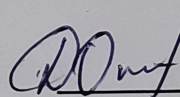


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ

Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

 Дубик О.М.

“25” 12 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

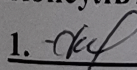
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ  
“МАГІСТР”

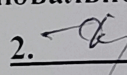
Тема: «Проект відновлення шляхопроводу №6 ПАТ «Нікопольський завод феросплавів» із застосуванням композитних матеріалів»

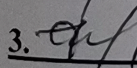
Виконавець: Ніазов Тімур Тімурович

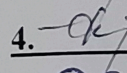
Керівник: Паливода Олександр Анатолійович

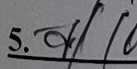
Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

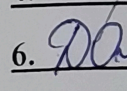
1.  (О. Паливода)

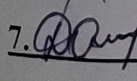
2.  (О. Паливода)

3.  (О. Паливода)

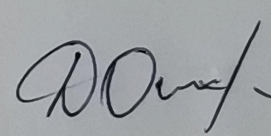
4.  (О. Паливода)

5.  (О. Паливода)

6.  (О. Дубик)

7.  (О. Дубик)

Нормоконтролер: Дубик Олександр Миколайович



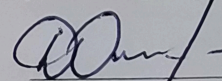
Київ 2023



НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет наземних споруд і аеродромів  
Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту  
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Освітньо-професійна програма «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

 - Дубик О.М.  
«25» 12 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

**Ніазова Тімура Тімуровича**

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи **Проект відновлення шляхопроводу №6 ПАТ «Нікопольський завод феросплавів» із застосуванням композитних матеріалів** затверджена наказом ректора від « 21 » вересня 2023 р. № 1870/ст

2. Термін 29. 08. 2023 р. по 25. 12. 2023 виконання роботи

3. Вихідні дані до роботи:

Шляхопровід у прозоні м. Нікополь Дніпропетровської обл.

Зміст пояснювальної записки:

Вступ; вихідні дані; наукова частина; практична частина роботи: архітектурні та розрахунково-конструктивні рішення, технологія та організація будівельного виробництва, економічна частина, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаних джерел, додатки.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:

Наукова частина (1 аркуші формату А-1).



### 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Вступ	25.09.23 - 26.09.23	af
2	Наукова частина	27.09.23 - 31.10.23	af
3	Архітектурні рішення. Розрахунково-конструктивна частина	01.11.2023 - 12.11.2023	af
4	Технологія та організація будівельного виробництва	13.11.2023 - 22.11.2023	af
5	Економічна частина	23.11.2023 - 28.11.2023	af
6	Охорона навколишнього середовища	29.11.2023 - 01.12.2023	
7	Охорона праці	02.12.2023 - 04.12.2023	
8	Виконання графічної частини дипломної роботи	25.09.2023 - 19.12.2023	af
9	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини дипломного проекту.	25.09.2023 - 19.12.2023	af
10	Отримання рецензії, відгуку керівника. Захист дипломної роботи.	20.12.2023 - 25.12.2023	af

### 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вихідні дані	Доцент Паливода О.А.	af	af
Наукова частина	Доцент Паливода О.А.	af	af
Архітектурні рішення. Розрахунково-конструктивна частина	Доцент Паливода О.А.	af	af
Технологія та організація будівельного	Доцент Паливода О.А.	af	af
Економічна частина	Доцент Паливода О.А.	af	af
Охорона навколишнього середовища	Завідувач кафедри Дудик О.М.	af	af
Охорона праці	Завідувач кафедри Дудик О.М.	af	af

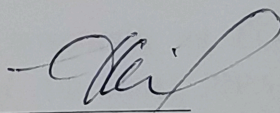


8. Завдання отримані від консультантів за розділами

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Завдання
Вихідні дані	Доцент Паливода О.А.	Зібрати вихідні дані по кваліфікаційній роботі.
Наукова частина	Доцент Паливода О.А.	Виконати наукову частину
Архітектурні рішення. Розрахунково-конструктивна частина	Доцент Паливода О.А.	Розробити архітектурні рішення
Технологія та організація будівельного виробництва	Доцент Паливода О.А.	Розробити технологію і організацію будівельного виробництва
Економічна частина	Доцент Паливода О.А.	Розробити економічну частину
Охорона навколишнього середовища	Завідувач кафедри Дубик О.М.	Розробити заходи з охорони навколишнього середовища
Охорона праці	Завідувач кафедри Дубик О.М.	Розробити заходи з охорони праці.

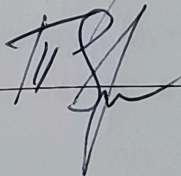
9. Дата видачі завдання: " 04 " вересня 2023 р.

Керівник дипломної роботи



Паливода О.А.

Завдання прийняв до виконання



Ніазов Т.Т.



## РЕФЕРАТ

Ніазов Тімур Тімурович. Проект відновлення шляхопроводу №6 ПАТ «Нікопольський завод феросплавів» із застосуванням композитних матеріалів.

Рисунків – 34, таблиць – 13, кількість літератури – 93, додатки – 2.

ШЛЯХОПРОВІД. ПРОГОНОВІ БУДОВИ. ОПОРИ. ЗАЛІЗОБЕТОН. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ. МОДЕЛЮВАННЯ. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ МОСТОВИХ СПОРУД. ЗАХИСТ БЕТОНУ. КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ.

**Об'єкт дослідження** – будівельні конструкції шляхопроводу.

**Предметом дослідження** – фактори, що впливають на довговічність та технологічність будівельних конструкцій мостових споруд.

**Мета роботи** – аналіз застосування композитних матеріалів при відновленні залізобетонного шляхопроводу у м. Нікополь.

### **Стисла характеристика роботи**

В кваліфікаційній роботі проаналізовано матеріали обстеження старого шляхопроводу, що зазнав руйнувань внаслідок бойових дій; запроєктовано новий шляхопровід на тому ж місці. Робота включає в себе проробку архітектурних рішень, розрахунок конструкцій за першою та другою групою граничних станів, проектування технології та організації будівельного виробництва. Розглянуто фактори, що впливають на технологічність та довговічність залізобетонних конструкцій споруди. Виконано дослідження застосування композитних матеріалів для захисту конструкцій під час експлуатації, а також для зручноукладності бетонної суміші – під час зведення. Розроблено технологічні карти на ключові технологічні процеси, складено календарний графік будівництва, виконано будівельний генеральний план майданчика.

Кваліфікаційна робота виконана на ЕОМ з застосуванням програм Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD, ЛІРА САПР.

### **Галузь застосування**

Результати дослідження можуть бути корисними при розробці проєктів будівництва шляхопроводів, а також при плануванні ремонтів мостових споруд.



## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ВИХІДНІ ДАНІ .....	10
1.1 Норми і технічні умови проектування .....	10
1.2 Характеристика річки і місця мостового переходу .....	10
1.3 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки.....	15
1.4 Фізико-механічні властивості ґрунтів .....	16
1.5 Опис конструкції шляхопроводу .....	19
РОЗДІЛ 2 НАУКОВА ЧАСТИНА .....	21
2.1 Вступ .....	21
2.2 Класифікація добавок для бетону.....	21
2.3 Сумісність добавок.....	23
2.4 Добавки для гідротехнічних бетонів .....	23
2.5 Вторинний захист бетонних поверхонь .....	30
2.6 Технічні рішення та матеріали, впроваджені у проект .....	31
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ .....	39
3.1 Вихідні дані.....	35
3.2 Збір навантажень .....	35
3.3 Складання розрахункової моделі і розрахунок в Lira .....	41
3.4 Результати розрахунку .....	52
3.5 Розрахункові характеристики бетону і арматури .....	64
3.6 Розрахунок балок прольоту 24 м.....	65
3.7 Армування конструктивних елементів моста.....	85
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	94
4.1 Вибір основних машин і механізмів .....	94
4.2 Технологія будівництва мосту .....	95
4.3 Контроль якості виконаних робіт .....	99
4.4 Калькуляція трудових витрат .....	100



4.5	Організація раціонального проведення будівельних робіт .....	106
4.6	Спорудження містечка будівельників.....	106
4.7	Організація охорони праці під час будівельних робіт .....	107
4.8	Організація охорони праці при експлуатації .....	107
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	108
5.1	Загальні відомості .....	108
5.2	Види інвесторської кошторисної документації .....	109
5.3	Склад інвесторської кошторисної документації .....	109
5.4	Кошторисна вартість.....	110
5.5	ТЕП проекту .....	111
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	110
6.1	Вступ.....	112
6.2	Характеристика району будівництва .....	113
6.3	Викиди в атмосферне повітря.....	113
6.4	Раціональне використання водних ресурсів .....	116
6.5	Охорона ґрунту та відходи виробництва .....	118
6.6	Шум, вібрація, радіація .....	120
РОЗДІЛ 7	ОХОРОНА ПРАЦІ .....	123
7.1	Земляні роботи .....	123
7.2	Бетонні роботи .....	123
7.3	Арматурні роботи .....	125
7.4	Зварювальні роботи .....	125
7.5	Монтажні роботи .....	126
7.6	Гідроізоляційні роботи .....	127
7.7	Пожежна безпека.....	127
7.8	Експлуатація будівельних машин .....	128
ВИСНОВКИ.....		130
ЛІТЕРАТУРА.....		132
ДОДАТКИ.....		137



## ВСТУП

Мости, естакади, шляхопроводи та ін. являють собою складні інженерні споруди, проектування, будівництво та експлуатація яких потребують спеціальних знань та навичок.

У Європі будівництво транспортних споруд йде головним чином шляхом застосування раціональних збірних прогонових будов. Підвищення якості проектування транспортних споруд

пов'язані з автоматизацією процесу проектування.

Розвиток та ефективність роботи кожної галузі народного господарства нашої країни тією чи іншою мірою залежить від автомобільного транспорту. Масштаби та темпи автомобілізації

країни визначають збільшення обсягів будівництва та реконструкції автомобільних мостів.

В цьому контексті нові виклики кидає ситуація, обумовлена руйнуваннями, спричиненими воєнним вторгненням агресора на територію України. Особливо критично це відображується на

прифронтових територіях, якою безпосередньо є місто Нікополь (Дніпропетровська область).

Даний проект містить:

- опис та розрахунок основних несучих конструкцій мосту;
- опрацювання основних технологічних процесів;
- організацію будівництва та ін.



# РОЗДІЛ 1

## ВИХІДНІ ДАНІ. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

### 1.1 Норми і технічні умови проектування

Проектом передбачено відновлення шляхопроводу в промисловому районі м. Нікополь Дніпропетровської обл. на підставі гідрологічних розрахунків.

Розмір шляхопроводу: Г-8+2х1,0. Розрахункові навантаження А-14 і НК-100. Балки прогонових будов, елементи опор і інші залізобетонні конструкції прийняті уніфіковані за діючими типовими проектами.

На ПК112+53-ПК112+57,5м запроєктована автодорога перетинає р.Інгулець, яка в цьому районі має північно-східний напрямок течії. Ширина річки в районі мосту – 18,5 м, глибина - 4,4 м, відмітка поверхні води – 175 м. Береги річки в районі мосту пологі.

### 2.2 Характеристика річки і місця мостового переходу

Довжина річки 549 км. Початок річки знаходиться в заболоченій балці біля с. Топило Знам'янського р-ну Кіровоградської області на висоті близько 175 метрів. Тече по Придніпровській височині по території Кіровоградської та Дніпропетровської областей України. У нижній течії протікає по Причорноморській низовині в межах Миколаївської та Херсонської областей України. Нижче с. Нікольське (Білозерський район Херсонської області). Інгулець утворює лиман завширшки до 1 км і впадає в Дніпро декількома рукавами в 45 км від гирла останнього, біля с. Садове. Посеред гирла знаходиться острів Сомов. Від гирла Інгульця до Херсона 20 км по руслу Дніпра.

Живлення річки відбувається виключно в період весняного сніготанення, частка снігового живлення становить понад 80% річного стоку.

Басейн. Верхня течія Інгульця представляє собою ряд озероподібних або болотистих плес, що з'єднуються між собою лише під час весняних паводків або після сильних злив. До Александрії річка тече вузькою стрічкою, береги якої поросли очеретом. Лівий берег місцями скелястий. В районі Кривого Рогу ширина річки близько 40 м, глибина до 1,7 м. Споруджене у Кривому Розі водосховище утворене на місці виходу гранітних оголень і порогів Інгульця.

У середній течії річка тече в скелястих берегах, є багато перекатів, порожистих ділянок (техногенного характеру) - являють собою зруйновані греблі і автомобільні мости.

Нижче Кривого Рогу Інгулець розмиває осадові породи.

Русло в верхній течії спрямлене, в середньому і нижньому дуже звивисте, але не розгалужене. Характерні петлі довжиною 5-7 км, практично повертаються у вихідну точку. Від витoku до гирла Інгулець утворює 55 меандр. Надалі ширина річки збільшується незначно, досягаючи до Снігурівка 100 м, а в гирлі - 120 м. Глибина на плесах може досягати 5,0 м. Дно піщане.



Режим. Замерзає в грудні, тане - в березні. Живлення річки переважно снігове. Середня витрата води біля с. Могилівка 8,5 м<sup>3</sup> / с. Площа басейну річки 13 700 км<sup>2</sup>. Долина річки у верхній течії трапецієподібна шириною до 1км, на окремих ділянках утворює неглибокі каньйони. У середній течії переважно V-подібна, схили долин висотою 25 - 35м круті, місцями пологі, розсічені балками і ярами. Заплава річки 60-120м. У нижній течії долина террасована (3-4 чітко виражені тераси), шириною до 5км, заплави шириною до 1,5км. Зустрічаються заболочені ділянки, солончаки.

В районі с. Лозуватка (Криворізький р-н) р. Інгулець має широке русло, але вздовж за течією, ближче до с. Мар'янівка (Криворізький р-н.). Русло звужується. У самому м.Кривий Ріг р. Інгулець - дуже вузька у вигляді каналу.

Гідроспороди. На річці існує каскад Інгулецьких водосховищ, який включає в себе: Войнівське, Іскрівська, Карачунівське водосховища. Верхня ділянка зарегульована греблями Карачунівського (м.Кривий Ріг, 3600 га) і Іскрівського водосховищ. Крім того, є гребля ГЕС в смт.Велика Олександрівка, а також греблі біля сіл Могилівка, Заградівка і Мала Олександрівка. Насипні дамби в Інгульці, Білоусівці, Малій Олександрівці, Запоріжжі. Гідрологічні пости (з 1925 року) біля Олександрії, Кривого Рогу, Могилівки.

Річний цикл водного режиму можна поділити на кілька характерних періодів, званих фазами водного режиму. Характерні особливості цих фаз і їх тривалість визначаються умовами харчування, зміною цих умов протягом року, кліматом річкових басейнів.

В основному спостерігаються чотири фази водного режиму: весняна повінь, літня межень, осінні паводки, зимова межень.

Річки району відносяться до типу річок з переважно сніговим живленням.

Основний фазою водного режиму стоку річки та її приток є весняна повінь, стік якого становить від 50% до 60% річного.

Весняна повінь починається з інтенсивного росту рівнів і витрат. Це відбувається через кілька днів після переходу температури повітря через 0°C. Початок повені досить добре збігається з часом появи струмків снігової води на схилах.

Підйом рівнів в річці від танення снігового покриву починається зазвичай на початку квітня при льодоставі.

Залежно від метеорологічної обстановки тривалість наростання рівнів змінюється від 5 до 16 днів і в середньому становить 7 днів.

Тривалість і закінчення повені залежать від величини запасів води в сніговому покриві в річковому басейні, інтенсивності сніготанення і морфологічних особливостей басейну.

Середня дата початку повені припадає на 04.04, рання 20.03.1974г, пізня 11.04.1958г.

Середня тривалість водопілля 32 дня, найбільша 70 днів (1970р), найменша 19 днів (1975 г.).

Середня дата закінчення повені 5.05, рання 18.04.1975г., Пізня - 09.06.1970г.



Середня тривалість підйому водопілля 8 днів, спаду 14днів.

Спад рівнів на початку інтенсивний, потім уповільнений і при відсутності опадів в цей час закінчується в першій половині травня.

Середня дата вищого рівня по в / п у сел. Ізмайловський - 11.04 (98%), рання - 22.03.1974, пізня - 9.07.1967г.

Повінь в основному проходить одним піком, вищі рівні тримаються близько доби, після чого починається спад.

Іноді спостерігається кілька максимумів, що є наслідком повернення холодів, змінюються новим потеплінням, або різночасністю розвитку водопілля на головній річці і її притоках.

За час весняної повені річка проносить більшу частину річного стоку — від до 70% до 95% в різні за водністю роки.

Дощові паводки являють собою короточасне підвищення стоку, що не пов'язане з певним періодом і повторюється в деякі роки по кілька разів. Відносна короточасність проходження паводків, малі обсяги стоку в порівнянні з повінню і різний час проходження їх протягом року на одній і тій же річці і складають відміну паводків від повеней.

Літні паводки бувають не щороку і зазвичай спостерігаються в липні - вересні (1-3 рази), підвищуючи рівень від 0,3 до 0,5 м в звичайні роки.

Висота значних дощових паводків 1,0-1,5 м.

Межень – фаза водного режиму, що характеризується тривалим стоянням низьких витрат води в річці внаслідок сильного зменшення або припинення поверхневого стоку. Виділяються літня і зимова межень. У період літньої межені річка живиться в основному підземними водами і водами атмосферних опадів, що випадають нерегулярно. До літньої межені відносять період від кінця повені до осінніх паводків, а при їх відсутності до початку зимового періоду. Літня межень може бути стійкою, тривалою, а також переривчастої, нестійкою (періодично порушується дощовими паводками).

Літня межень для даного району триває з червня до кінця жовтня. В деякі роки вона переривається дощовими паводками. Літня межень низька, стійка. Найбільш низькі рівні води в річці спостерігаються в липні-серпні.

Зимова межень збігається зазвичай з періодом льодоставу. У період зимової межені річки живляться ґрунтовими водами. Витрати води від початку замерзання річок поступово знижуються, досягаючи мінімуму перед розкриттям.

Всі річки району в зимовий період замерзають.

При зниженні температури води до 0°C і появи на річці льодових утворень річки вступають у фазу зимового режиму. Тривалість його відраховується з моменту виникнення на річці льодових утворень до початку інтенсивного весняного підйому рівня і очищення річки від льоду.

На річках зберігає поступово збільшуються в розмірах і, зближуючись, утворюють суцільний крижаний покрив. Цей процес особливо швидко розвивається на ділянках з повільною течією.

У період льодоставу на річках на поверхні крижаного покриву утворюються криги. Взимку в зв'язку зі збільшенням товщини крижаного покриву, промерзанням, зменшується площа живого перетину; вода під



напором виходить по тріщинах в льоду на поверхню і замерзає. Такий процес може відбуватися протягом зими кілька разів, і тоді крига досягає значних розмірів.

Після встановлення на річці крижаного покриву відбувається збільшення його товщини. У перші дні льодоставу наростання льоду відбувається порівняно швидко. Потім у міру збільшення товщини льоду і шару снігу на льоду, процес сповільнюється.

Товщина льоду по живому перерізу річки неоднакова: біля берегів лід зазвичай товщі, до середини річки його товщина зменшується. Товщина льоду змінюється в часі, досягаючи найбільшого значення до кінця зими.

