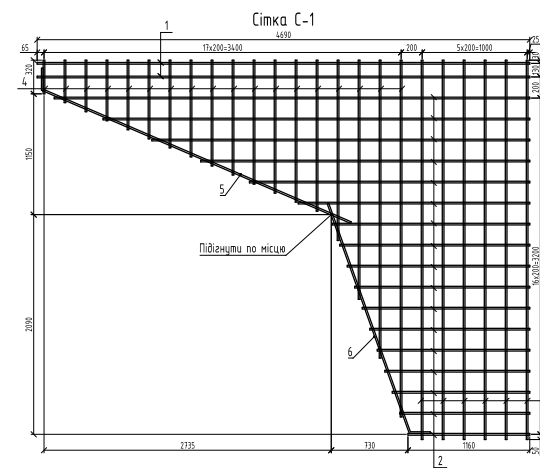
Схема підсилення проміжного різеля. Упалубочне креслення



Виробство цементу, кг									
Марка елемента	Вироби арматури				Вироби залізної				
	Арматура класу		Всього, кг	Арматура класу		Прокат марки		Всього, кг	
	A-III (марка 25Г2С)			A-III (марка 25Г2С)		С235			
	ГОСТ 5781-82			ГОСТ 5781-82		ДСТУ 8540:2015			
	Ø16	Ø32		Всього	Ø16	Всього	-16		Всього
Підсилення 1 руляга	2151.54	908.64	3060.18	3060.18	9.60	9.60	100.48	100.48	110.08
Всього (5 шт.)	10757.70	4542.20	15300.90	15300.90	48.00	48.00	502.40	502.40	550.40



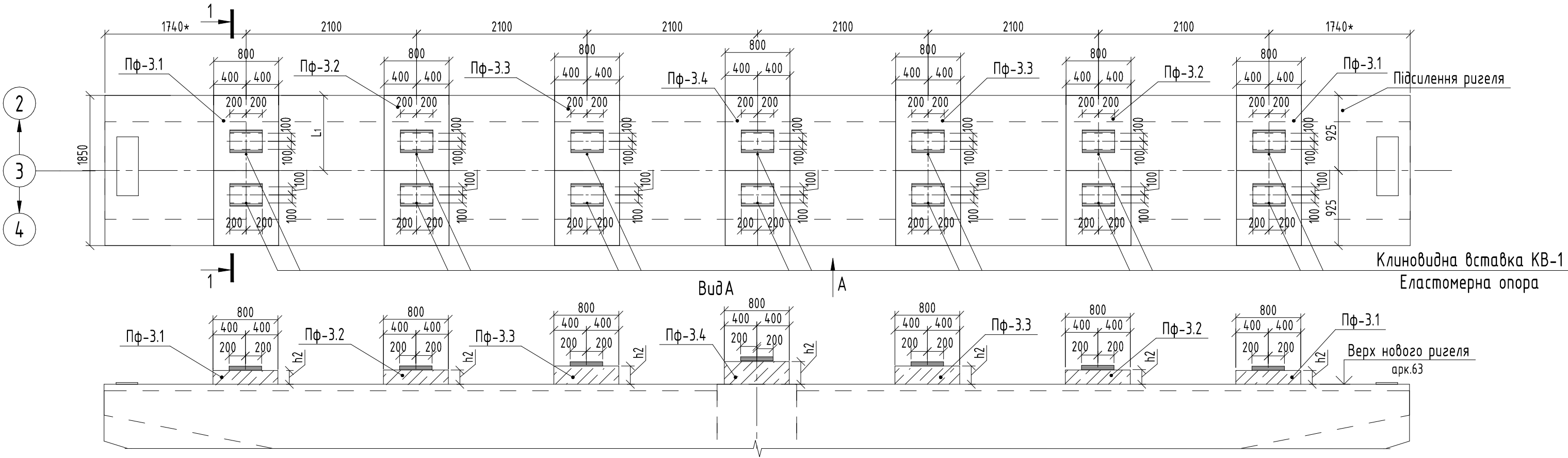
Марка	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітки
		Складальні одиниці			
C-1		Сітка C-1	4	187,52	750,08
C-2		Сітка C-2	2	121,30	242,60
C-3		Сітка C-3	2	66,27	132,54
C-4		Сітка C-4	2	83,67	167,34
ЗД-1	Цей арк.	Закладна деталь ЗД-1	2	55,04	110,08
		Деталі			
1	ГОСТ 5781-82	Ø32 А-III, l=144 мм.	-	6,31	908,64
2*	ГОСТ 5781-82	Ø16 А-III, l=2362 мм	80	3,73	298,40
3	ГОСТ 5781-82	Ø16 А-III, l=1790 мм	86	2,83	243,38
4	ГОСТ 5781-82	Ø16 А-III, l=1200 мм	32	1,90	60,80
		Матеріали			
		Бетон В35 (С30/35), W8, F200 на м'якодисперсному заповненні, самонапливний			32,3 м³
		Sikagard-580 S Betoncolor	40,7 кг		101,7 м
		Sikagard -702 W Aquaphob	2,1 кг		101,7 м
		Sika MonoTop -723 N	143,9 кг		71,95 м
		Sika MonoTop-910N (антикорозійний захист арматури)	336,34 кг		168,17 м
		Sika MonoTop 452			0,524 м