Перші осінні льодові освіти починаються в середньому 28 жовтня; рання дата появи льодових явищ 8.X.1949г, пізня - 20.XI.1954г.

Нерухомий крижаний покрив встановлюється в кінці жовтня - початку листопада; середня дата встановлення льодоставу 31.X, рання 12.X.1949г, пізня 21.XI.1954г.

Крига на річці нестійка.

Середня тривалість льодоставу 107 днів, найбільша - 129 (1949-1950гг.), Найменша - 85 днів (1961-1962г.)

Наростання товщини льоду відбувається досить швидко. Середня товщина льоду до кінця березня досягає 28 см, максимальна - 65 см (1956р).

У розрахунковому створі спостереження за товщиною льоду не відбувались.

До початку розтину річок спостерігається зменшення товщини і міцності льоду, яке відбувається головним чином в результаті поверхневого і внутрішнього танення під впливом тепла і сонячної радіації.

Навесні з настанням плюсових температур починається танення снігу на льоду і берегах річки і надходження талих вод в річки. Температура льоду підвищується і починається його танення. У багатоводні роки під впливом різкого підйому рівнів і збільшення швидкості течії руйнування крижаного покриву відбувається швидко. На річках промерзають до дна лід поступово розмивається талою водою лише зверху і, потім (при утворенні вимоїн) зі збільшенням витрати води в руслі, він відривається від дна, спливає на поверхню води і, розламуючись, несеться течією.

Розтин річки настає в кінці березня.

Розтину річки передуює поява води на льоду і утворення закраїн і промоїн. Переміщення льоду спостерігається 1-2 дня майже щорічно. Переміщення відбувається за один-два дні до початку льодоходу.

Середня дата очищення річки від льоду 2 квітня, рання - 17.03.1947, пізня-14.04.1949г.

Середня тривалість льодоходу 3 дні, найбільша - 11 (1965р.), Найменша 0 (10%).

Льодохід спостерігається не щороку. У маловодні роки в період повені вода йде поверх льоду і лід тоне на місці.

Льодохід проходить головним руслом.



Таблиця 1.1 Зведена таблиця розрахункових гідрологічних характеристик р.Інгулець

Найменування	Величина
1	2
<i>Частина I</i>	
1. Кут косини дороги до потоку, градус	0
2. Розрахункова ймовірність перевищення, %	1
3. Клас річки по судноплавству	не судохід.
4. Тип руслового процесу	стрічково-грядовий
5. Площа басейну, км <sup>2</sup>	195
6. Середні позначки, м	
а) лівої заплави	---
б) русла	331,06
в) правої заплави	---
7. Побутовий ухил при РГВВ 1%	0,00197
8. Розподіл розрахункової витрати води при РГВВ 1%, м <sup>3</sup> /сек	
а) ліва заплава	---
б) русло	92,5
в) права заплава	---
9. Витрати талих вод різної ймовірності перевищення, м <sup>3</sup> /сек	
ВП - 1%	92,5
ВП - 10%	40,9
10. Витрати дощових паводків різної ймовірності перевищення, м <sup>3</sup> /сек	
ВП - 1%	25,7
ВП - 2%	20,6
ВП - 10%	10,3
11. Рівні води різної ймовірності перевищення від талих вод, м	
ВП - 1%	333,80
ВП - 2%	333,55
ВП - 10%	332,94
12. Рівні води різної ймовірності перевищення від дощових паводків, м	
ВП - 1%	332,59
ВП - 2%	332,46
ВП - 10%	332,11
13. Рівень середньої межени, м	331,01
14. Будівельні рівні води, м	
а) весняний паводок	332,94
б) річний паводок	332,11
15. Розрахунковий рівень високого льодоходу, м	333,22
16. Розрахункова товщина льоду, м	0,61

1	2
17. Середня глибина води при РГВВ 1%, м	
а) ліва заплава	---
б) русло	2,01
в) права заплава	---
18. Середні швидкості течії при РГВВ 1%, м/сек	
а) ліва заплава	---
б) русло	0,93
в) права заплава	---
19. Час підйому паводка, діб	4
20. Тривалість паводку, діб	11
21. Побутова ширина русла, м	38,50
<i>Частина II</i>	
1. Отвір моста, м	40,60
2. Величина коефіцієнта стиснення потоку	1,08
3. Підмостова швидкість в руслі, м /сек	1,10
4. Коефіцієнт загального розмиву	1,11
5. Максимальна глибина після загального розмиву, м	3,69
6. Відмітка розрахункового загального розмиву, м	330,11
7. Глибина воронки місцевого розмиву біля опор, м	1,33
8. Відмітка розрахункового сумарного розмиву біля опор, м	328,78
9. Повний підпір перед мостом при РГВВ 1%, м	0,05
10. Підмостовий приток при РГВВ 1%, м	-0,13
11. Підпор у насипу, м	0,06
12. У конусів розмиву	-

### 1.3 Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки мостового переходу

Досліджена ділянка ускладнена палеозойськими гнейсами, мезозойським елювіальний суглинком, четвертинним алювіальними піском гравелистим, глиною і суглинком, делювіальні суглинком, ґрунтово-рослинним шаром.

Зведений інженерно-геологічний розріз до глибини 19,0м представлений наступними інженерно-геологічними елементами (ІГЕ), зверху вниз:

ІГЕ 3. Ґрунтово-рослинний шар, потужністю 0,10-0,80м. Зустрінутий свердловинами № 74, 77, 78.

ІГЕ 4. Суглинок делювіальні dQ твердий до тугопластичних, в середньому твердий, важкий, коричневий, з вапняними включеннями, до глибини 0,9-1,0м – гумусований, в свердловині № 78 з прошарками крупнозернистого піску. Потужність шару 1,30м. Зустрінутий свердловинами № 74, 78.

ІГЕ 6. Пісок гравелистий алювіальний AQ середньої щільності, маловологий до водонасиченого, бурого, сірого кольору, з включенням гальки та щебеню до 19-30% розміром до 90мм, з прошарками суглинку



м'якопластичного потужністю до 10-15см, з тонкими прошарками глини іловальної твердої і тугопластичної консистенції. Потужність шару від 0,80 м до 2,90 м. Прийнятий усіма свердловинами.

ІГЕ 8. Глина озерна ІQ м'якопластичного, легка, чорна, ілувата, з включенням гальки і гравію до 15%, з прошарками крупнозернистого піску. Потужність шару 1,10м. Зустрінуто свердловиною № 75.

ІГЕ 9. Суглинок алювіальний АQ гравійний, твердий, легкий, жовтий, зеленувато-жовтий. Потужність шару від 0,90 м. Зустріч свердловиною № 78.

ІГЕ 10. Суглинок елювіальний еMZ по гнейсам твердий, легкий, дресвяний, зеленувато-жовтий, темно-сірий, сірувато-зелений, з включенням гнейсов вельми низькою міцності, в свердловині № 76 з включенням щебеню розміром до 90мм. Розкрита потужність шару 0,50-1,70м. Прийнятий усіма свердловинами.

ІГЕ 15. Гнейс PZ Маломіцний темно-сірий, зеленувато-сірий, буро-сірий, з зонами гнейсів середньої, зниженої і низької міцності, з гніздами суглинку елювіального. Покрівля гнейсов залягає на глибинах 2,70-8,80м, що відповідає оцінкам 327,79-328,94м. Потужність шару 0,80-3,80м. Зустрінутий свердловинами № 74, 75, 77, 78.

ІГЕ 15. Гнейс PZ середньої міцності темно-сірий, тріщинуватий, з зонами гнейсов маломіцних і зниженої міцності, в свердловині № 75 з глибини 12,0м, в свердловині № 77 з глибини 11,3м, в свердловині № 78 з глибини 16,5м з зонами міцних. Покрівля гнейсів залягає на глибинах 6,0-12,8м, що відповідає оцінкам 323,79-327,82. Розкрита потужність шару 6,20-8,90м. Зустрінутий свердловинами № 74, 75, 77, 78.

Подробиці геологічної будови майданчика наведені в графічному додатку.

В межах дослідженого майданчика підземні води розкриті всіма свердловинами. Сталий рівень їх зафіксовано на глибинах 0,00-5,50 м, на період пошуків, жовтень 2018 року. Абсолютні позначки 331,20-331,40 м.

Можливо сезонне коливання рівня води на 0,8 м від наведеного на розрізі.

Для розрахунку припливу води при проведенні земляних робіт рекомендуємо наступні значення коефіцієнта фільтрації: для суглинку ІГЕ 4, 9,10 - 0,01-0,10 м /добу, для гравійного піску ІГЕ 6 -75 м /добу, для глини ІГЕ 8-0,001 м / добу., для гнейсів маломіцних ІГЕ 15 - 70-150м /добу., для гнейсів середньої міцності ІГЕ 16 -20-60м /добу.

## 1.4 Фізико-механічні властивості ґрунтів

Нижче наводяться основні характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів.

ІГЕ 4. Суглинок dQ твердий, важкий, непросадочний, ненабухаючий.

Суглинок характеризується наступними нормативними значеннями показників фізичних властивостей: щільність - 1,91 г/см<sup>3</sup>, коефіцієнт пористості - 0,72д.од., вологість природна - 0,21 д.од., вологість на межі текучості - 0,36 д.од., вологість на межі розкочування - 0,21 д.од., число

пластичності - 0,16 д.од., ступінь вологості - 0,74 д.од, показник плинності - мінус 0,08.

Розрахункові значення показників міцності і деформаційних характеристик ґрунтів при довірчих ймовірності 0,90 і 0,98 рекомендуємо наступні:

	для розрахунків за деформаціями	для розрахунків за несучою здатністю
щільність	$\rho_{II} = 1,87 \text{ г/см}^3$	$\rho_I = 1,85 \text{ г/см}^3$
питоме зчеплення	$C_{II} = 27 \text{ кПа}$	$C_I = 18 \text{ кПа}$
кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II} = 23 \text{ град.}$	$\varphi_I = 20 \text{ град.}$
модуль деформації	$E = 18 \text{ МПа}$	

За ступенем морозонебезпечності суглинки відносяться до слабкоздимистих, на період пошуків, жовтень 2021 р. за умови збереження природної вологості.

ІГЕ 6. Пісок алювіальний аQ гравелистий, середньої щільності, маловологий до водонасиченого.

За даними гранулометричного аналізу пісок характеризується вмістом фракцій > 10мм - 16,0%, 2-10мм - 23,8%, 0,5 - 2,0мм - 32,9%, 0,25 - 0,5 мм - 11,4% , 0,10 - 0,25 мм - 3,8%, <0.1 мм - 12,1%. За даними лабораторних досліджень кут природного укосу сухого ґрунту-37-38,0, під водою-30-32,0

Розрахункові значення показників міцності і деформаційних властивостей при довірчих ймовірності 0,90 і 0,98 рекомендуємо наступні:

	для розрахунків за деформаціями	для розрахунків за несучою здатністю
щільність	$\rho_{II} = 1,70 \text{ г/см}^3$	$\rho_I = 1,70 \text{ г/см}^3$
питоме зчеплення	$C_{II} = 0 \text{ кПа}$	$C_I = 0 \text{ кПа}$
кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II} = 38 \text{ град.}$	$\varphi_I = 35 \text{ град.}$
модуль деформації	$E = 30 \text{ МПа}$	

За даними гранулометричного аналізу пісок з русла характеризується змістами фракцій 70-90мм-19,0%, 40-70мм-2,1%, 20-40мм-5,8-10,1%, 10-20мм-3,2-5,2%, 5-10мм- 4,1-13,6%, 2-5мм - 9,4-18,5%, 1-2,0мм - 23,8-28,6%, 0,5-1,0 мм - 3,3-9,8%, 0,25-0,5мм - 7,8-8,9%, 0,10-0,25мм - 5,8-6,2%, <0,005 мм - 5,8-9,0%.

За ступенем морозонебезпечності пісок гравелистий відноситься до практично непучих.

ІГЕ 8. Глина АQ озерна м'якопластична легка, непросадна, ненабухаюча.

Глина характеризується наступними нормативними значеннями показників фізичних властивостей: вологість природна - 0,25 д.од., вологість на межі текучості - 0,33 д.од., Вологість на межі розкочування - 0,15 д.од., число пластичності - 0,18 д.од., показник плинності - 0,56.



Розрахункові значення показників міцності і деформаційних характеристик ґрунтів при довірчих ймовірностях 0,90 і 0,98 рекомендуємо наступні:

	для розрахунків за деформаціями	для розрахунків за несучою здатністю
щільність	$\rho_{II} = 1,90 \text{ г/см}^3$	$\rho_I = 1,90 \text{ г/см}^3$
питоме зчеплення	$C_{II} = 29 \text{кПа}$	$C_I = 19 \text{кПа}$
кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II} = 7 \text{ град.}$	$\varphi_I = 6 \text{ град.}$
модуль деформації	$E = 7 \text{ МПа}$	

За ступенем морозонебезпечності глина відноситься до сільновспучуваних, на період пошуків, жовтень 2018 р.

ІГЕ 9. Суглинок AQ алювіальний твердий, легкий, гравійний, непросадочний, ненабухаючий.

Суглинок характеризується наступними нормативними значеннями показників фізичних властивостей: щільність - 2,16 г/см<sup>3</sup>, коефіцієнт пористості - 0,53 д.од., вологість природна - 0,18 д.од., вологість на межі текучості - 0,31 д.од., вологість на межі розкочування - 0,22 д.од., число пластичності - 0,09 д.од., ступінь вологості - 0,95 д.од, показник плинності - мінус 0,44.

Розрахункові значення показників міцності і деформаційних характеристик ґрунтів при довірчих ймовірностях 0,90 і 0,98 рекомендуємо наступні:

	для розрахунків за деформаціями	для розрахунків за несучою здатністю
щільність	$\rho_{II} = 2,16 \text{ г/см}^3$	$\rho_I = 2,10 \text{ г/см}^3$
питоме зчеплення	$C_{II} = 37 \text{кПа}$	$C_I = 25 \text{кПа}$
кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II} = 25 \text{ град.}$	$\varphi_I = 22 \text{ град.}$
модуль деформації	$E = 27 \text{ МПа}$	

За ступенем морозонебезпечності суглинок відноситься до сільновспучуваних, на період пошуків, жовтень 2018 р.

ІГЕ 10. Суглинок елювіальний eMZ по гнейсам твердий, легкий, дресв'яний, непросадочний, ненабухаючий.

Суглинок характеризується наступними нормативними значеннями показників фізичних властивостей: щільність - 2,15 г/см<sup>3</sup>, коефіцієнт пористості - 0,52 д.од., вологість природна - 0,16 д.од., вологість на межі текучості - 0,31 д.од., вологість на межі розкочування - 0,22 д.од., кількість пластичності - 0,09 д.од., рівень вологості - 0,91 д.од, показник плинності - мінус 0,68.

Розрахункові значення показників міцності і деформаційних характеристик ґрунтів при довірчих ймовірностях 0,90 і 0,98 рекомендуємо наступні:

	для розрахунків за деформаціями	для розрахунків за несучою здатністю
щільність	$\rho_{II} = 2,14 \text{ г/см}^3$	$\rho_I = 2,13 \text{ г/см}^3$
питоме зчеплення	$C_{II} = 51 \text{ кПа}$	$C_I = 34 \text{ кПа}$
кут внутрішнього тертя	$\varphi_{II} = 23 \text{ град.}$	$\varphi_I = 20 \text{ град.}$
модуль деформації	$E = 22 \text{ МПа}$	

За даними гранулометричного аналізу суглинок з русла характеризується вмістом фракцій 70-90мм-13,1%, 20-40мм-6,7%, 10-20мм-9,4%, 5-10мм- 5,0%, 2-5мм - 15,2%, 1-2,0мм - 12,3%, 0,5-1,0мм - 12,9%, <0.5мм - 25.4%.

За ступенем морозонебезпечності суглинок відноситься до сільновспучуваних, на період пошуків, жовтень 2018 р.

ІГЕ 15. Гнейс PZ маломіцний.

Скельний ґрунт - гнейс Маломіцний характеризується щільністю:

нормативна - 2,40 г / см<sup>3</sup>,

для розрахунків по деформації - 2,38 г / см<sup>3</sup>,

для розрахунків за несучою здатністю - 2,37 г / см<sup>3</sup>.

Межа міцності на одноосьовий стиск в водонасиченому стані наступна:

нормативна - 8,6 МПа,

для розрахунків по деформації - 7,2 МПа,

для розрахунків за несучою здатністю - 6,8МПа.

ІГЕ 16. Гнейс PZ середньої міцності.

Скельний ґрунт - гнейс середньої міцності характеризується щільністю:

нормативна - 2,51 г / см<sup>3</sup>,

для розрахунків по деформації - 2,49 г / см<sup>3</sup>,

для розрахунків за несучою здатністю - 2,49 г / см<sup>3</sup>.

Межа міцності на одноосьовий стиск в водонасиченому стані наступна:

нормативна - 16,5 МПа,

для розрахунків по деформації - 14,7 МПа,

для розрахунків за несучою здатністю - 14,2 МПа.

## 1.5 Опис конструкції шляхопроводу

Шляхопровід залізобетонний за схемою 18 + 3x24 + 18. Повна довжина споруди: 108,76м. У поздовжньому профілі шляхопровід розташований на прямій з ухилом 6 ‰, в плані – на прямій ділянці.

Розмір проїжджої частини Г-8 + 2x1,0, поперечний ухил проїзної частини двоххилий – 20 ‰.

Підвалини та проміжні опори запроектовані двостовбчасті на буронабивних палях Ø1,7м.

У поперечному перерізі прогону сім балок, відстань між балками – 180см. Балки встановлюються на гумові опорні частини: 20x40x5,2-0,8

Прогонові будови моста прийняті з балок 24м .

Над опорами №1, №2, №3, №4, №5, №6 деформаційні шви «Тормоджойнт» згідно «Керівництва по застосуванню і монтажу конструкції деформаційного шва системи «Тормоджойнт» в проїзній частині автодорожніх мостових конструкцій».

Гідроізоляція влаштовується з «Техноеластміст Б» відповідно до "Керівництва по застосуванню гідроізоляційного матеріалу "Техноеластміст" для гідроізоляції залізобетонної плити проїзної частини мостових споруд".

Тротуари заниженого типу влаштовуються на консолях. Мостове полотно асфальтобетонне з металевим бар'єрним огородженням h-0,75м.

Конструкція бар'єрної огорожі з кроком стояків 1,0 м. Дане бар'єрне огородження відповідає вимогам до огорожувальних пристроїв на мостах згідно ГОСТ Р 52289-2004 «Правила застосування дорожніх знаків, розмітки, світлофорів, дорожніх огорожень і напрямних пристроїв», ГОСТ Р 52607-2006 «Огороження дорожні бічні для автомобілів».

Утримуюча здатність – 350 кДж.

Водовідвідні трубки встановлюються в швах замонолічування балок в межах смуг безпеки.

Сполучення моста з насипом здійснюється перехідними плитами довжиною бм з влаштуванням монолітних тротуарних плит довжиною 3м.

Для відсипки конусів за устоями на довжину по низу не менше 2,0 м і по верху не менше висоти підвалини від природної поверхні землі плюс 2м використовується скельний ґрунт VI групи.