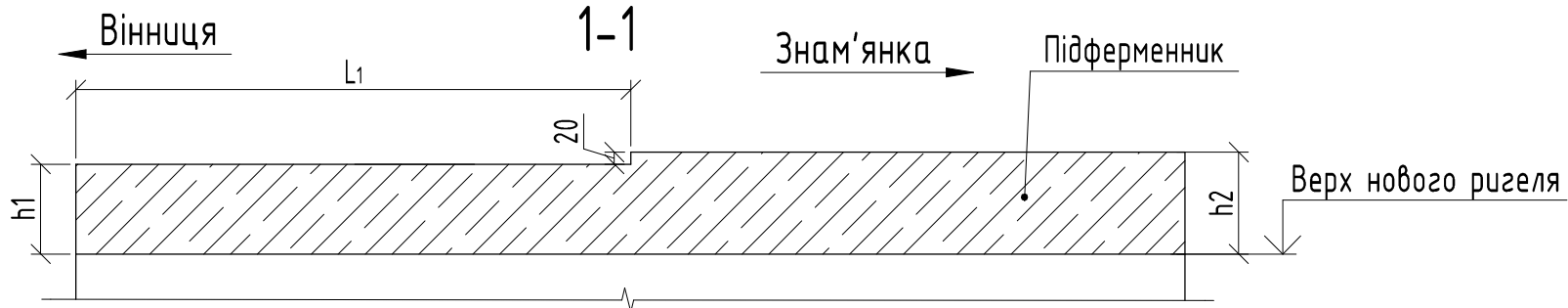
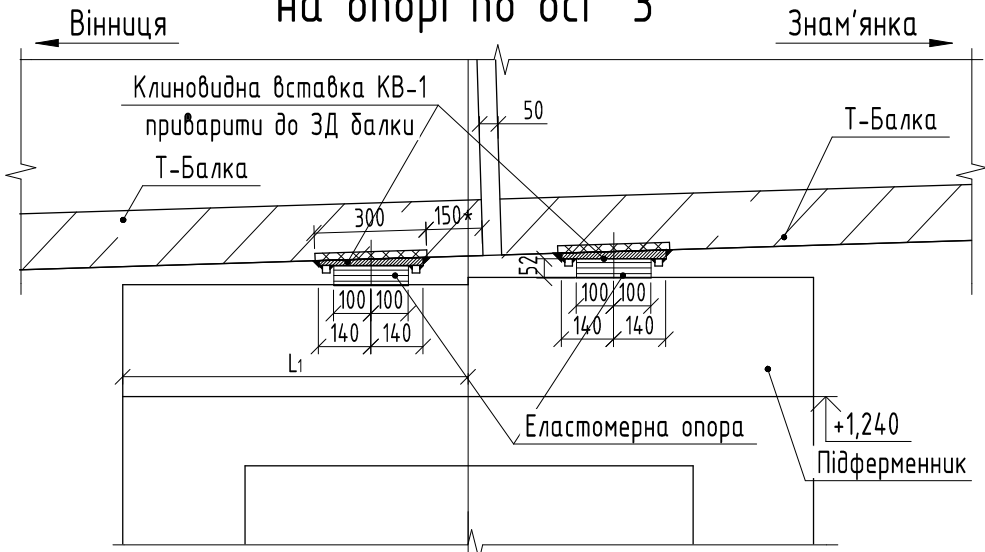
Поз.	Поз. дем.	Наименование	Кол-во	Масса дем. кг	Масса упаковки, кг
C-1	1	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L14690 мм	2	7.41	187.52
	2	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L1110 ± 0.535 мм	17	183.715	
	3	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L1310 мм	6	5.70	
	4	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L1200 ± 395 мм	18	571.536	
	5	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L13390 мм	1	5.36	
	6	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L12520 мм	1	3.88	
C-2	7	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L17060 мм	6	11.15	121.30
	8	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L11010 мм	34	1.0	
	9	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L17190 мм	12	2.83	
C-3	10	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L12270 мм	9	3.59	66.27
	9	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L11790 мм	15	2.83	
C-4	11	Ø16 А-III, ГОСТ 5781-82, L12900 мм	9	4.58	83.67