Конуса зміцнюються бетонними плитами П-2 100х100х16.

В основі конусів встановлюються збірні залізобетонні упори У-1 розміром 40х50х150см. Для запобігання розмиву упорів в основі конусів влаштовується кам'яна рісберма з фракції 100-200мм.

Для запобігання розмиву і перезволоження підходів у початку і кінця моста передбачено влаштування.

Сходові сходи передбачені у початку моста з низової сторони, у кінця моста з верхової сторони.



## РОЗДІЛ 2

# АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БЕТОНУ

### 2.1 Вступ

Бетон – це будівельна суміш, яку утворюють цемент, вода і певні добавки. Він міцний, стійкий до різного роду впливів, а також і довговічний. Добавки використовують, щоб максимально поліпшити якість бетону, підвищити міцність об'єктів, зведених із його застосуванням, на багато-багато років, а також щоб прискорити будівництво і знизити витрати. З їх допомогою покращують технічні характеристики бетону, забезпечують антикорозійність, запобігають появі висолів на стінах, що руйнують бетонні плити і псують зовнішній вигляд. Якість же самих добавок залежить від компонентів, які виробники беруть для їх виготовлення.

Добавки для бетону набули популярності не так давно, але твердо закріпили свої позиції і постійно нарощують оберти застосування. І все це, завдяки найголовнішій із зазначених вище переваг – значній економії цементу, якої без використання додаткових речовин досягти неможливо.

Кожна з добавок має своє призначення і специфіку задіяння. Так, одні підходять для спекотного клімату і використовуються, щоб уповільнити затвердіння бетонної суміші. Інші підвищують якісні показники матеріалу, що застосовується на відкритому повітрі. Треті збільшують водонепроникність розчину, четверті надають морозостійкість, п'яті фарбують і т.д. Тому дуже важливо перед тим, як купити добавки до бетону, вивчити інформацію про їх властивості, характеристики, застосування, з'ясувати ефективність використання в конкретному випадку.

### 2.2 Класифікація добавок до бетону

Добавки можуть відрізнятися за місцем застосування бетону: для внутрішніх робіт і для зовнішніх. Також є їх хімічні (емульсії, порошки, водні розчини) та мінеральні, або тонкомелені (у формі порошків) види.

Згідно з головним розділенням за євростандартом весь комплекс цієї сировини класифікують на:

- пластифікатори і суперпластифікатори,
- водоутримувачі,
- збільшувачі водонепроникності,
- речовини, що залучають повітря,
- прискорювачі схоплювання (тужавіння) і твердіння,
- інгібітори схоплювання (тужавіння),
- також низка добавок-комплексів (сповільнювачі-пластифікатори, сповільнювачі-суперпластифікатори і прискорювачі схоплювання-пластифікатори).

\* Крім того, є добавки, що уповільнюють корозію, мінімізують утворення тріщин, ті, які застосовують у підводному бетонуванні та для збірного залізобетону.

Розгляньмо детальніше кілька основних з перерахованих видів цих матеріалів.

**Пластифікатори.** Це одні з найбільш доступних в економічному плані добавок. Компоненти бетонових сумішей, що надають їм або збільшують еластичність/пластичність/рухливість у процесі виготовлення і застосування. Вони спрощують диспергування складових, знижують температурний режим обробки, збільшують морозостійкість (іноді можуть негативно відбиватися на теплової стійкості). Деяким може бути властиве підвищення стійкості до вогню, світла і значних температур.

Пластифікатори повинні поєднуватися з полімером, мати низьку леткість, не мати запаху, бути хімічно інертними і стійкими до вимивання з полімеру рідинами.

Врешті, виділяють 3 основні заслуги цих добавок. Перша – це, власне, і є підвищення рухливості бетоносуміші шляхом розрідження. Друга – максимізація міцності бетону, завдяки зменшенню витрат води. Третя – економія цементу, яку дозволяє досягти зменшення співвідношення води та цементу.

**Суперпластифікатори.** Спеціально синтезовані добавки, що збільшують рухливість бетоносуміші без втрати міцності бетону. Вони дають більш стабільні результати від застосування, ніж пластифікатори, однак і коштують дещо дорожче.

**Добавки-комплекси.** Суміші з декількох інгредієнтів, які мінімізують негативні сторони один одного і збільшують загальний ефект.

**Протиморозні та прискорювальні** добавки. Перші дозволяють працювати з бетоном при малих температурах. Другі і виступають протиморозними агентами, і при позитивних показах термометра прискорюють затвердіння.

**Мінеральні добавки.** Порошки, сировиною для яких служать природні або техногенні матеріали. У воді не розчиняються, а крупність їх зерен становить не менше 0,16 мм. Завдяки їм можна витратити цемент економічно, а надійність експлуатації бетону підвищити в рази.

Коли мінеральні добавки заповнюють внутрішні порожнини цементу, його структура ущільнюється. У той же час, повітряні пори зменшуються в розмірах, а у цементу підвищується здатність реагування з наповнювачем.

**Гідроізоляційні агенти.** Підвищують гідроізоляцію бетону, впливаючи на його структуру. В процесі гідратації цементу формують кристалічний стан, який при взаємодії з водою дає еtringіт, що заповнює бетонні пори.

Цей тип добавок особливо актуальний для створення фундаментів при наявності ґрунтових вод, а також для басейнів, дамб, водних резервуарів, мостів, гребель та ін.

### **2.3. Сумісність добавок одна з одною**

Слід враховувати, що представники різних видів можуть бути як сумісні між собою, так і несумісні. Тому не зайвими будуть попередні випробування на сумісність. Якщо ж випробування провести немає можливості, необхідно ґрунтовно вивчити хімічну природу добавок, рекомендації щодо їх застосування, наприклад, ті, що стосуються послідовності введення. Тільки тоді вдасться і отримати максимально бажаний ефект, і уникнути будь-яких технологічних помилок.

### **2.4 Добавки для гідротехнічних бетонів**

Отримання довговічного гідротехнічного бетону і забезпечення його довгострокової безремонтної експлуатації можливо (в числі інших умов) завдяки використанню комплексу добавок.

Досвід будівництва ГТС показав, що гідротехнічний бетон практично не виробляють без спеціальних добавок, що забезпечують різні проектні вимоги:

- підвищену щільність;
- водонепроникність;
- морозостійкість;
- безусадочність;
- тріщиностійкість;
- регулювання технологічних властивостей бетонної суміші.

Загалом, добавки, застосовувані в бетонах і будівельних розчинах, повинні відповідати ДСТУ Б В.2.7-65-97 «Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Класифікація».

#### **9.4.1 Рекомендації щодо застосування**

Велика частина добавок додається в воду замішування при введенні її в бетонозмішувач або безпосередньо в міксер. Тривалість перемішування уточнюється в процесі відпрацювання технології з урахуванням вказівок в документах на добавку.

Для отримання необхідних властивостей бетонної суміші необхідно провести лабораторні випробування з метою оптимізації дозування добавки і складу бетонної суміші.

Ефективність дії добавок відповідно до критеріїв визначається за методиками випробувань, передбачених по ДСТУ Б В.2.7-65-97.

В даній роботі наведено найбільш ефективні добавки, призначені для виготовлення масивного гідротехнічного бетону різних проектних вимог від італійського виробника будівельної хімії «МАРЕІ» (див. Таблицю 2.1).



Таблиця 2.1 – Застосування добавок ЗАТ «МАРЕІ» в бетоні при будівництві та ремонті гідротехнічних і мостових споруд

№ з/п	Область застосування в ГС	Характеристика	Найменування
1	Масивний бетон зі зниженою екзотермією, з тривалим збереженням рухливості, з міцністю R 25 ÷ 40 МПа (блоки гребель, підвалини ГТС)	Суперпластифікатор, сповільнювач тужавіння	- Dynamon SR / Chronos - Mapetard SD 2000
2	Самоущільнюваний (литий) бетон без сегрегації для заповнення важкодоступних тонкостінних зон гідроспоруд (облицювання відводів, тунелів, пазові конструкції та ін.)	Комплекс суперпластифікатора і повітроутримуючих добавок	- Chronos / Dynamon SR - ViscofluidCSS/10
3	Пластичний і самоущільнюваний бетон класу C20/25 і вище при подачі на високі відмітки	Комплекс суперпластифікатора з модифікатором в'язкості	- Dynamon SR / Chronos - ViscofluidSCC/10 - Viscostar 3K
4	Високоморозостійкий самоущільнюваний бетон для будівництва та ремонту зони змінного горизонту	Комплекс суперпластифікатора і повітровтягуючої добавки	- Dynamon SR / Chronos - Mareair AE20
5	Високоміцні литі бетони для досягнення високої міцності в ранні терміни твердіння (При заміні обладнання; для торкретування; для кріплення анкерів)	Комплекс суперпластифікатора і прискорювача твердіння	- Dynamon SR - Marefast 3 додаванням Mareplast SF (на основі мікрокремнезема) - Marequick
6	Безусадні литі бетони з компенсованою усадкою	Комплекс суперпластифікатора і розширювач	- Dynamon SR / Chronos - Expancrete
7	Підводне бетонування		- Dynamon SR / Chronos - Mareplast UW

**Суперпластифікатори** на основі модифікованого акрилового полімеру для бетону, забезпечує низьке водоцементне відношення, довготривале збереження усадки конуса та надзвичайно високу механічну міцність.

Бетони з добавками Dynamon SR1, Dynamon SR2, Dynamon SR3 за своїми фізико-механічними властивостями відповідають даним в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Властивості бетонних сумішей з добавками Dynamon SR

	Властивості	Вимоги
1	Зниження водопотреби,%	не менше ніж на Dynamon SR1 – 15 %, Dynamon SR2 – 20 %, Dynamon SR3 – 20 % в порівнянні з контрольним складом

2	Міцність на стискання: при нормальному твердінні,%	Більш ніж на Dynamon SR1 – 35 %, Dynamon SR2 – 45 %, Dynamon SR3 – 30 % в порівнянні з контрольним складом У віці 3, 7 і 28 діб. і в віці 1 добу. при мінімальному дозуванні
3	Міцність на стискання: післятеплової обробки (ТО),%	Більш ніж на Dynamon SR1 – 20 %, Dynamon SR2 – 30 %, Dynamon SR3 – 20 % від контрольного складу після теплової обробки, і в віці 28 діб, при обов'язковій умові мінімальної дозування добавки.
4	Вміст повітря,%	Не більше контрольного складу
5	Розшаровуваність: водовідділ,% розчиновідділення,%	При рухливості П4 водовідділ не більше 1,2% розчино відділення не більше 4%
6	Збереження рухливості, хв (година)	Dynamon SR1 через 180 хв (3 години), Dynamon SR2 через 240 хв (4 години), Dynamon SR3 через 240 хв (4 години) після введення добавки, рухливість бетонної суміші залишається в межах марки П4 (16-20см)
7	Водонепронепроникність, W	Підвищення не менше ніж на одну марку в порівнянні з контрольним складом
8	Збільшення рухливості, П	При рівному водо-цементному відношенні Збільшення марки (осадки конуса) з П1 (1-4 см) до П4 (16-20см)
10	Міцність на стискання, %	У 28 добовому віці не менше 95% від міцності контрольного складу

Бетони з добавками Chronos VF 202 і Chronos VF 210 за своїми фізико-механічними властивостями відповідають даним в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Властивості бетонних сумішей з добавками Chronos VF

	Властивості	Вимоги
1	Зниження водопотреби,%	Chronos VF202 – 20 %, Chronos VF 210 – 20 % (у порівнянні з контрольним складом)
2	Підвищення міцності на стиск при нормальному твердінні, %	Більш ніж на Chronos VF202 – 30 %, Chronos VF 210 – 30 %, в порівнянні з контрольним складом у віці 3, 7 і 28 діб
3	Розшаровуваність: водовідділ,% розчиновідділення,%	При рухливості П4 водовідділення не більше 0,8% розчиновідділення не більше 4%

4	Збереженість рухливості, хв (година)	Через 240 хв (4 години) після введення добавки, рухливість бетонної суміші змінюється з 22 см (марка П5) до 16 см (марка П4)
5	Повітроутримання, %	Не більше ніж на 2% в порівнянні з контрольним складом
6	Водонепроникність, W	Підвищення не менше ніж на одну марку в порівнянні з контрольним складом
7	Збільшення рухливості, П	Збільшення рухливості з 1-4 см (марка П1) до 21-25 см (Марка П5)
8	Міцність на стискання, %	У 28 добовому віці не менше 95% від міцності контрольного складу

### **Уповільнювачі**

Marpetard SD 2000 – уповільнювач тужавіння для бетонів і цементних розчинів.

Marpetard SD 2000 рекомендований в тих випадках, де потрібна висока збереженість консистенції бетонної суміші і / або уповільнення гідратації цементу в ранні терміни.

MAPETARD зазвичай використовується для:

товарного бетону в жарку погоду;

бетонів, що подаються бетононасосами;

бетонування масивних конструкцій;

цементних розчинів з уповільненою гідратацією.

Marpetard SD2000 являє собою 15,5% водний розчин активних полімерів, який уповільнює гідратацію цементу і обмежує втрату рухливості бетонної суміші в жарку пору і при транспортуванні бетону на великі відстані. Збереження рухливості або уповільнення схоплювання можна отримати варіюванням дозування добавки в межах від 0,1 до 2% по масі цементу.

### **Модифікатори в'язкості**

Viscofluid SCC / 10 – модифікатор в'язкості для самоущільнюваних бетонів.

Viscofluid SCC / 10 – добавка, здатна збільшити в'язкість суміші, значно поліпшити стабільність, однорідність і стійкість до розшарування і Водовідділення. Для виробництва самоуплотнюючого бетону Viscofluid SCC / 10 рекомендується використовувати в комплексі з добавками лінії Dynamon і Chronos.

Viscofluid SCC / 10 є основним компонентом самоущільнюваних бетонів, що характеризуються високою плинністю без розшарування і водоотделення. Такі бетони володіють високою плинністю і можуть розподілятися на великі відстані від місця подачі суміші.

Введення Viscofluid SCC / 10 в бетонну суміш не змінює її плинність (рухливість), отриману за рахунок використання добавок лінії Dynamon і, в той же час, сприяє підвищенню зв'язності і однорідності суміші, яка практично не схильна до розшарування.

Дозування: 1-2 л на 100 кг цементу ( $d < 0,125$  мм).

VISCOSTAR 3K – високоефективна добавка-модифікатор в'язкості.

Viscostar 3K є рідкою добавкою, спеціально розробленою для виробництва товарних і збірних бетонів, коли потрібна підвищена плинність і відсутність сегрегації. Контроль в'язкості, що досягається при використанні Viscostar 3k, дозволяє виробляти самоущільнюваний бетон при частковій або повній відсутності заповнювач.

Завдяки спеціальній інноваційній формулі, Viscostar 3k є справжнім відкриттям в будівельній індустрії, а саме в тому, що шляхом зміни дозування стає можливим досягти такого рівня функціонування при якому вирішуються три специфічні проблеми і / або вимоги:

- поліпшення перекачування бетону;
- об'єднання дрібних і дуже дрібних частинок при виробництві бетону з щебеневого заповнювачем або з низькою дозуванням цементу;
- виробництво самоуплотнюючого бетону, який відповідає діючим нормам і стандартам по рухливості, розпливанням і стійкості до розшарування, без додавання мінералів (наповнювачів).

Viscostar 3K сумісний з добавками Dynamon і Chronos.

Дозування за об'ємом:

Від 0,3 до 0,6 л на  $m^3$  бетону, якщо застосовується для перекачування.

Від 0,5 до 1,5 л на  $m^3$  бетону, якщо застосовується для поліпшення якості розчину при поганій якості піску.

Від 1 до 2,5 л на  $m^3$  бетону, якщо застосовується замість мінеральних добавок для самоущільнюваного бетону.

### **Повітровтягувальні добавки**

Marair AE 20 – повітровтягуюча добавка для бетону, стійкого до циклів заморожування/відтанення.

Поверхнево-активна добавка для залучення мікробульбашок повітря в бетон. Галузь застосування:

- гідравлічні роботи (дамби, канали, плавальні басейни, резервуари), експлуатовані в холодному кліматі;
- фундаменти, плити перекриття, тунелі і автомобільні парковки, схильні до дії дощової води і низьких температур;
- структурні елементи з бетону (панелі, балки перекриття і т.д.).

Основні технічні характеристики цементних сумішей з повітровтягувальною добавкою:

- стійкість до циклів заморожування-відтавання;
- поліпшення подачі бетону з низьким вмістом дрібнозернистого піску;
- зменшення розшарування бетону, зробленого з легких наповнювачів.



Витрати: від 0,2 до 0,8 літрів на кожні 100 кг цементу. Якщо бетон містить летючу золу, кварцовий пил або суперпластифікатори, доза може бути трохи збільшена.

### **Прискорювачі тверднення**

Група добавок: Mapefast CF / L, Mapefast CF / P, Mapefast HA, Mapefast 1.

Mapefast є високоефективною добавку, яка прискорює твердіння, не містить хлориди.

Галузь застосування:

- для приготування і укладання звичайного або армованого бетону в зимовий період;

- для приготування цементних розчинів в зимовий період;

- переставні опалубні блоки;

- виробництво збірних армованих бетонних елементів і бетонних розчинів на будівельних майданчиках при зменшенні часу для обробки і розпалубки бетону, включаючи вібропресований бетон (труби, підлоги, блоки і т.д.).

При використанні Mapefast досягаються наступні характеристики:

- висока швидкість набору міцності бетону на ранній стадії (після 24-годинної витримки) в порівнянні з бетоном без добавки, при низьких температурах;

- відсутність втрати кінцевої механічної міцності;

- легша і швидка розпалубка;

- усунення проблем, що виникають при заморожуванні бетону.

Дозування:

Mapefast CF / L: 0,75 – 1,5 л на 100 кг цементу

Mapefast CF / P: 1,0 – 2,0 кг на 100кг цементу

Mapefast HA: 0,8 – 1,5 л на 100 кг цементу

Mapefast 1: 1,0 – 2,0 кг на 100 кг цементу

Mapefast можливо використовувати разом з пластифікаторами і суперпластифікатори ліній Chronos, Dynamon і Mapefluid d, Viscostar 3K або Viscofluid SCC / 10, Expancre te SF

### **Безлужні прискорювачі для торкретбетону**

Marequick може використовуватися як при сухому, так і при мокрому способах торкретування.

Завдяки прискореному набору міцності і відсутності лугів добавка застосовується для приготування якісного торкретбетону з високою механічною міцністю і дуже коротким (0-60 хвилин), коротким (1-24 години) і тривалим часом витримки бетону (більше 24 годин).

Marequick не тільки впливає на протікання реакції гідратації, значно скорочуючи час схоплювання, але також дозволяє бетону набрати міцність протягом декількох хвилин після нанесення, практично без втрат міцності в разі тривалого витримування бетону, в порівнянні з бетонами, приготованими без прискорювача. Через відсутність лугу Marequick не викликає щелочно-

агрегированную реакцію, а бетон, приготований з цим прискорювачем НЕ вилуговується, як в порівнянні зі звичайними лужними акселераторами.