						08-11. БКП.013-КБ			
						м. Гайсин			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата				
Розробила	Клімишина А.В.					"Реконструкція мосту через річку Сід на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин"	Стадія	Аркуш	Аркуші
Перевірив	Попов В.О.						П	2	6
Н.Контр.	Маєвська І.В.					Схема підсилення проміжного роз'їзду. (Опалубочне креслення. Армвання) Сітка С-1. Розрізи 1-1.6-6	ВНТУ, зр. Б-21б		
Керівник	Попов В.О.								
Рецензент									
Замовив	Швець В.В.								

Принципові рішення з влаштування підферменників на опорі по осі "З". Опалубка. Вид згори.



Вузол влаштування підферменників на опорі по осі "З"



Розміри підферменників

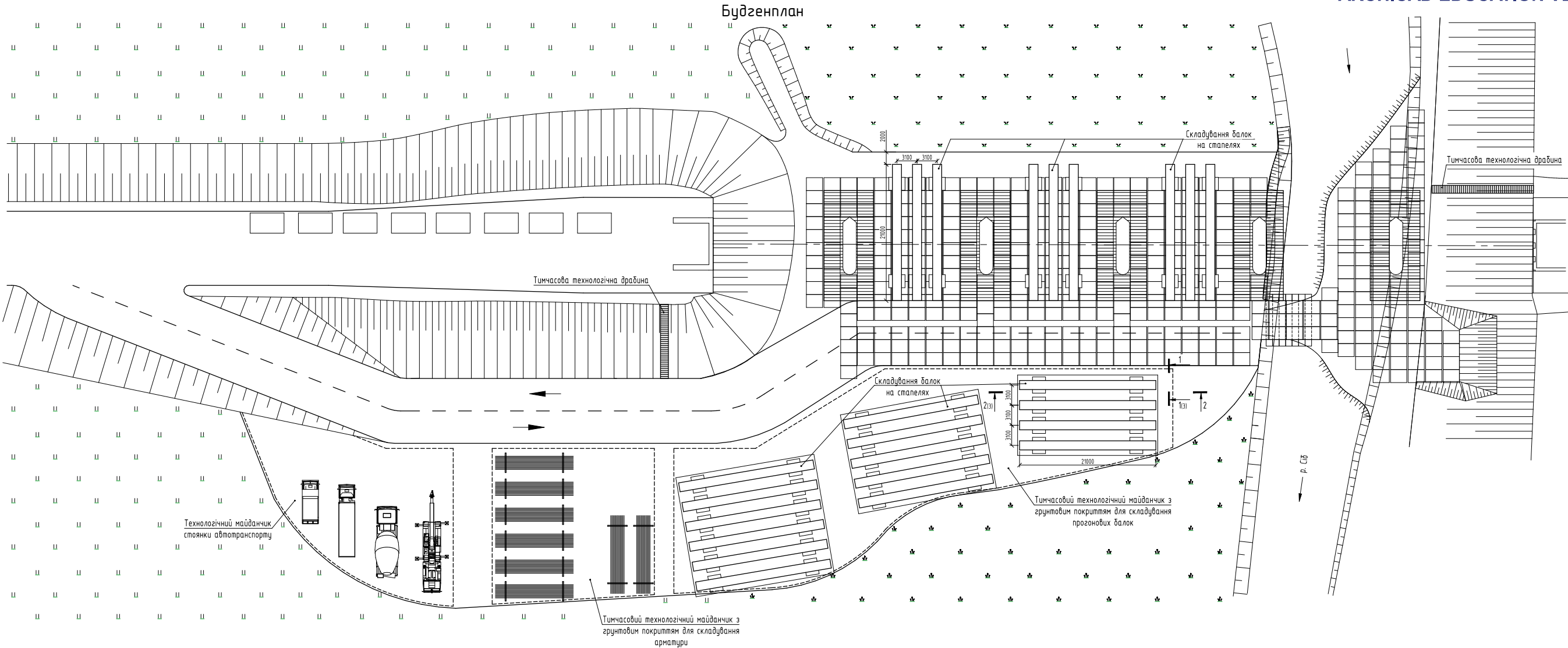
Опора 3	Пф-3.1	Пф-3.2	Пф-3.3	Пф-3.4
h1	190	195	245	300
h2	210	215	265	320
L1	925	925	925	925

						08-11. БКП.013 КБ			
						м. Гайсин			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	"Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин"	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробила		Клімишина А.В.					П	3	6
Перевірив		Попов В.О.				Принципові рішення з влаштування підферменників на опорі по осі "З" Опалубка. Вид згори Вид А, Розріз 1-1, Вузол влаштування підферменників на опорі по осі "З"	ВНТУ, зр. Б-21б		
Н.Контр.		Маєвська І.В.							
Керівник		Попов В.О.							
Рецензент									
Затвердив		Швець В.В.							

The diagram is a vertical cross-section of a geological profile. It is divided into four numbered layers, each with a distinct hatching pattern. The vertical axis on the left is labeled 'Глубина, м' (Depth, m) and has major tick marks at 2,000, 3,000, 3,500, and 4,000. The vertical axis on the right shows elevations in meters: 0.000, -2.000, -2.700, -5.000, and -8.500. A horizontal line labeled 'WL' (Water Level) is positioned at the -2.000m elevation. The layers are defined by the following elevations: Layer 1 (0.000 to -2.000m), Layer 2 (-2.000 to -2.700m), Layer 3 (-2.700 to -5.000m), and Layer 4 (-5.000 to -8.500m). The layers are numbered 1, 2, 3, and 4 from top to bottom.

						08-11. БКП.013 ПОБ			
						м. Гайсин			
Зм.	Кіл.	Арк.	№дк	Підпис	Дата				
Розробила		Клімишина А.В.				“Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин”	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Попов В.О.					п	4	6
Н.Контр.		Маєбська І.В.				Розміщення трьох варіантів фундаментів у ґрунті. Епюри тиску від власної ваги ґрунту і тиску під підшобою фундаменту. Розрахунок схема для визначення осідання пальового фундаменту	ВНТУ, зр. Б-21б		
Керівник		Попов В.О.							
Рецензент									
Затвердив		Швець В.В.							

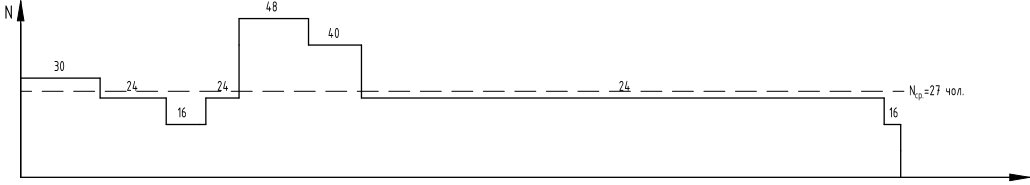
						08-11. БКП.013 ПВР			
						м. Гайсин			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	“Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин” Схема влаштування опалубки та рихтування для ремонту опор(12) Схема детонування проміжного ригеля Схема демонтажу-монтажу прогонових балок 7 6 5 Розріз 1-1	Стадія	Аркуш	Аркуші
Розробила	Клімишина А.В.						П	5	6
Перевірив	Попов В.О.								
Н.Контр.	Маєвська І.В.								
Керівник	Попов В.О.								
Рецензент							ВНТУ, зр. Б-21б		
Затвердив	Швець В.В.								