Витрати:

Мареquick AF 1000 – 3..8 кг на кожні 100 кг цементу

Мареquick AF 300 Dry – 2..6 кг на кожні 100 кг цементу

Мареquick AF 200 – 3..8 кг на кожні 100 кг цементу

Мареquick AF 3000N – 3..8 кг на кожні 100 кг цементу

Мареquick AF 2000 – 3..8 кг на кожні 100 кг цементу

Мареquick AFK 777T – 3..8 кг на кожні 100 кг цементу

### **Протиусадочні добавки**

Expancrete – розширювальний агент для бетону з компенсованою усадкою, порошковий неорганічний продукт, призначений для додавання в інші компоненти бетону з метою компенсації усадки при висиханні.

Призначений для виробництва бетону та будівельних розчинів з компенсованою усадкою.

Приклади застосування для:

- ємностей і цистерн для води;
- стін в ґрунті;
- промислових підлог і тротуарів дорого;
- водоочисних заводів;
- бетонних дамб;
- обробки тунелів.

Ступінь розширення залежить від кількості використовуваних розшир. агентів, водо-цементного відношення, розміру і типу заповнювача, типу і вмісту цементу.

На розширення також впливає час змішування, температура, метод і тривалість твердіння.

Як правило, всі фактори, що прискорюють ступінь гідратації цементної суміші викликають зниження ступеня розширення. Частина цієї реакції відбувається, коли суміш знаходиться в пластичному стані: наприклад, тривалий час змішування, високі температури або високе водо-цементне відношення стають причиною зниження ступеня розширення.

Мінімальна процентне співвідношення арматури, наприклад відношення кількості арм-х стрижнів до ділянки бетону не може становити менше 0,15%.

Дозування: 5-8 кг на кожні 100 кг цементу.

### **Добавка для підводного бетонування**

Мареplast UW-протирозмивна добавка, що забезпечує міцність зчеплення, призначена для підводного бетонування.

Завдяки особливому складу Мареplast UW дозволяє виробляти заливку бетону без розмиву, навіть при бетонуванні в відкритих або проточних водах.

Мареplast UW може використовуватися для всіх видів підводного бетонування:

- підводне бетонування будівельних елементів;

- ремонтні і відновлювальні роботи.

Застосування різних способів заливки:

- подача за допомогою насоса або трубопроводу;

- стандартна заливка безпосередньо з ємності, в якій подають бетон;

- заливка уздовж лінії опалубки.

При змішуванні Mapelast UW з суперпластифікатором лінії Dynamon або Chronos бетон стає придатним для підводного бетонування і набуває наступні характеристики:

- стійкість без розшарування;

- самоущільнюваність;

- легкість при перекачуванні.

Витрати: 5..10 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону.

## 2.5 Вторинний захист бетонних поверхонь

**Mapelastic** – двокомпонентний еластичний цементний розчин для гідроізоляції бетону, басейнів, балконів, терас, ванних та душових кімнат. Створений на цементних в'язучих, дрібнозернистих добірних заповнювачах, спеціальних добавках і синтетичних полімерах у водній дисперсії, замішаних у відповідності з рецептурою, розробленою в дослідницьких лабораторіях компанії Mapei. Після змішування двох компонентів продукт перетворюється в однорідну суміш, яка легко наноситься на вертикальні і горизонтальні поверхні при товщині шару до 2 мм.

Завдяки високому вмісту якісних синтетичних смол, шар Mapelastic залишається постійно еластичним, повністю водонепроникним при тиску до 1,5 бар і стійкий до впливу солей, сульфатів, хлоридів і вуглекислого газу.

Mapelastic відмінно зчіплюється з бетонними поверхнями, кам'яною кладкою, керамікою і мармуром, за умови, що вони тверді і повністю очищені.

Ці властивості означають, що конструкція, добре захищена, і гідроізоляція за допомогою Mapelastic працює навіть під впливом несприятливих умов, в прибережних зонах з високим вмістом солей в атмосфері або в промислових районах, де повітря сильно забруднене. Технічні характеристики наведено у розділі 9.6.

**Mapelastic Smart** – двокомпонентний високоеластичний цементний розчин для гідроізоляції та захисту від дії агресивних речовин бетонних поверхонь: фундаментів, підпірних стін, балконів, терас, басейнів, наноситься щіткою або валиком (\*різновид **Mapelastic**).

**Idrosilex Pronto** – осмотичний цементний розчин для гідроізоляції бетонних конструкцій, підходить і при контакті з питною водою.

**Elastocolor Paint** – високоеластична фарба зі здатністю перекривати тріщини.

Галузь застосування:

- фарбування потрісканих фасадів і бетонних споруд, схильних до деформацій.

- захист бетонних споруд від карбонізації, схильних до невеликим деформацій під навантаженням.

- захист та декорування штукатурок з волосяними тріщинами, в тому числі раніше пофарбованих, суцільним еластичним шаром.

- захист тонких, збірних елементів, схильних до розтріскування.

Elastocolor Paint являє собою однокомпонентну фарбу на основі акрилових смол у водній дисперсії, яка утворює плівку на поверхні під впливом природного світла.

Після повного висихання Elastocolor Paint формує еластичний захисний шар, непроникний для води і агресивних атмосферних речовин ( $\text{CO}_2$  - вуглекислота і  $\text{SO}_2$  - сірководень), залишаючись при цьому паропроникним.

Elastocolor Paint має стійкість до старіння, заморожування і до впливу солей. Завдяки фотохімічної реакції утворення плівки, поверхні, оброблені Elastocolor Paint, стають важкозабруднюваними.

Витрата багато в чому залежить від поглинання і шорсткості основи, використовуюваного кольору і використовуюваної техніки нанесення. При нормальних умовах витрата зазвичай становить 0,2-0,4 кг / м<sup>2</sup> на два шари.

**Colorite Beton** – напівпрозора акрилова фарба.

Деякі приклади застосування:

- захист бетонних і залізобетонних поверхонь, коли необхідно досягти однорідності кольору поверхні, при цьому залишається «природний» або «опалубочний» зовнішній вигляд поверхні цементних конструкцій.

- захист з метою захисту звичайних цементних поверхонь піддаються впливу агресивних забруднюючих реагентів в промисловому середовищі, таких як вихлопні гази і кислотні дощі, а також для зменшення пошкоджень, що викликаються карбонізацією.

Colorite Beton являє собою напівпрозору фарбу для нанесення на стіни зовні приміщень, виготовлену з чистої акрилової смоли в водній дисперсії.

Colorite Beton захищає цементні поверхні від пошкоджень, що викликаються  $\text{CO}_2$  (коксування) і  $\text{SO}_2$ .

Colorite Beton стійкий до всіх кліматичних умов і агресивного впливу смогу, солі і сонячного світла і забезпечує довгостроковий захист поверхні.

Colorite Beton захищає основу, зберігає привабливий зовнішній вигляд поверхні, з вирівнюванням однорідності кольору, не змінюючи структуру поверхні.

## **2.6 Технічні рішення та матеріали, впроваджені у проект**

### **2.6.1 Додатки для бетону**

До конструкцій, що виготовляють прямо на будівельному майданчику (монолітні), належать буронабивні палі.



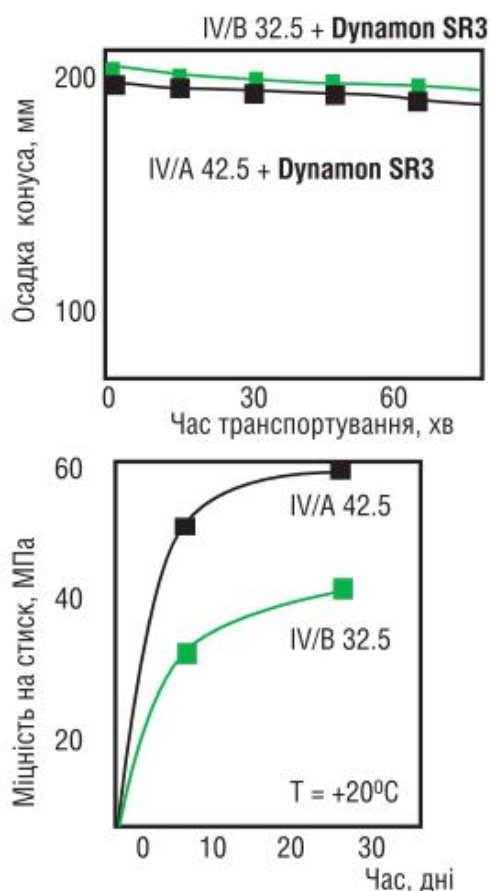
З-поміж широкого спектру представлених у попередніх розділах рішень прийнято комплекс домішок, складений із суперпластифікатора і модифікатора в'язкості (повітроутримуюча добавка), див. табл. 2.1. Для наочності частину таблиці 9.1 наведено нижче із обраним варіантом.

Таблиця 2.1 (частина) – Застосування добавок ЗАТ «МАРЕІ» в бетоні при будівництві та ремонті гідротехнічних і мостових споруд

№ з/п	Область застосування в ГС	Характеристика	Найменування
2	Самоущільнюваний (литий) бетон без сегрегації для заповнення важкодоступних тонкостінних зон гідроспоруд (облицювання відводів, тунелів, пазові конструкції та ін.)	Комплекс суперпластифікатора і повітроутримуючих добавок	- Dynamon SR 3 - Viscofluid CSS/10

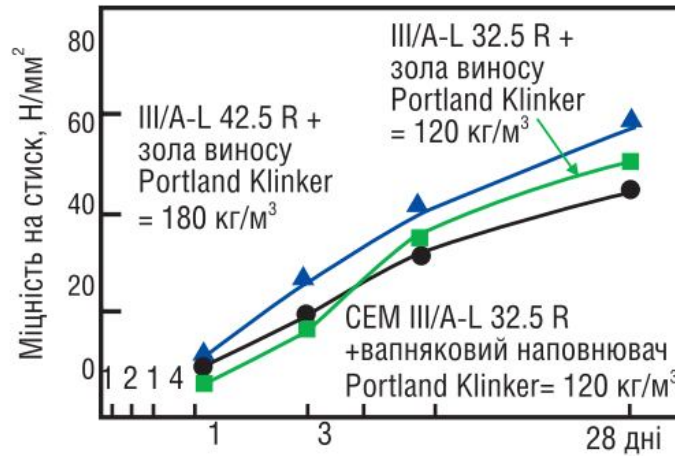
Даний вибір обґрунтовано технологічними особливостями виготовлення буронабивних паль, які обумовлено: показниками розшаровування бетонної суміші, зручністю її укладання, можливостями ущільнення / вібрування (необхідність самоущільнення), необхідністю швидкого набору міцності.

Для наочності представлено графіки міцності та легкоукладальності бетонних сумішей з використанням зазначених добавок:



**Графік 1** - Легкоукладальність і міцність на стиск бетонів на основі пуццоланових цементів типу IV/A 42.5 і IV/B 32.5 з використанням **Dynamon SR3** при температурі +20°C.

**Графік 2** - Міцність на стиск самоущільнюваного бетону з **Viscofluid SCC** і **Dynamon SR3** при температурі +20°C.



$R_{sk} = 55 \text{ Н/мм}^2$   $R_{sk} = 45 \text{ Н/мм}^2$   $R_{sk} = 40 \text{ Н/мм}^2$

## 2.6.2 Захист бетонних конструкцій

Зважаючи на універсальність і технологічність матеріалу, для захисту і гідроізоляції конструкцій мосту було рекомендовано двохкомпонентний еластичний склад, створений на цементних в'язучих, дрібнозернистих добірних заповнювачах, спеціальних добавках і синтетичних полімерах у водній дисперсії Mapelastic, див. табл. 2.4 та рис. 2.3.



Рис. 2.3 Захист МАPELASTIC бетону від прискорення карбонізації (30 % CO<sub>2</sub>)

Таблиця 2.4 Технічні характеристики МАPELASTIC

ТЕХНІЧНІ ХААРКТЕРИСТИКИ (типові значення)		
ОСОБЛИВОСТІ ПРОДУКТУ		
	компонент А	компонент Б
консистенція:	порошок	рідина
колір:	сірий	білий

Об'ємний вагу (г / см3):	1,4	-
Щільність (г / см3):	-	1.1
Твердий сухий залишок (%):	100	50
<b>ДАНІ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ (при тем-ре + 23 ° С і відносна. Вл. 50%)</b>		
Колір суміші:	сірий	
Співвідношення змішування:	компонент А: компонент Б = 3: 1	
консистенція:	пластична, що обробляється шпателем	
щільність суміші (кг / м3):	1.700	
Щільність після застосування пульверизатора (кг / м3):	2.200	
Температура застосування:	від + 8 ° С до + 35 ° С	
Час життя замісу:	60 хвилин.	
<b>ПРИКІНЦЕВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>		
Адгезія до бетону (Н / мм2):		
- після 28 днів при тем-ре + 23 ° С і відносна. вол. 50%:	1,1	
- після 7 днів при тем-ре + 23 ° С і відносна. вол. 50%		
+ 21 день у воді:	0,6	
Розтягування DIN 53504 (змінений) (%) :: - після 28 днів при + 23 ° С і відносна. вол. 50%	30	
Гидрозащита EN 12390/8 (змінений) (1,5 бар, 7 днів):	гідрозахист	
Стягування тріщин неармованим Mapelastic (мм):		
- після 28 днів при + 23 ° С і відносна. вол. 50%:	0,8	
- після 7 днів при + 23 ° С і відносна. вол. 50%		
+ 21 днів у воді:	0,6	
- після 7 днів при + 23 ° С і відносна. вол. 50%		
+ 24 місяці в воді:	0,5	
Стягування тріщин мембраною Mapelastic, армованої сіткою зі скловолокна (мм): - після 28 днів at + 23 ° С і відносній вол. 50%:	1,5	
Стягування тріщин Mapelastic, армованим Mapetex Sel (мм) - через 28 днів при тем-ре + 23 ° С і відносній вологості 50%:	> 3	

### 3.1 Вихідні дані

- Залізобетонний міст через річку Інгулець запроектований за схемою 18 + 24м + 24м + 24 + 18м.
- Повна довжина моста 108,76 м.
- Прийнятий габарит мосту Г-8 + 2 × 1. Розмір моста запроектований відповідно до вимог ДБН В.2.3-14:2006 «Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування».
- Ширина проїжджої частини-6 м
- Ширина смуг безпеки-1,0 м
- Ширина тротуаров-1 м
- Поперечний переріз komponується з 6 балок таврового перетину з попереднього напруження арматурою, висотою 1,23 м. Пролітна будова довжиною 24 і 18 м із залізобетонних цельноперевозимих балок, армованих горизонтальними пучками, прийнятих за типовим проектом 3.503.1-81. Матеріал балки: бетон класу В35, поздовжнє напружена арматура класу В-1400, ненапружена арматура класу А-540.

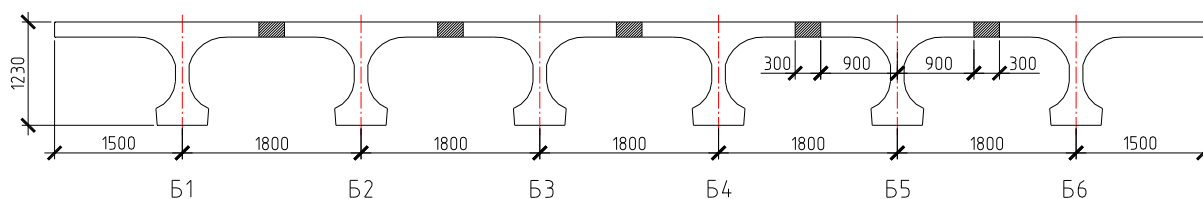


Рисунок 3.1 Поперечний переріз конструкції прольоту моста

Для окремих балок прийнято позначення Б1, Б2 ... Б6. Опалубочні розміри балок прогонової будови за типовим проектом серії 3.503.1-81.

Об'єднання балок прогонової будови проводиться замонолічуванням поздовжніх швів петлевого стику шириною 30 см, який з'єднує полки прилеглих балок вздовж усього прольоту. Для цього проміжні балки мають випуски арматури з двох сторін на бічних поверхнях звисів верхньої полиці. Крайні балки мають випуски арматури з одного боку для їх зв'язку з проміжними балками.

На крайніх балках пролітної будови розташовуються бар'єрні і перильні огороження.

Одяг шляхового полотна моста має наступну конструкцію: по верхній поверхні балок прогонової будови влаштовується вирівнюючий шар товщиною 3 см з бетону класу В 25 армований сіткою з дроту діаметром 2,5 мм, Зверху - двошарове асфальтобетонне покриття товщиною 7 см.

### 3.2 Збір навантажень

Навантаження на польотний будова мосту прийняті відповідно до п. 2.12 [1], а так само враховані нові вимоги щодо ГОСТ 52748-2007



«Нормативні навантаження, розрахункові схеми навантаження і габарити наближення.»

Міст розраховується на кілька видів завантажень, кожне з яких складається з поєднання постійних навантажень або поєднання постійних і тимчасових навантажень.

Навантаження діляться на постійні і тимчасові.

- 1) Постійні навантаження - власна вага балок прогонової будови і стиків між ними, власна вага тротуарних блоків та перил, власна вага одягу їздового полотна і тротуарів.
- 2) Тимчасові навантаження - вплив від рухомого складу, пішоходів, вітрові навантаження.

Споруди, що влаштовуються при перетині автомобільними дорогами природних або штучних перешкод повинні розраховуватися на наступні тимчасові навантаження:

АК - нормативне навантаження від автомобілів.

НК - нормативне навантаження від нестандартних транспортних засобів, що пропускаються в спеціальному режимі.

Клас навантаження А14 відповідно до пункту 4.1 [2].

$P = 14$  тс;  $V = 1,4$  тс

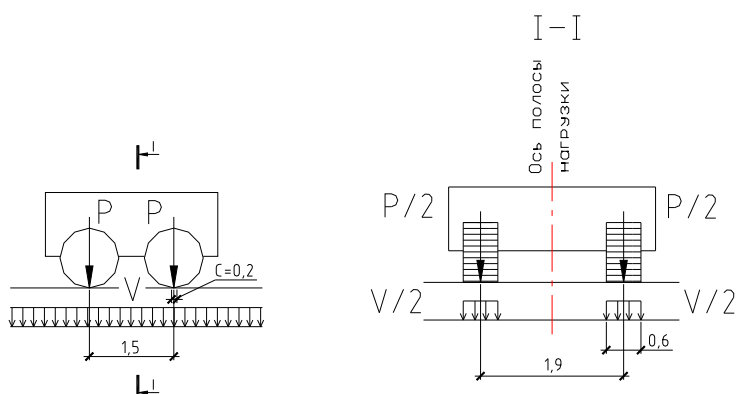


Рисунок 3.2 Схема навантаження А14

Клас навантаження НК100,8 відповідно до пункту 4.1 [2].

$P = 25$  тс

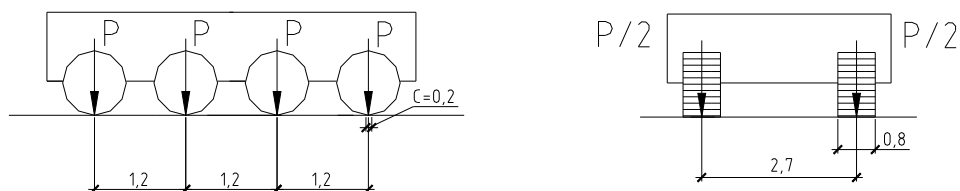


Рисунок 3.3 Схема навантаження НК-100,8

Коефіцієнти надійності за навантаження відповідно до табл. 14 [1].

- навантаження А14
- $\gamma_{тел} = 1,5$ ;  $\gamma_f = 1,2$
- Навантаження НК-100,8.

- $\gamma_{\text{тел}} = 1,0$

Коефіцієнти динамічності, який застосовується до навантаження від рухомого складу відповідно до пункту 2.22 [1].

Для навантаження А14

$$1 + \mu = 1 + \frac{45 - \lambda}{135}, \text{ Де } \lambda - \text{ довжина завантаження.}$$

$$1 + \mu = 1 + \frac{45 - \lambda}{135} = 1,16$$

Для навантаження НК-100,8

$$1 + \mu = 1,10 \text{ при } \lambda \geq 5,0 \text{ м;}$$

Для НК100 рухається колоною застосовується понижуючий коефіцієнт  $\gamma_{\text{кол}} = 0,75$

Нормативна тимчасова навантаження для пішохідних тротуарів (від натовпу) згідно п. 2.12 [1] обчислюється за формулою:

$$p = 400 - 2 \lambda \geq 200 \text{ кгс / м}^2$$

$\lambda$  - відстань між осями опорних частин балки.

$$p = 400 - 2 \times 23,4 = 353,2 \text{ кгс / м}^2$$

Приймаємо опору у вигляді рами затисненої на рівні верху підстави (лінії місцевого розмиву). Розрахункова схема рами розбита на кінцеві стрижневі елементи.

### 3.2.1 Розрахунок власної ваги покриття проїжджої частини і тротуарів

Покриття моста складається з:

- Вирівнюючого шару бетону В25
- гідроізоляції
- Захисного шару бетону
- асфальтобетонного покриття

Сп. м = 13,5 м × 23,4 м = 315,9 м<sup>2</sup> (площа всієї поверхні моста)

1), що вирівнює шар бетону:

$$hb = 0,03 \text{ м; } \rho = 2,5 \text{ т / м}^3$$

$$q = \rho hb \text{ Сп. м} = 2,5 \times 0,03 \times 315,9 = 22,27 \text{ т}$$

2) Гідроізоляція:

$$hb = 0,04 \text{ м; } \rho = 1,5 \text{ т / м}^3$$

$$q = \rho hb \text{ Сп. м} = 1,5 \times 0,04 \times 315,9 = 18,95 \text{ т}$$

3) Захисний шар бетону:

$$hb = 0,04 \text{ м; } \rho = 2,35 \text{ т / м}^3$$

$$q = \rho hb \text{ Сп. м} = 2,35 \times 0,04 \times 315,9 = 29,69 \text{ т}$$

4) Асфальтобетонне покриття:

$$hb = 0,07 \text{ м; } \rho = 2,3 \text{ т / м}^3$$

$$q = \rho hb \text{ Сп. м} = 2,3 \times 0,07 \times 315,9 = 50,86 \text{ т}$$

5) Металева огорожу:

$$q = 0,042 \times 23,4 = 0,91 \text{ т}$$

$$\text{з двох сторін} = 1,96 \text{ т}$$

Таблиця 3.1 Нормативні та розрахункові постійні навантаження від ваги покриття прольоту моста

Шари	Нормативні навантаження	Коеф. надійн.	Розрахункові навантаження
вирівнюючий шар бетону	$q_n = \frac{22,27}{315,9} = 0,07 \text{ т/м}^2$	$\gamma = 1,3$	$q_p = 0,07 \times 1,3 = 0,0916 \text{ т/м}^2$
гідроізоляція	$q_n = \frac{18,95}{315,9} = 0,06 \text{ т/м}^2$	$\gamma = 1,3$	$q_p = 0,06 \times 1,3 = 0,078 \text{ т/м}^2$
Захисний шар бетону	$q_n = \frac{29,69}{315,9} = 0,094 \text{ т/м}^2$	$\gamma = 1,3$	$q_p = 0,094 \times 1,3 = 0,122 \text{ т/м}^2$
асфальтобетонне покриття	$q_n = \frac{50,86}{315,9} = 0,161 \text{ т/м}^2$	$\gamma = 1,5$	$q_p = 0,161 \times 1,5 = 0,2415 \text{ т/м}^2$
металеві перила	$q_n = \frac{1,96}{315,9} = 0,0062 \text{ т/м}^2$	$\gamma = 1,1$	$q_p = 0,0062 \times 1,1 = 0,0068 \text{ т/м}^2$
$\Sigma q$	$\Sigma q_n = 0,391 \text{ т/м}^2$		$\Sigma q_p = 0,54 \text{ т/м}^2$

### 3.2.2. Тимчасові (нормативні і розрахункові) навантаження

Навантаження А14 по п. 4.1 [2]

Навантаження на вісь -14 тс (Р)

Рівномірно-розподілене навантаження від колії- $0,1 \times 14 = 1,4 \text{ тс (V)}$

Таблиця 3.2

Вид навантаження	Нормативне на одне колесо	Розрахункове на одне колесо
Точкова від одного колеса	$P / 2 = 7 \text{ тс}$	$P / 2 = 7 \times 1,5 \times 1,16 = 12,18 \text{ тс}$
розподілена по довжині прольоту	$V / 2 = 0,7 \text{ тс}$	$V / 2 = 0,7 \times 1,5 \times 1,16 = 1,218 \text{ тс}$

Навантаження від натовпу (А14):

$$p = 400 - 2 \times 23,4 = 0,3532 \text{ тс / м}^2$$

$$q_n = 0,3532 \text{ тс / м}^2 \quad \gamma_f = 1,2 \quad q_p = 0,3532 \times 1,2 = 0,42384 \text{ тс / м}^2$$

Навантаження НК-100,8 по п. 4.1 [2]

Навантаження на вісь-25,2 тс (Р)

Таблиця 3.3

Вид навантаження	Нормативне на одне колесо	Розрахункове на одне колесо
Від одного колеса	$P / 2 = 12,6 \text{ тс}$	$P / 2 = 12,6 \times 1,1 = 13,86 \text{ тс}$

### 3.2.3 Розрахункова постійне навантаження на елементи опори

Обчислення навантажень ведеться з урахуванням вимог норм проектування [4].

1. Рівномірно розподілене навантаження від ваги опори:

$$Q_{оп} = u_f \times \pi \times R^2 \times v = 1,1 \times 3,14 \times 0,752 \times 2,5 = 4,86 \text{ тс / м.}$$

R - радіус опори;

$u_f$  - коефіцієнт надійності за навантаженням;

v - об'ємна вага залізобетону.

2. Рівномірно розподілене навантаження від ваги ригеля:

$$q_r = b \times h \times u_f \times v = 1,25 \times 0,7 \times 1,1 \times 2,5 = 2,4 \text{ тс / м.}$$

b, h - перетин ригеля.

3. Власна вага крайніх балок польотного будови:

$$F_k = (F_{bk} + F_{mk}) u_f = (39,4 + 1,48) \times 1,1 = 44,97 \text{ тс.}$$

$F_{mk}$  - вага монолітного ділянки крайньої балки;

$F_{bk}$  - вага крайньої балки без монолітного ділянки.

4. Власна вага проміжних балок:

$$F_{п} = (F_{bp} + F_{mp}) u_f = (37,23 + 2,96) \times 1,1 = 44,21 \text{ тс.}$$

$F_{mp}$  - вага монолітного ділянки проміжної балки.

5. Навантаження від тротуару і металевих перил:

$$F_{тр} = Q_{тр} \times L \times u_f = 0,57 \times 24 \times 1,1 = 15,1 \text{ тс.}$$

L - довжина прольоту (балки).

$$F_{п} = q_{п} \times L \times u_f = 0,042 \times 24 \times 1,1 = 1,1 \text{ тс.}$$

$Q_{тр}$ ,  $q_{п}$  - вага одного погонного метра тротуару і перил.

6. Навантаження від підстави:

$$P_{осн} = p_o \times L \times u_f = 0,28 \times 24 \times 1,3 = 8,74 \text{ тс.}$$

7. Навантаження від асфальтобетонного покриття:

$$P_{озфас} = p_a \times L \times u_f = 0,25 \times 24 \times 1,5 = 9 \text{ тс.}$$

Сумарне навантаження передається від крайніх балок на ригель:

$$F = F_{п} + P_{осн} + P_{озфас} = 44,97 + 8,74 + 9 = 62,71 \text{ тс.}$$

Для проміжних балок:

$$F = F_{п} + P_{осн} + P_{озфас} = 44,21 + 8,74 + 9 = 61,95 \text{ тс.}$$

### 3.2.4 Розрахункове вітрове навантаження

Згідно ДБН В.2.3-14:2006 «Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування». [4] нормативну інтенсивність горизонтальної поперечної вітрового навантаження слід приймати не менше 180 кгс / м<sup>2</sup> ( $w = 0,18 \text{ тс / м}^2$ ).

Вітрове навантаження прикладаємо до опорі моста у вигляді зосередженої сили W зібраної з вантажної площі:

$$W = w \times L \times u_f = 0,18 \times 24 \times 1,5 = 6,48 \text{ тс.}$$

### 3.2.5 Розрахункова льодове навантаження

Навантаження від рухомих крижаних полів на опори мостів з вертикальною передньою гранню необхідно приймати за найменшим значенням з яких визначали за формулами [4]:

При прорізуванні опорою льоду:

$$F1 = y1 \times Rzn \times b \times t$$

При зупинці крижаного поля опорою:

$$F2 = 0,4V \times \sqrt{y_2 \times A \times R_{zn}}$$

$y_1, y_2$  - коефіцієнт форми опори;

$Rzn$  - опір льоду роздроблення;

$b$  - ширина опори на рівні дії льоду;

$t$  - товщина льоду;

$V$  - швидкість руху крижаного поля;

$A$  - площа крижаного поля.

Опір льоду роздроблення визначається за формулою:

$$Rzn = Kn \times Rz1$$

$Kn$  - кліматичний коефіцієнт для даного району.

У початковій стадії льодоходу:

$$Rzn = Kn \times Rz1 = 1,25 \times 75 = 93,75 \text{ тс / м}^2.$$

При найвищому рівні льодоходу:

$$Rzn = Kn \times Rz1 = 1,25 \times 45 = 56,25 \text{ тс / м}^2.$$

При прорізуванні опорою льоду:

При першій зрушення:

$$F11 = 0,9 \times 93,75 \times 1,5 \times 1,0 = 126,56 \text{ тс.}$$

При найвищому рівні льодоходу:

$$F21 = 0,9 \times 56,25 \times 1,5 \times 1,0 = 75,94 \text{ тс.}$$

При зупинці крижаного поля опорою:

При першій зрушення:

$$F11 = 0,4 \times 0,4 \times 1,0 \sqrt{2,4 \times 982,26 \times 93,75} = 75,22 \text{ тс.}$$

При найвищому рівні льодоходу:

$$F11 = 0,4 \times 0,4 \times 1,0 \sqrt{2,4 \times 982,26 \times 56,25} = 58,26 \text{ тс.}$$

### 3.2.6 Розрахункова поперечна навантаження

Нормативне горизонтальне поперечне навантаження від ударів коліс приймається у вигляді зосередженої сили, прикладеної на рівні верха проїзної частини.

$$P = 0,6 \times K = 0,6 \times 14 = 8,4 \text{ тс.}$$

Розрахункове навантаження дорівнює:

$$P = P \times yf = 8,4 \times 1,2 = 10,1 \text{ тс.}$$



### 3.2.7 Розрахункове навантаження від гальмування

Нормативна поздовжня сила гальмування від автотранспорту приймається  $2,5K$ .

Розрахункова сила від гальмування автотранспорту:

$$T = 2,5 \times K \times \gamma f = 2,5 \times 14 \times 1,2 = 42 \text{ тс.}$$

$$\frac{T}{3} = \frac{42}{3} = 14 \text{ тс.}$$

Навантаження прикладається на рівні верху опори.

### 3.2.8 Розрахункове навантаження на тротуари від "натовпу"

Навантаження з тротуарів на проміжну опору визначаємо згідно п. 2.21 норм [4].

Розрахункове навантаження дорівнює:

$$R_{\text{тр}} = q_n \times b \times L \times \gamma f = 0,4 \times 1 \times 24 \times 1,2 = 11,52 \text{ тс.}$$

$q_n$  - нормативна тимчасова навантаження на тротуар;

$b$  - ширина тротуару;

$\gamma f$  - коефіцієнт надійності навантаження.

## 3.3 Складання розрахункової моделі і розрахунок в Lira

Складемо розрахункову схему прогонової будови моста з використанням програмного комплексу "ЛІРА".

Програмний комплекс "ЛІРА 9.2" реалізує на ПК метод кінцевих елементів (КЕ). У ньому будівельна конструкція представляється у вигляді сукупності плоских, стрижневих або об'ємних кінцевих елементів. На цю сукупність накладається ряд обмежень, що імітують умови закріплення, з'єднання окремих частин конструкцій, матеріал конструкції, вид арматури і т.д. Задаються навантаження і поєднання навантажень, що діють на конструкцію. Після рішення задачі методом переміщень в частині визначення зусиль і напружень в спорудах або в конструкціях, дані з армування перетинів видаються в графічній формі.

В основу розрахунку покладено метод кінцевих елементів в переміщеннях. В якості основних невідомих прийняті наступні переміщення вузлів.  $X$  лінійне по осі  $XU$  лінійне по осі  $YZ$  лінійне по осі  $ZUX$  кутовий навколо осі  $XUY$  кутовий навколо осі  $YUZ$  кутовий навколо осі  $Z$ .

У ПК "ЛІРА 9.2" реалізовані положення наступних розділів СНиП (з урахуванням змін на 1.01.97): СНиП 2.01.07-85 \* << Навантаження і впливи >> СНиП 2.03.01-84 \* << Бетонні та залізобетонні конструкції >>.

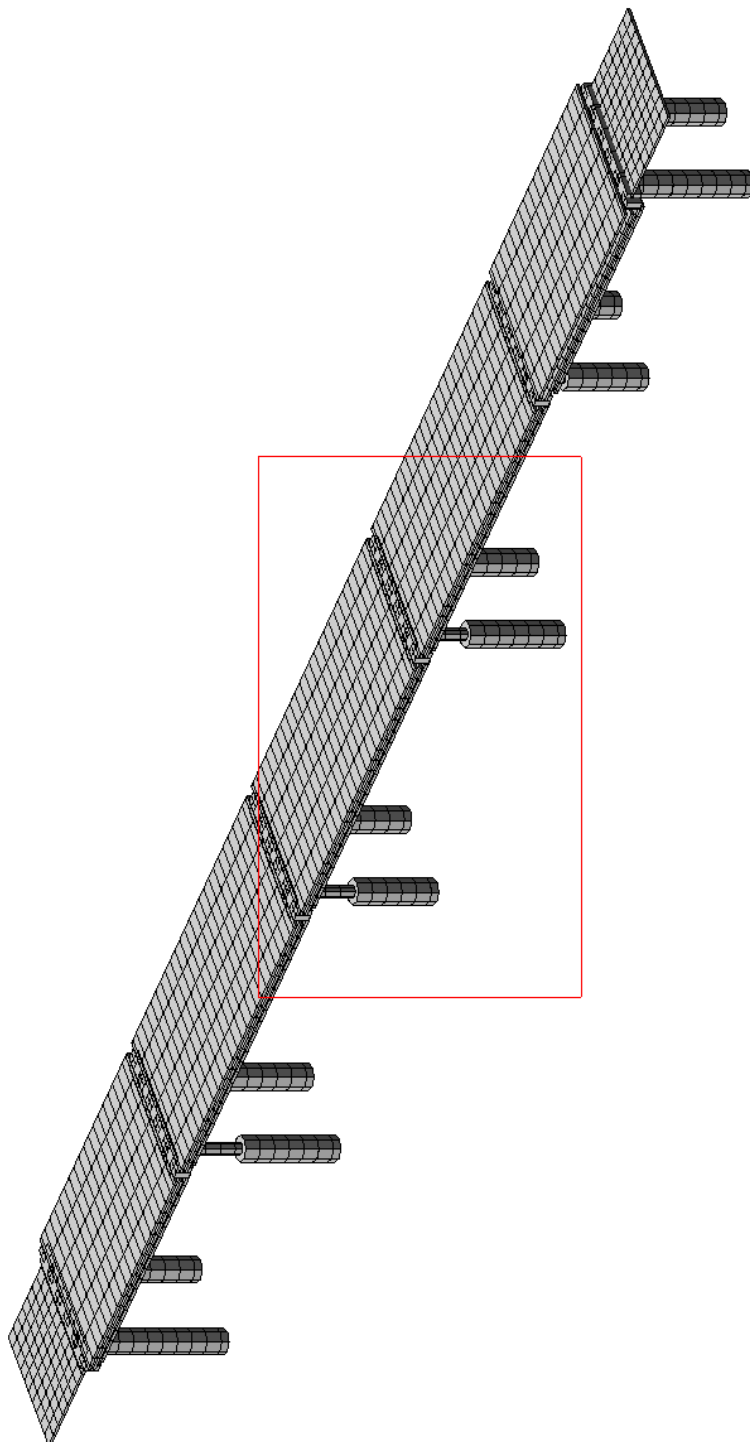
По осі  $X$  полотно моста поділяється на 8 частин, кожна з яких дорівнює 2,925 метра.

По осі  $Y$  полотно моста поділяється на 9 частин. Відстань між осями балок і тротуарів до осі балки беремо зі схеми з нашими габаритами (Г-10).

Після створення розрахункової схеми, накладаються зв'язку на вузли, що знаходяться на опорних частинах. Накладені зв'язку не дають

переміщатися конструкції в будь-якої з трьох площин (X, Y, Z). Отримуємо геометрично незмінну систему.