Календарний графік

№	Найменування робіт	Затрати праці, люд.-дн. (маш.-дн)		Тривалість робіт, дн.	Кількість змін	Склад бригади	Місяці				
		Норм.	Прим.				1	2	3	4	5
1	Влаштування тимчасових доріг та майданчиків	715,93	720	12	2	30	30x2 12				
2	Демонтаж балок прогонової будови та стиків між ними	539,52	528	11	2	24	24x2 11				
3	Демонтаж підферментів та еластомерних опор, очищення ґрунтів берегових та проміжних опор від слабого бетону та продуктів корозії	158,23	160	5	2	16	16x2 5				
4	Монтаж підтримувачів ґрунтування та опалубки для підсилення берегових опор	11,42	16	1	2	8	8x2 1				
5	Підсилення берегової опори по осі "І"	327,64	320	10	2	16	16x2 10				
6	Підсилення берегової опори по осі "ІІ"	437,10	432	13,5	2	16	16x2 13,5				
7	Монтаж підтримувачів ґрунтування та опалубки для підсилення ґрунтів проміжних опор	268,07	264	16,5	2	8	8x2 16,5				
8	Підсилення проміжних опор в осях "2"- "6"	1520,31	1512	31,5	2	24	24x2 31,5				
9	Ремонт та підсилення балок прогонових будов	574,06	576	12	2	24	24x2 12				
10	Монтаж та обмоніторювання балок прогонових будов	1689,40	1680	35,0	2	24	24x2 35				
11	Влаштування елементів укріплення укосу опори по осі "ІІ"	473,53	480	10	2	24	24x2 10				
12	Влаштування елементів укріплення укосу опори по осі "ІІ"	430,10	432	9	2	24	24x2 9				
13	Влаштування сходів поблизу берегової опори по осі "ІІ"	73,98	80	2,5	2	16	16x2 2,5				

Графік руху робітників



						08-11. БКП.013 ПОБ		
						м. Гайсин		
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	"Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин"	Стадія	Аркуш
Розробила		Клімшина А.В.					п	6
Перевірила		Попов В.О.						
Н.Контр.		Магдаська І.В.						
Керівник		Попов В.О.						
Рецензент						Будівництво Календарний графік Схема руху робітників	ВНТУ, гр. Б-21б	
Затвердив		Швець В.В.						

ВІДГУК

керівника бакалаврського кваліфікаційного проекту

студента (-ки) Клімишиної Аліни Віталіївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги державного значення М-12 у місті Гайсин

Бакалаврський кваліфікаційний проект присвячений розробці проектної документації з реконструкції існуючої мостової споруди у м. Гайсин через річку Сіб у Вінницькій області. Зміст та наповнення БДР відповідає завданню. Актуальність бакалаврської дипломної роботи обґрунтовується необхідністю реконструкції об'єкта дорожнього господарства – мостової споруди – на дорозі М-12 державного значення для забезпечення безперебійного функціонування автодороги М-12, як ключового елемента критичної транспортної інфраструктури Вінницької області, особливо, в умовах воєнного стану.

БКП, складається з шести основних розділів, які містять відомості про технічний стан мосту до реконструкції з обґрунтуванням потреби реконструкції, архітектурне рішення мосту після реконструкції, конструктивні рішення підсиленних мостових опор, перевірочні розрахунки існуючих фундаментів під нові збільшені навантаження, технологію виконання робіт при реконструкції у частині робіт з бетонування проміжних опор та монтажу балок прогонових будов та організацію будівництва у розрізі робіт з підсилення, а, також, заходи з охорони праці.

БКП виконаний студенткою самостійно з використанням творчих підходів при вирішенні складних конструкторських та технологічних задач. При виконанні завдання на проектування студенткою використано чинну нормативну літературу у галузі проектування реконструкції автодорожніх мостів.

Окремо слід відзначити апробацію результатів бакалаврської роботи на міжнародних наукових конференціях та публікація матеріалів у двох тезах.

Наукових досліджень, їх апробацій та наукових публікацій при виконанні БДР згідно з завданням не передбачалося.

До зауважень по роботі можна віднести незначні оформительські неточності, надлишковий обсяг графічної частини та розрахунків, виконаних у розділі основ і фундаментів. Зроблені у роботі посилання на матеріали обстеження споруди не підкріплені відповідними посиланнями та джерелами (звіт про технічний стан споруди), де, власне, автором бралися результати обстеження.