### 3.3.1 Опис розрахункової моделі моста



most.fbx

Рисунок 3.3 Загальний вигляд розрахункової моделі в П.К.Ліга

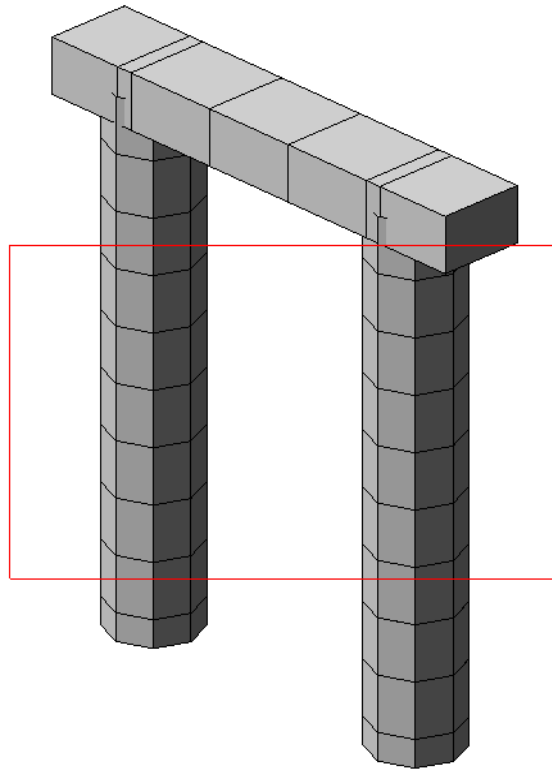


Рисунок 3.4 Загальний вигляд крайньої опори

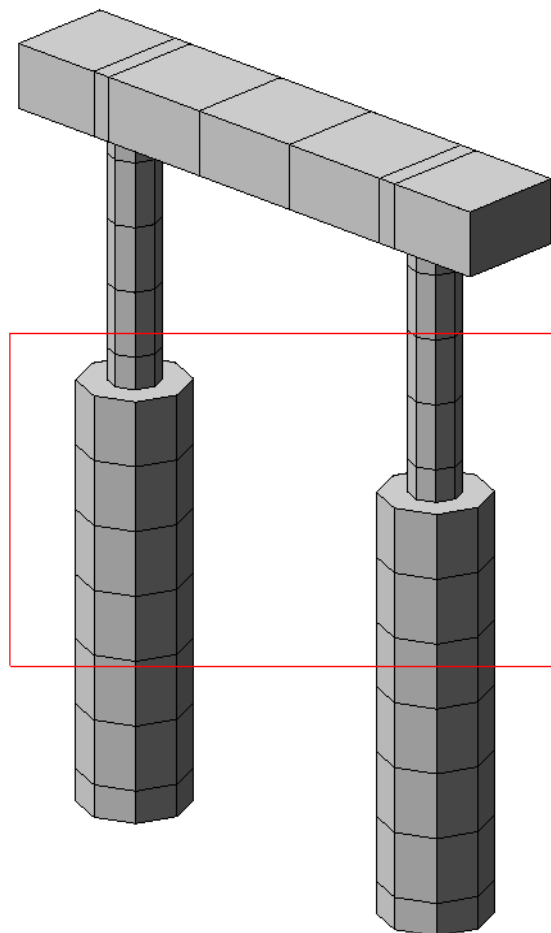


Рисунок 3.5 Загальний вигляд проміжної опори

### 3.3.2 Завдання жорсткості розрахункової моделі

#### Жорсткості елементів прогонової будови:

Перетин балки моста - двотавровий. Для розрахунку в системі "ЛІРА9.2 " задаємо два типи жорсткостей: пластина та двотавр.

Пластини необхідні для з'єднання стрижнів (двотаврів), для того що б модульований конструкція працювала як одне ціле.

1) Завдання жорсткості пластині:

- $E$  - міцність бетону, що визначається його маркою.
- Для даного прольоту моста застосовується бетон марки В35 (458,5 кг / см<sup>2</sup>);
- $\nu$  - коефіцієнт Пуассона (0,2);
- $H$  - товщина плити (18 см);
- $R_0$  - щільність бетону (2,5 т / м<sup>3</sup>).

2) Завдання жорсткості двутаврам:

Для того щоб правильно провести розрахунок, необхідно складний перетин балки привести до простого перетину двутавра.

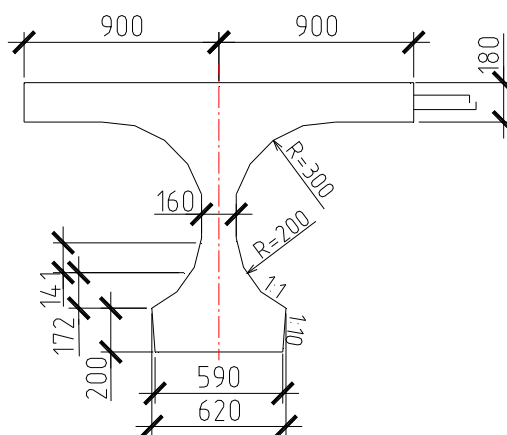


Рисунок 3.6 Перетин балки

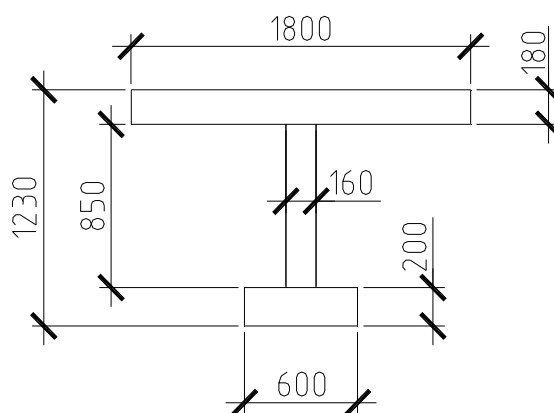


Рисунок 3.7 Наведене перетин балки

- E - міцність бетону, що визначається його маркою.
- Для даного прольоту моста застосовується бетон марки В35 (458,5 кг / см<sup>2</sup>);
- R0 - щільність бетону (2,5 т / м<sup>3</sup>).

Таблиця 3.4 Таблиця жорсткостей елементів розрахункової моделі

Тип жорст-ті	Ім'я	Параметри (переріз- (см) жорсткість- (т, м) расп.вага- (т, м))
1	Пластина Н 18 (Лівий тротуар)	$E = 2.7e + 006, V = 0.2, H = 18, R_0 = 0$
2	Пластина Н 18 (проїжджа частина)	$E = 2.7e + 006, V = 0.2, H = 18, R_0 = 0$
3	Пластина Н 18 (Правий тротуар)	$E = 2.7e + 006, V = 0.2, H = 18, R_0 = 0$
4	Двотавр 16 X 123 (Балки прольоту 1)	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 16, H = 123, B_1 = 60, H_1 = 20, B_2 = 180, H_2 = 18$ $EF = 1.566e + 006, EI_y = 296657$ $EI_z = 2.47e + 005, GI_k = 7.2e + 003$ $Y_1 = 4.48e-009, Y_2 = 6.43e-008, Z_1 = 3.87e + 014, Z_2 = 1.34e + 008$
5	Двотавр 16 X 123 (Балки прольоту 2)	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 16, H = 123, B_1 = 60, H_1 = 20, B_2 = 180, H_2 = 18$ $EF = 1.566e + 006, EI_y = 296657$ $EI_z = 2.47e + 005, GI_k = 7.2e + 003$ $Y_1 = 4.48e-009, Y_2 = 6.43e-008, Z_1 = 3.87e + 014, Z_2 = 1.34e + 008$
6	Двотавр 16 X 123 (Балки прольоту 3)	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 16, H = 123, B_1 = 60, H_1 = 20, B_2 = 180, H_2 = 18$ $EF = 1.566e + 006, EI_y = 296657$ $EI_z = 2.47e + 005, GI_k = 7.2e + 003$ $Y_1 = 4.48e-009, Y_2 = 6.43e-008, Z_1 = 3.87e + 014, Z_2 = 1.34e + 008$
7	Двотавр 16 X 123 (Балки прольоту 4)	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 16, H = 123, B_1 = 60, H_1 = 20, B_2 = 180, H_2 = 18$ $EF = 1.566e + 006, EI_y = 296657$ $EI_z = 2.47e + 005, GI_k = 7.2e + 003$ $Y_1 = 4.48e-009, Y_2 = 6.43e-008, Z_1 = 3.87e + 014, Z_2 = 1.34e + 008$
8	Двотавр 16 X 153 (Балки прольоту 5)	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 16, H = 153, B_1 = 60, H_1 = 20, B_2 = 180, H_2 = 18$ $EF = 1.6956e + 006, EI_y = 514944$ $EI_z = 2.47e + 005, GI_k = 7.64e + 003$ $Y_1 = 2.53e-009, Y_2 = 4.35e-007, Z_1 = 1.76e + 015, Z_2 = 1.34e + 008$
9	Брус 140 X 70 (Крайній ригель)	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 160, H = 100$ $EF = 4.32e + 006, EI_y = 360000$ $EI_z = 9.22e + 005, GI_k = 3.66e + 005$ $Y_1 = 1.83e-007, Y_2 = 3.1e-009, Z_1 = 5.28e + 013, Z_2 = 0$
10	Брус 140 X 100	$R_0 = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$



Тип жорст-ті	Ім'я	Параметри (переріз- (см) жорсткість- (т, м) розп.вага- (т, м))
	(Промежуг.рігель)	$B = 170, H = 100$ $EF = 4.59e + 006, EI_y = 382500$ $EI_z = 1.11e + 006, GI_k = 4.02e + 005$ $Y1 = 2.54e-007, Y2 = 3.1e-009, Z1 = 5.28e + 013, Z2 = 0$
11	КЕ 55 чисельне (Роч)	$R_x = 1050, R_y = 1050, R_z = 75000$ $R_{ux} = 0, R_{uy} = 0, R_{uz} = 0$
12	Брус 100 X 100 (Зв'язок Роч-ригель)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $B = 100, H = 100$ $EF = 2.7e + 006, EI_y = 225000$ $EI_z = 2.25e + 005, GI_k = 1.51e + 005$ $Y1 = 3.1e-009, Y2 = 3.1e-009, Z1 = 5.28e + 013, Z2 = 0$
13	Кільце 170 X 0 (Стійка опори 1)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $D = 170, d = 0$ $EF = 6.12846e + 006, EI_y = 1.10695e + 006$ $EI_z = 1.11e + 006, GI_k = 9.02e + 005$ $Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0$
14	Кільце 80 X 0 (Стійка опори 2)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $D = 80, d = 0$ $EF = 1.35717e + 006, EI_y = 54286.7$ $EI_z = 5.43e + 004, GI_k = 4.42e + 004$ $Y1 = 5.24e-011, Y2 = 5.24e-011, Z1 = 0, Z2 = 0$
15	Кільце 80 X 0 (Стійка опори 3)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $D = 80, d = 0$ $EF = 1.35717e + 006, EI_y = 54286.7$ $EI_z = 5.43e + 004, GI_k = 4.42e + 004$ $Y1 = 5.24e-011, Y2 = 5.24e-011, Z1 = 0, Z2 = 0$
16	Кільце 80 X 0 (Стійка опори 4)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $D = 80, d = 0$ $EF = 1.35717e + 006, EI_y = 54286.7$ $EI_z = 5.43e + 004, GI_k = 4.42e + 004$ $Y1 = 5.24e-011, Y2 = 5.24e-011, Z1 = 0, Z2 = 0$
17	Кільце 80 X 0 (Стійка опори 5)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $D = 80, d = 0$ $EF = 1.35717e + 006, EI_y = 54286.7$ $EI_z = 5.43e + 004, GI_k = 4.42e + 004$ $Y1 = 5.24e-011, Y2 = 5.24e-011, Z1 = 0, Z2 = 0$
18	Кільце 170 X 0 (Стійка опори 6)	$R_o = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0$ $D = 170, d = 0$ $EF = 6.12846e + 006, EI_y = 1.10695e + 006$ $EI_z = 1.11e + 006, GI_k = 9.02e + 005$ $Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0$

Тип жорст-ті	Ім'я	Параметри (переріз- (см) жорсткість- (т, м) расп.вага- (т, м))
19	Кільце 170 X 0 (Паля опори 1)	Ro = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0 D = 170, d = 0 EF = 6.12846e + 006, EIy = 1.10695e + 006 EIz = 1.11e + 006, GIk = 9.02e + 005 Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0
20	Кільце 170 X 0 (Паля опори 2)	Ro = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0 D = 170, d = 0 EF = 6.12846e + 006, EIy = 1.10695e + 006 EIz = 1.11e + 006, GIk = 9.02e + 005 Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0
21	Кільце 170 X 0 (Паля опори 3)	Ro = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0 D = 170, d = 0 EF = 6.12846e + 006, EIy = 1.10695e + 006 EIz = 1.11e + 006, GIk = 9.02e + 005 Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0
22	Кільце 170 X 0 (Паля опори 4)	Ro = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0 D = 170, d = 0 EF = 6.12846e + 006, EIy = 1.10695e + 006 EIz = 1.11e + 006, GIk = 9.02e + 005 Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0
23	Кільце 170 X 0 (Паля опори 5)	Ro = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0 D = 170, d = 0 EF = 6.12846e + 006, EIy = 1.10695e + 006 EIz = 1.11e + 006, GIk = 9.02e + 005 Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0
24	Кільце 170 X 0 (Паля опори 6)	Ro = 0, E = 2.7e + 006, GF = 0 D = 170, d = 0 EF = 6.12846e + 006, EIy = 1.10695e + 006 EIz = 1.11e + 006, GIk = 9.02e + 005 Y1 = 2.38e-008, Y2 = 2.38e-008, Z1 = 0, Z2 = 0

### 3.3.3 Опір ґрунту, що діє на палі моста

опера 1 паля 1

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2389 549 0 549 0  
2390 274 0 274 0  
2391 183 0 Зріст: 183 0  
2392 137 0 137 0  
2393 109 0 109 0  
2394 91 0 91 0  
2395 78 0 78 0  
2396 68 0 68 0

опора 1 паля 2

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2397 549 0 549 0  
2398 274 0 274 0  
2399 183 0 Зріст: 183 0  
2400 137 0 137 0  
2401 109 0 109 0  
2402 91 0 91 0  
2403 78 0 78 0  
2404 68 0 68 0

опора 2 паля 1

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2405 549 0 549 0  
2406 274 0 274 0  
2407 183 0 Зріст: 183 0  
2408 137 0 137 0  
2409 109 0 109 0  
2410 91 0 91 0  
2411 78 0 78 0

опора 2 паля 2

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2412 549 0 549 0  
2413 274 0 274 0  
2414 183 0 Зріст: 183 0  
2415 137 0 137 0  
2416 109 0 109 0  
2417 91 0 91 0  
2418 78 0 78 0

опора 3 паля 1

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2419 549 0 549 0  
2420 274 0 274 0  
2421 183 0 Зріст: 183 0  
2422 137 0 137 0  
2423 109 0 109 0  
2424 91 0 91 0

опора 3 паля 2

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2425 549 0 549 0  
2426 274 0 274 0  
2427 183 0 Зріст: 183 0  
2428 137 0 137 0  
2429 109 0 109 0  
2430 91 0 91 0

опора 4 паля 1

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2431 549 0 549 0  
2432 274 0 274 0  
2433 183 0 Зріст: 183 0  
2434 137 0 137 0  
2435 109 0 109 0  
2436 91 0 91 0  
2437 78 0 78 0

опора 4 паля 2

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2438 549 0 549 0  
2439 274 0 274 0  
2440 183 0 Зріст: 183 0  
2441 137 0 137 0  
2442 109 0 109 0  
2443 91 0 91 0  
2444 78 0 78 0

опора 5 паля 1

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2445 549 0 549 0  
2446 274 0 274 0  
2447 183 0 Зріст: 183 0  
2448 137 0 137 0  
2449 109 0 109 0  
2450 91 0 91 0

опора 5 паля 2

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2451 549 0 549 0  
2452 274 0 274 0  
2453 183 0 Зріст: 183 0  
2454 137 0 137 0  
2455 109 0 109 0  
2456 91 0 91 0

опора 6 паля 1

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2457 549 0 549 0  
2458 274 0 274 0  
2459 183 0 Зріст: 183 0  
2460 137 0 137 0  
2461 109 0 109 0  
2462 91 0 91 0  
2463 78 0 78 0

опора 6 паля 2

no\_el C1z C2z C1y C2y  
[T / м2] [T / м2] [T / м2] [T / м2]

2464 549 0 549 0  
2465 274 0 274 0  
2466 183 0 Зріст: 183 0  
2467 137 0 137 0  
2468 109 0 109 0  
2469 91 0 91 0  
2470 78 0 78 0

### 3.3.3 Основні види навантажень

Пролітна будова мосту розраховане на поєднання постійного навантаження від власної ваги і тимчасових навантажень.

**навантаження №1**- складається з постійного навантаження від ваги балок прольоту і ваги покриття моста, а так само швів омоноличивання.

**навантаження №2**- складається з двох смуг навантаження А14, розташованих близько смуги безпеки, навантаження від колії щодо поперечного перерізу проїжджої частини моста, і натовпу на тротуарі.



**навантаження №3-** складається з двох смуг навантаження А14, розташованих з (заїздом) на смугу безпеки, навантаження від колії щодо поперечного перерізу проїжджої частини моста.

**навантаження №4-** складається з однієї смуги навантаження НК-100,8. Ось навантаження зрушена до краю проїжджої частини.

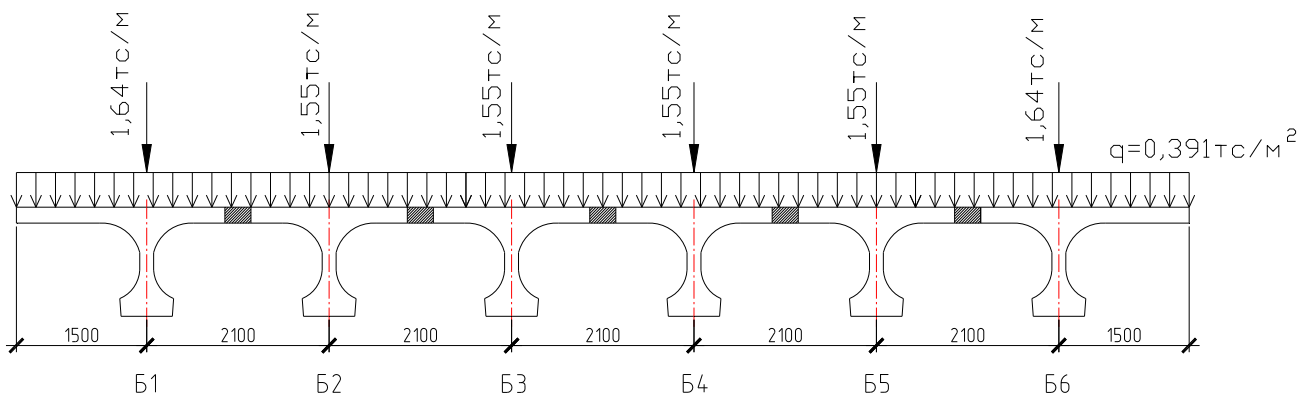


Рисунок 3.8 Навантаження №1

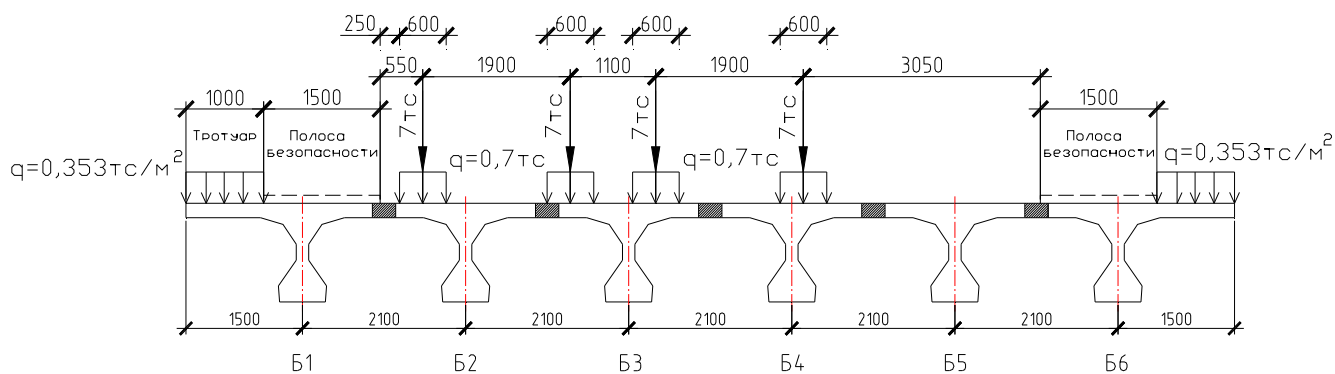


Рисунок 3.9 Навантаження №2

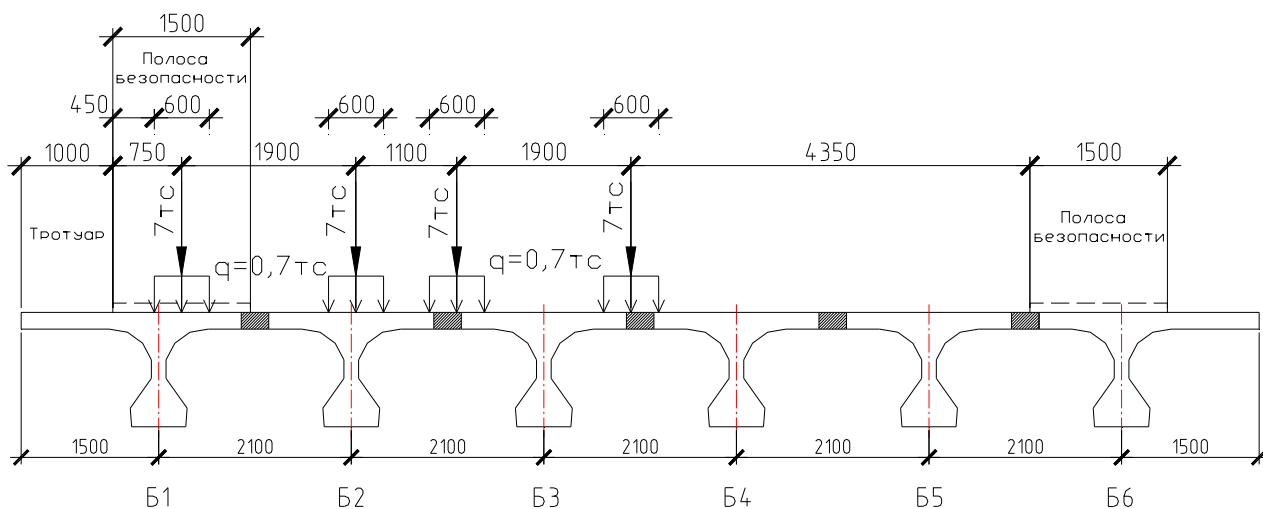


Рисунок 3.10 Навантаження №3

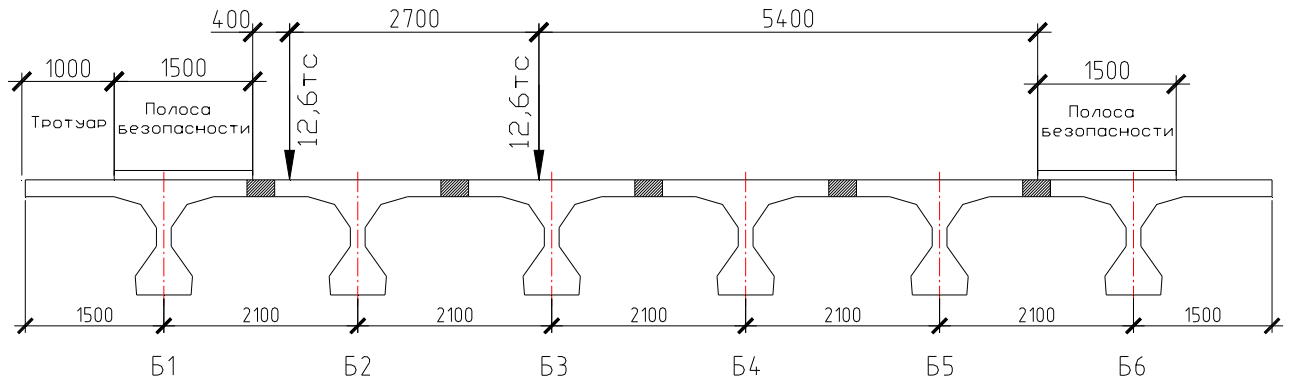


Рисунок 3.11 Навантаження №4

### 3.4 Результати розрахунку

#### 3.4.1 Розрахункові зусилля в крайніх (Б1 і Б2) балках прольотів

[Проліт 1 балка 1]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[Т \* М] [Т \* М] [Т] [Т]

1457 12 0 42 28  
 1458 40 8 41 28  
 1459 77 28 38 24  
 1460 109 52 34 21  
 1461 138 73 29 17  
 1462 161 90 25 14  
 1463 180 104 20 10  
 1464 193 115 15 7  
 1465 200 123 10 3  
 1466 203 127 6 -1  
 1467 203 127 1 -6  
 1468 200 123 -3 -10  
 1469 193 115 -7 -15  
 1470 180 104 -10 -20  
 1471 161 90 -14 -25  
 1472 138 73 -17 -29  
 1473 109 52 -20 -34  
 1474 77 28 -24 -38  
 1475 40 9 -28 -41  
 1476 12 0 -29 -42

[Проліт 1 балка 2]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[Т \* М] [Т \* М] [Т] [Т]

1477 15 0 50 23  
 1478 49 7 50 23  
 1479 91 23 44 21  
 1480 127 43 39 18  
 1481 156 62 34 15

1482 180 77 29 12  
1483 198 90 24 9  
1484 211 100 19 7  
1485 219 107 15 -1  
1486 221 112 10 -5  
1487 221 112 5 -10  
1488 219 107 1 -14  
1489 211 100 -6 -19  
1490 199 90 -9 -24  
1491 181 77 -12 -29  
1492 157 62 -15 -33  
1493 127 44 -18 -39  
1494 91 23 -21 -44  
1495 49 7 -23 -50  
1496 15 0 -24 -51

[Проліт 2 балка 1]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* M] [T \* M] [T] [T]

1577 16 0 54 38  
1578 52 11 54 37  
1579 101 36 50 33  
1580 145 69 46 29  
1581 186 97 42 26  
1582 223 123 38 22  
1583 255 145 34 19  
1584 283 165 29 16  
1585 305 181 25 13  
1586 323 194 20 10  
1587 335 204 15 7  
1588 342 212 11 2  
1589 345 216 6 -1  
1590 345 216 1 -6  
1591 342 212 -2 -11  
1592 335 204 -7 -15  
1593 323 194 -10 -20  
1594 305 181 -13 -25  
1595 283 165 -16 -29  
1596 255 145 -19 -34  
1597 223 123 -22 -38  
1598 186 97 -26 -42  
1599 145 69 -29 -46  
1600 101 36 -33 -50  
1601 52 11 -37 -54  
1602 16 0 -38 -54

[Проліт 2 балка 2]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* M] [T \* M] [T] [T]

1603 18 0 62 32  
1604 59 9 62 32  
1605 112 31 56 29  
1606 160 60 51 27

1607 201 86 46 24  
1608 237 110 41 21  
1609 268 131 36 18  
1610 294 149 32 15  
1611 315 165 28 12  
1612 331 177 23 9  
1613 342 187 19 4  
1614 349 194 15 -2  
1615 352 199 10 -6  
1616 352 198 6 -10  
1617 349 194 2 -15  
1618 342 187 -4 -19  
1619 331 178 -8 -23  
1620 315 165 -12 -28  
1621 294 149 -15 -32  
1622 268 131 -18 -36  
1623 238 110 -21 -41  
1624 202 86 -24 -46  
1625 160 60 -27 -51  
1626 113 31 -29 -56  
1627 59 9 -32 -62  
1628 18 0 -32 -62

[Проліт 3 балка 1]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* M] [T \* M] [T] [T]

1733 16 0 54 38  
1734 52 11 54 37  
1735 101 36 50 33  
1736 145 69 46 29  
1737 186 97 42 26  
1738 223 123 38 22  
1739 255 145 34 19  
1740 283 165 29 16  
1741 305 181 25 13  
1742 323 194 20 10  
1743 335 204 15 7  
1744 342 212 11 2  
1745 345 216 6 -1  
1746 345 216 1 -6  
1747 342 212 -2 -11  
1748 335 204 -7 -15  
1749 323 194 -10 -20  
1750 305 181 -13 -25  
1751 283 164 -16 -29  
1752 255 145 -19 -34  
1753 223 123 -22 -38  
1754 186 97 -26 -42  
1755 145 69 -29 -46  
1756 101 36 -33 -50  
1757 52 11 -37 -54  
1758 16 0 -38 -54

[Проліт 3 балка 2]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* м] [T \* м] [T] [T]

1759 18 0 62 32  
1760 59 9 62 32  
1761 113 31 56 29  
1762 160 60 51 27  
1763 202 86 46 24  
1764 238 110 41 21  
1765 268 131 36 18  
1766 294 149 32 15  
1767 315 165 28 12  
1768 331 177 23 9  
1769 342 187 19 4  
1770 349 194 15 -2  
1771 352 199 10 -6  
1772 352 199 6 -10  
1773 349 194 2 -15  
1774 342 187 -4 -19  
1775 331 177 -9 -23  
1776 315 165 -12 -28  
1777 294 149 -15 -32  
1778 268 131 -18 -36  
1779 237 110 -21 -41  
1780 201 86 -24 -46  
1781 160 60 -27 -51  
1782 113 31 -29 -56  
1783 59 9 -32 -62  
1784 18 0 -32 -62

[Проліт 4 балка 1]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* м] [T \* м] [T] [T]

1889 16 0 54 38  
1890 52 11 54 37  
1891 101 36 50 33  
1892 145 69 46 29  
1893 186 97 42 26  
1894 223 123 38 22  
1895 255 145 34 19  
1896 283 165 29 16  
1897 305 181 25 13  
1898 323 194 20 10  
1899 335 204 15 7  
1900 342 212 11 2  
1901 345 216 6 -1  
1902 345 216 1 -6  
1903 342 212 -2 -11  
1904 335 204 -7 -15  
1905 323 194 -10 -20  
1906 305 181 -13 -25  
1907 283 165 -16 -29



1908 255 145 -19 -34  
1909 223 123 -22 -38  
1910 186 98 -26 -42  
1911 145 69 -29 -46  
1912 101 36 -33 -50  
1913 52 11 -37 -54  
1914 16 0 -38 -54

[Проліт 4 балка 2]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* м] [T \* м] [T] [T]

1915 18 0 62 32  
1916 59 9 62 32  
1917 113 31 56 29  
1918 160 60 51 27  
1919 202 86 46 24  
1920 238 110 41 21  
1921 268 131 36 18  
1922 294 149 32 15  
1923 315 165 28 12  
1924 331 177 23 9  
1925 342 188 19 4  
1926 349 195 15 -2  
1927 352 199 10 -6  
1928 352 199 6 -10  
1929 349 195 2 -15  
1930 342 188 -4 -19  
1931 331 177 -9 -23  
1932 315 165 -12 -28  
1933 294 149 -15 -32  
1934 268 131 -18 -36  
1935 237 110 -21 -41  
1936 201 86 -24 -46  
1937 160 60 -27 -51  
1938 112 31 -29 -56  
1939 59 9 -32 -61  
1940 18 0 -32 -62

[Проліт 5 балка 1]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[T \* м] [T \* м] [T] [T]

2045 12 0 42 30  
2046 41 9 42 30  
2047 78 29 38 25  
2048 110 55 34 22  
2049 139 77 30 18  
2050 163 96 25 15  
2051 181 111 20 11  
2052 194 122 15 8  
2053 202 131 10 3  
2054 205 136 6 -1  
2055 205 136 1 -5  
2056 202 131 -3 -10

2057 195 123 -8 -15  
2058 181 111 -11 -20  
2059 163 95 -15 -25  
2060 139 77 -18 -30  
2061 111 55 -22 -34  
2062 78 30 -26 -38  
2063 41 9 -30 -42  
2064 12 0 -30 -42

[Проліт 5 балка 2]

No\_el My\_max My\_min Qz\_max Qz\_min

[Т \* м] [Т \* м] [Т] [Т]

2065 16 0 53 25  
2066 51 7 52 24  
2067 95 24 46 22  
2068 133 46 41 19  
2069 164 65 35 16  
2070 189 82 30 13  
2071 208 95 25 10  
2072 221 105 20 7  
2073 229 113 15 -1  
2074 232 117 10 -6  
2075 232 117 5 -10  
2076 229 112 0 -15  
2077 221 105 -7 -20  
2078 208 94 -10 -25  
2079 189 81 -13 -30  
2080 163 65 -16 -35  
2081 132 46 -19 -40  
2082 94 24 -21 -46  
2083 50 7 -24 -52  
2084 16 0 -25 -52

### 3.4.2 Розрахункові зусилля в ригелях

[Ригель опори 1]

No\_el My\_max My\_min | Mz\_max | | Mk\_max | | Qy\_max | Qz\_max Qz\_min

[Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т] [Т] [Т]

2165 0 -86 15 3 10 -32 -62  
2166 -11 -158 11 20 17 175 61  
2167 80 -106 9 14 7 98 22  
2168 80 30 9 7 2 19 -19  
2169 74 -96 12 14 10 -22 -88  
2170 -11 -141 17 20 17 -61 -151  
2171 0 -78 11 3 7 56 33

[Ригель опоры 2]

No\_el My\_max My\_min | Mz\_max | | Mk\_max | | Qy\_max | Qz\_max Qz\_min  
[Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т] [Т] [Т]

2172 0 -155 9 10 6 -71 -108  
2173 -47 -194 9 33 12 240 116  
2174 134 -124 5 26 5 129 48  
2175 134 38 5 11 0 18 -18  
2176 134 -116 6 26 6 -48 -126  
2177 -47 -186 9 33 12 -116 -232  
2178 0 -147 9 10 5 102 71

[Ригель опоры 3]

No\_el My\_max My\_min | Mz\_max | | Mk\_max | | Qy\_max | Qz\_max Qz\_min  
[Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т] [Т] [Т]

2179 0 -174 11 6 8 -81 -120  
2180 -53 -214 12 25 15 253 131  
2181 141 -140 6 22 7 136 55  
2182 141 43 7 11 0 18 -18  
2183 141 -131 7 22 8 -55 -136  
2184 -53 -207 12 25 15 -131 -253  
2185 0 -165 11 6 7 114 81

[Ригель опоры 4]

No\_el My\_max My\_min | Mz\_max | | Mk\_max | | Qy\_max | Qz\_max Qz\_min  
[Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т] [Т] [Т]

2186 0 -174 11 6 7 -81 -120  
2187 -56 -211 11 26 14 252 133  
2188 140 -137 6 22 7 135 56  
2189 140 43 6 11 0 17 -17  
2190 140 -128 7 22 7 -56 -135  
2191 -56 -204 11 26 14 -133 -252  
2192 0 -165 11 6 7 114 80

[Ригель опоры 5]

No\_el My\_max My\_min | Mz\_max | | Mk\_max | | Qy\_max | Qz\_max Qz\_min  
[Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т \* м] [Т] [Т] [Т]

2193 0 -152 14 10 10 -73 -106  
2194 -59 -178 14 32 19 230 123  
2195 128 -113 8 25 9 123 53  
2196 128 40 8 11 0 14 -14  
2197 128 -108 9 25 9 -53 -123  
2198 -59 -177 14 31 19 -123 -230  
2199 0 -148 14 10 9 103 74

[Ригель опори 6]

No\_el My\_max My\_min | Mz\_max | | Mk\_max | | Qy\_max | Qz\_max Qz\_min  
[T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T] [T] [T]

2200 0 -76 11 5 7 -33 -54  
2201 -11 -134 7 16 12 146 53  
2202 70 -90 6 11 5 84 19  
2203 70 22 6 6 1 17 -17  
2204 70 -90 9 11 7 -19 -84  
2205 -11 -134 13 16 12 -53 -146  
2206 0 -76 7 5 4 54 33

### 3.4.3 Розрахункові зусилля в стійках

[Опора 1 стійка 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2351 -239 -107 34 -37 29 -77 77 32  
2352 -242 -108 65 -59 20 -61 73 32

[Опора 1 стійка 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2353 -210 -107 38 -40 79 -29 80 29  
2354 -213 -110 65 -60 63 -20 72 29

[Опора 2 стійка 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2355 -348 -200 44 -22 35 -44 56 19  
2356 -351 -203 49 -31 21 -28 50 19  
2357 -354 -206 54 -39 7 -12 54 19  
2358 -357 -209 61 -50 20 -19 62 19  
2359 -358 -212 66 -57 28 -26 67 19

[Опора 2 стійка 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2360 -336 -200 45 -22 44 -35 56 19

2361 -339 -203 50 -31 28 -21 50 19  
2362 -342 -206 54 -39 12 -7 54 19  
2363 -345 -209 61 -50 19 -20 61 19  
2364 -347 -212 65 -56 26 -27 66 19

[Опора 3 стойка 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2365 -370 -225 41 -39 37 -48 51 25  
2366 -373 -228 54 -52 21 -28 54 25  
2367 -376 -231 68 -64 12 -13 69 25  
2368 -379 -234 86 -81 30 -29 87 25

[Опора 3 стійка 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2369 -370 -225 41 -40 48 -37 51 25  
2370 -373 -228 54 -52 28 -21 54 25  
2371 -376 -231 68 -64 12 -12 68 25  
2372 -379 -234 86 -80 29 -30 87 25

[Опора 4 стійка 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2373 -369 -226 40 -40 34 -44 48 23  
2374 -372 -229 52 -52 18 -25 52 23  
2375 -375 -232 64 -65 14 -15 65 23  
2376 -376 -235 72 -73 23 -22 73 23

[Опора 4 стійка 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2377 -369 -226 40 -40 44 -34 48 23  
2378 -372 -229 52 -52 25 -18 52 23  
2379 -375 -232 64 -64 15 -14 65 23  
2380 -376 -235 72 -72 22 -23 73 23

[Опора 5 стійка 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2381 -335 -208 37 -60 22 -35 61 30

2382 -338 -211 61 -84 8 -15 84 30

[Опора 5 стійка 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2383 -335 -208 38 -59 35 -22 59 30

2384 -338 -211 60 -81 15 -7 81 30

[Опора 6 стійка 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2385 -203 -97 34 -27 71 -28 72 25

2386 -206 -100 57 -42 54 -19 64 25

[Опора 6 стійка 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2387 -203 -97 37 -30 28 -71 72 21

2388 -206 -100 57 -42 19 -54 63 21

### 3.4.4 Розрахункові зусилля в палях

[Опора 1 паля 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2389 -245 -113 94 -80 11 -44 96 32

2390 -248 -116 121 -101 2 -27 122 29

2391 -251 -119 148 -120 8 -19 148 28

2392 -254 -122 175 -140 23 -22 175 28

2393 -257 -125 201 -159 39 -31 201 28

2394 -260 -126 228 -178 54 -39 228 28

2395 -263 -129 254 -198 70 -47 255 28



2396 -265 -134 268 -208 78 -52 268 28

[Опора 1 паля 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum

max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2397 -216 -113 92 -79 46 -11 94 29