Проектна документація та необхідні розрахунки, розроблені автором в рамках виконання БКП, виконувалися вчасно, у відповідності до затвердженого календарного плану. Рівень підготовки студентки відповідає вимогам освітньої програми за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія та освітньо-кваліфікаційною програмою Промислове та цивільне будівництво. Студент заслуговує оцінки «А» (95 балів) та присвоєння кваліфікації бакалавра будівництва.

Керівник бакалаврського кваліфікаційного проекту

Доц. каф. БМГА, к.т.н

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



(підпис)

Попов В.О.

(ініціали, прізвище)

РЕЦЕНЗІЯ

на бакалаврську кваліфікаційну роботу
Студентки гр. Б-216 – Клімишиної Аліни Віталіївни
На тему: «Реконструкція мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної
дороги державного значення М -12 у місті Гайсин»

Кваліфікаційний проект присвячений рішенням актуальної та важливої інженерно-технічної задачі – реконструкції мостової споруди через річку Сіб у місті Гайсин. Актуальність теми обумовлена незадовільним технічним станом багатьох автомобільних мостів, в Україні, що відносяться до об'єктів критичної інфраструктури. Особливо важливим є виконання робіт з реконструкції мостів в умовах воєнного стану. У роботі розглянуто комплекс інженерно-технічних заходів із реконструкції мосту, розроблених на основі проведеного обстеження конструкцій споруди.

Структура бакалаврської кваліфікаційної роботи охоплює всі необхідні розділи: архітектурно-будівельні рішення, конструктивну частину, основи та фундаменти, технологію і організацію робіт та охорону праці.

Перший розділ дипломної роботи описує архітектурно-будівельні рішення для реконструкції мосту, включаючи аналіз технічного стану, планувальні рішення згідно з нормативами, а також етапи демонтажу, підсилення та облаштування нових елементів конструкції, водовідведення, освітлення й благоустрій території.

У другому розділі висвітлено конструктивні рішення з підсилення проміжних мостових опор, здійснено відповідні розрахунки їх несучої здатності. При розробці проектних рішень використано сучасні матеріали та методи розрахунку.

Третій розділ присвячено основам та фундаментам. Проведено аналіз технічного стану існуючих фундаментів мосту, виконано усі необхідні перевірки. Підтверджена надійність підземних конструкцій та основ на сприйняття навантажень більшої інтенсивності.

У четвертому розділі розкрито технологічні аспекти виконання робіт із реконструкції у частині бетонування конструкцій підсилення та монтажі балок прогонових будов. Описана послідовність будівельних процесів та розроблені відповідні технологічні карти.

П'ятий розділ присвячено організації будівництва. Наведено будгеплан реконструкції, побудовано календарний графік виконання робіт та схему руху робітників, визначено обсяги трудових і матеріальних ресурсів, обґрунтовано необхідність організації тимчасових споруд.

У шостому розділі розглянуто питання охорони праці. Визначено потенційно небезпечні фактори під час виконання будівельно-монтажних робіт та розроблено комплекс заходів щодо їх мінімізації.

Робота оформлена відповідно до встановлених вимог, матеріал викладено послідовно та зрозуміло. Ілюстративна та графічна частина подана в достатньому обсязі для розкриття теми.

Окремо варто відзначити практичну значущість представленого проекту, оскільки розроблені рішення мають потенціал до реального впровадження та відповідають чинним будівельним нормам.

До недоліків роботи слід віднести не достатньо докладно пророблені питання підсилення берегових опор мостової споруди, технічні рішення з тимчасового відведення води річки Сіб у трубні системи, питання організації перехідних конструкцій. Вказані недоліки не носять принципового змісту та не знижують якість роботи.

В цілому бакалаврська кваліфікаційна робота Клімишиної А.В. відповідає вимогам, а здобувач заслуговує на оцінку «95», а та присвоєння ступеня бакалавра за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Рецензент

доценти, к.т.н., доценти
(посада, науковий ступінь, вчене звання)
М.П.

(підпис)

Богдан А.А.
(ініціали, прізвище)

Печатка установи, організації рецензента