2398 -219 -116 117 -97 30 -2 118 26

2399 -222 -119 142 -114 22 -8 143 25

2400 -225 -122 166 -131 22 -23 167 24

2401 -228 -125 190 -148 31 -37 191 24

2402 -231 -126 215 -165 39 -52 215 25

2403 -234 -131 239 -183 47 -68 239 25

2404 -236 -134 251 -192 52 -76 251 25

[Опора 2 паля 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum

max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2405 -361 -213 73 -69 43 -39 75 19

2406 -364 -216 83 -83 58 -52 86 18

2407 -367 -219 94 -98 73 -65 102 18

2408 -370 -222 106 -113 87 -77 119 18

2409 -373 -225 120 -129 102 -90 137 18

2410 -376 -228 133 -146 116 -102 155 18

2411 -378 -231 139 -154 124 -108 164 18

[Опора 2 паля 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum

max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2412 -350 -213 72 -68 39 -43 74 19

2413 -353 -216 82 -82 52 -58 85 18

2414 -356 -219 93 -96 65 -73 101 18

2415 -359 -222 105 -111 77 -87 118 17

2416 -362 -225 118 -127 90 -102 136 17

2417 -365 -228 131 -144 102 -116 154 17

2418 -366 -231 137 -152 108 -124 162 17

[Опора 3 паля 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum

max max

[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2419 -382 -237 103 -97 50 -45 106 25

2420 -385 -240 123 -115 68 -61 126 24

2421 -388 -243 144 -135 87 -77 148 24

2422 -391 -246 165 -155 106 -93 170 23  
2423 -394 -249 186 -175 124 -108 192 23  
2424 -395 -252 197 -185 134 -116 203 23

[Опора 3 паля 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2425 -382 -237 103 -96 45 -50 106 25  
2426 -385 -240 122 -114 61 -68 125 24  
2427 -388 -243 143 -134 77 -87 147 23  
2428 -391 -246 164 -154 93 -106 169 23  
2429 -394 -249 185 -174 108 -124 191 23  
2430 -395 -252 195 -184 116 -134 202 23

[Опора 4 паля 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2431 -379 -236 88 -89 40 -38 90 23  
2432 -382 -239 102 -104 58 -53 107 22  
2433 -385 -242 120 -121 76 -68 125 21  
2434 -388 -245 139 -140 94 -83 145 21  
2435 -391 -248 157 -159 111 -98 165 21  
2436 -394 -251 175 -178 129 -113 185 21  
2437 -396 -254 185 -188 137 -120 195 21

[Опора 4 паля 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2438 -379 -236 87 -88 38 -40 90 23  
2439 -382 -239 102 -103 53 -58 106 22  
2440 -385 -242 119 -120 68 -76 124 21  
2441 -388 -245 137 -139 83 -94 144 21  
2442 -391 -248 156 -158 98 -111 163 21  
2443 -394 -251 174 -177 113 -129 183 21  
2444 -396 -254 183 -186 120 -137 193 21

[Опора 5 паля 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2445 -341 -214 82 -102 25 -24 102 30  
2446 -344 -217 108 -126 44 -39 126 29

2447 -347 -220 133 -150 63 -54 151 29  
2448 -350 -223 159 -174 82 -68 177 29  
2449 -353 -226 185 -198 101 -83 202 29  
2450 -355 -229 197 -210 111 -91 215 29

[Опора 5 паля 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2451 -341 -214 81 -104 24 -25 105 30  
2452 -344 -217 106 -127 39 -44 128 29  
2453 -347 -220 131 -149 54 -63 151 28  
2454 -350 -223 157 -172 68 -82 174 28  
2455 -353 -226 182 -194 83 -101 200 28  
2456 -355 -229 194 -205 91 -111 212 28

[Опора 6 паля 1]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2457 -209 -100 78 -57 37 -9 80 25  
2458 -212 -103 99 -72 21 -4 100 24  
2459 -215 -106 120 -87 21 -15 120 22  
2460 -218 -109 140 -102 27 -30 140 22  
2461 -221 -112 161 -116 35 -45 162 23  
2462 -224 -115 181 -131 44 -62 184 23  
2463 -226 -118 191 -139 49 -70 195 23

[Опора 6 паля 2]

No\_el N\_min N\_max My\_max My\_min Mz\_max Mz\_min M\_sum Q\_sum  
max max  
[T] [T] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T \* M] [T]

2464 -209 -100 76 -55 9 -37 77 21  
2465 -212 -103 94 -67 3 -21 95 20  
2466 -215 -106 112 -79 15 -21 112 19  
2467 -218 -109 129 -91 30 -27 130 19  
2468 -221 -112 147 -103 45 -35 147 20  
2469 -224 -115 165 -115 62 -44 166 20  
2470 -226 -118 174 -121 70 -49 175 19

### 3.5 Розрахункові характеристики бетону і арматури

Балка виготовляється з бетону класу В35 підданого тепловій обробці при атмосферному тиску.

Розрахункові характеристики для бетону приймаємо згідно п. 3.24 [1]:

1. При розрахунках за граничними станами першої групи:

- стиснення осьовий (призматична міцність)  $R_b = 180 \text{ кгс / см}^2$  (17,5 МПа);
  - розтягнення осьовий  $R_{bt} = 12 \text{ кгс / см}^2$  (1,15 МПа);
2. При розрахунках за граничними станами другої групи:
- стиснення осьовий (призматична міцність)  $R_{b, ser} = 260 \text{ кгс / см}^2$  (25,5 МПа);
  - розтягнення осьовий  $R_{bt, ser} = 20 \text{ кгс / см}^2$  (1,95 МПа);
  - сколювання при вигині  $R_{b, sh} = 33 \text{ кгс / см}^2$  (3,25 МПа);
  - стиснення осьовий (призматична міцність) для розрахунків по запобіганню утворення в конструкціях поздовжніх тріщин:
    1. при попередньому напруженні і монтажі  $R_{b, mc1} = 200 \text{ кгс / см}^2$  (19,6 МПа);
    2. на стадії експлуатації  $R_{b, mc2} = 170 \text{ кгс / см}^2$  (16,7 МПа);
- Початковий модуль пружності бетону, підданого тепловій обробці при атмосферному тиску, при стисненні і розтягуванні по п. 3.32 [1]:
- $$E_b \times 10^{-3} = 458,5 \text{ кгс / см}^2 \text{ (44,94 МПа)}$$
- Коефіцієнт, що враховує зниження модуля пружності бетону при тепловій обробці по п. 3.32 [1] - 0,9.
- Напружувана поздовжня арматура - пучки з дроту  $\varnothing 5$  ВІІ.
- Розрахункові характеристики арматури приймаємо по табл. 31 [1]:
- розрахунковий опір розтягуванню  $R_p = 10750 \text{ кгс / см}^2$  (1055 МПа);
  - нормативний опір розтягуванню  $R_{p, ser} = 13600 \text{ кгс / см}^2$  (1335 МПа);
- Модуль пружності арматури приймаємо по табл. 34 [1]:
- $$E_p = 1,8 \times 10^6 \text{ кгс / см}^2 \text{ (1,77} \times 10^6 \text{ МПа)}$$
- Напружувана поперечна арматура зі сталі класу А-ІІІ  $\varnothing 12$  мм. у опор балки по табл. 3 [1]:
- $$R_s = 3550 \text{ кгс / см}^2 \text{ (350 МПа)}$$
- $$E_s = 2,0 \times 10^6 \text{ кгс / см}^2 \text{ (1,96} \times 10^6 \text{ МПа)}$$
- Коефіцієнт умови роботи для стрижневий поперечної арматури по п. 3.40 [1]:
- $$m_{a4} = 0,8;$$
- поздовжня арматура в полиці балки  $\varnothing 8$  мм. А-І:
- $$R_s = 2150 \text{ кгс / см}^2 \text{ (210 МПа)}; E_s = 2,1 \times 10^6 \text{ кгс / см}^2 \text{ (2,06} \times 10^6 \text{ МПа)}$$

### 3.6 Розрахунок балок прольоту 24 м

#### 3.6.1 Розрахунок перерізу поздовжньої попереднього напруження арматури

Орієнтовно призначимо робочу висоту перерізу, вважаючи що балка буде армуватися 9 попереднього напруження пучками з розташуванням їх в нижній частині перетину балки.

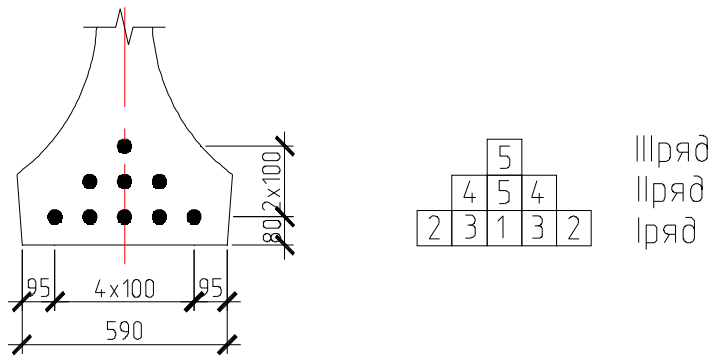


Рисунок 3.12 Схема розташування пучків

Визначимо центр ваги напруженої арматури  $A_{sp}$  при площі пучка  $f_{sp}$ :  
 $A_{sp} = f_{sp} (5 + 3 + 1) = 9 f_{sp} \text{ см}^2$ , де  
 $A_{sp}$  - площа всіх пучків;  
 $f_{sp}$  - площа одного пучка.

Статичний момент перетину пучків щодо осі, що проходить через нижню межу перетину:  
 $S_{0-0} = f_{sp} (1 \times 28 + 3 \times 18 + 5 \times 8) = 122 f_{sp} \text{ см}^3$ .

Відстань від нижньої межі перетину балки до центру ваги перерізу пучків:

$$y_{sp} = \frac{122 f_{sp}}{9 f_{sp}} = 13,6 \text{ см}$$

Робоча висота перерізу становить:  
 $h_0 = h_B - y_{sp} = 123 - 13,6 = 109,4 \text{ см}$ .

Розрахункову ширину верхньої полиці таврового перетину приймемо з умови п. 3.58 [1]: при розрахунку балок із плитою в стиснутій зоні довжина звисів плити, що вводиться в розрахунок, не повинна бути не більше половини відстані у просвіті між балками. У нормальному перетині прогону моста відстань між осями поперечних ребер балок становить 170 см, Однак розрахункова ширина верхньої полиці не повинна перевищувати величину:  
 $2 \times 6h'f + b = 2 \times 6 \times 18 + 16 = 232 \text{ см}$ .

Визначимо положення границі стиснутої зони:  
 $M_{ext} \leq M_f$   
 $M_f = R_b b'f h'f (h_0 - 0,5 h'f) = 180 \times 232 \times 18 \times (109,4 - 0,5 \times 18) = 754,7 \text{ тс} \cdot \text{м}$ .  
 $754,7 \text{ тс} \cdot \text{м} \geq 351,369 \text{ тс} \cdot \text{м}$ .

Момент, який може витримати перетин полки, менше прикладеного моменту від розрахункового навантаження, отже << нейтральна вісь >> розташована в полиці.

Визначимо висоту стиснутої зони  $x$ . Вона визначається виходячи з положень, викладених в п. 3.3 [2].

$$A_0 = \frac{M_{ext}}{h_0^2 b'f R_b} = \frac{35136900}{180 \times 232 \times 109,4^2} = 0,07 \quad \xi = 0,09; \quad \nu = 0,955$$

$$x = \xi \times h_0 = 0,09 \times 109,4 = 9,846 \text{ см} < 18 \text{ см}$$

Площа перерізу арматури дорівнює:

$$A_{sp}^{треб} = \frac{M}{h_0 \nu R_p} = \frac{35136900}{10750 \times 0.955 \times 109,4} = 31,28 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 9 пучків по 24  $\varnothing 5$  ВІІ.

$$A_{sp} = 9 \times 24 \times 0,232 = 50,112 \text{ см}^2, \text{ площа одного пучка } 5,568 \text{ см}^2.$$

### 3.6.2 Перевірка нормального перетину балки по несучої здатності

Знайдемо равнодействующее зусилля в напруженій арматурі і місце її застосування. Так як відстань від пучка до нижнього краю перерізу балки більше 1/5 висоти розтягнутої зони:

$\frac{1}{5}(123-9,846) = 22,63 \text{ см} < 28 \text{ см}$ , То відповідно до п. 3.42 [1] до розрахункового опору арматурної сталі розтягуванню для цього пучка слід вводити коефіцієнт умов роботи арматури:

$$m_{ab} = 1,1 - 0,5 \frac{a}{h - x} = 1,1 - 0,5 \frac{28}{123 - 9,846} = 0,976 < 1.$$

Рівнодіюча нижньої попередньо напруженого арматури:

$$N_p = R_p A_{p1} + R_p A_{p2} + m_{ab} R_p A_{p3} = 10750 (5 \times 5,568 + 3 \times 5,568 + 1 \times 0,976 \times 5,568) = 537267,46 \text{ кгс}.$$

Момент рівнодіюча щодо осі, що проходить через нижню межу перетину:

$$M_{pnp} = R_p A_{p1} a_{p1} + R_p A_{p2} a_{p2} + m_{ab} R_p A_{p3} a_{p3} = 10750 (5 \times 5,568 \times 8 + 3 \times 5,568 \times 18 + 1 \times 0,976 \times 5,568 \times 28) = 7262098 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Відстань від нижнього краю перерізу до рівнодіючої в напруженій арматурі:

$$a_p = \frac{7262098}{537267,46} = 13,52 \text{ см}.$$

Робоча висота перерізу:

$$h_0 = 123 - 13,52 = 109,48 \text{ см}.$$

Висота стиснутої зони:

$$x = \frac{N_p}{b_f R_b} = \frac{537267,46}{180 \times 232} = 12,87 \text{ см}.$$

Несуча спроможність перетину:

$$M = R_p A_p (h_0 - 0,5x) = 537267,46 (109,48 - 0,5 \times 12,87) = 55362725,42 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$
$$553,63 \text{ тс} \cdot \text{м} > 351,369 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Несуча здатність забезпечена з перевищенням для забезпечення трещіностойкості балки.

### 3.6.3 Величина зусилля попереднього обтиску P1 і P2 і його точка докладання

Для перетину в середині прольоту приймаємо натяг арматури. Геометричні характеристики перерізу приймаємо, як для окремої балки прогонової будови поздовжніх швів замонолічування:

Коефіцієнт приведення:

$$\alpha = \frac{E_p}{E_b} = \frac{1,8 \times 10^6}{458,5 \times 10^{-3}} = 3,9$$

Площа наведеного поперечного перерізу:

$$A_{red} = Ab_3 + Ab_2 + Ab_1 + \alpha p A_{sp} = (60 \times 20 + 85 \times 16 + 180 \times 18) + 3,9 \times 50,112 = 5995,437 \text{ см}^2$$

Статичний момент наведеного поперечного перерізу відносно осі 0-0, що проходить через нижню межу перетину:

$$S_{0-0} = S_3 + S_2 + S_1 = y_3 B_3 h_3 + y_2 B_2 h_2 + y_1 B_1 h_1 + \alpha p A_{sp} y_{sp} = (60 \times 20 \times 10) + (85 \times 16 \times 62,5) + (180 \times 18 \times 114) + 3,9 \times 50,112 \times 13,6 = 386937,94 \text{ см}^3$$

Ордината центру ваги приведенного перерізу:

$$y_0 = \frac{S_{0-0}}{A_{red}} = \frac{386937,94}{5995,437} = 64,5 \text{ см}$$

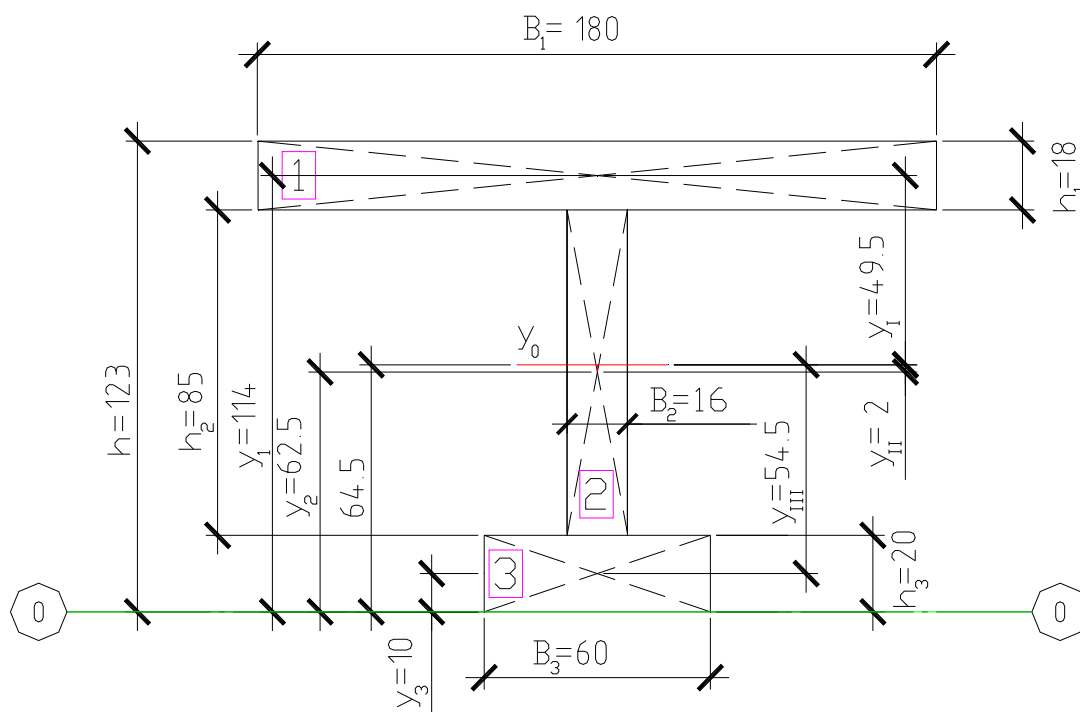


Рисунок 3.13 Наведений переріз балки

Момент інерції приведенного перерізу відносно осі, що проходить через центр ваги перерізу:

$$J_{red} = J_1 + J_2 + J_3 + J_{sp}$$

$$J_1 = \frac{B_1(h_1)^3}{12} + B_1 h_1 y_I^2 = \frac{180 \times 18^3}{12} + 180 \times 18 \times 49,5^2 = 8026290 \text{ см}^4.$$

$$J_2 = \frac{B_2(h_2)^3}{12} + B_2 h_2 y_{II}^2 = \frac{16 \times 85^3}{12} + 16 \times 85 \times 2^2 = 824273,33 \text{ см}^4.$$

$$J_3 = \frac{B_3(h_3)^3}{12} + B_3 h_3 y_{III}^2 = \frac{60 \times 20^3}{12} + 60 \times 20 \times 54,5^2 = 3597760 \text{ см}^4.$$

$$J_{sp} = \alpha A_{sp} y_{sp}^2 = 3,9 \times 50,112 \times 13,6^2 = 36147,99 \text{ см}^4.$$



$$J_{red} = J_1 + J_2 + J_3 + J_{sp} = 8026290 + 824273,33 + 3597760 + 36147,99 = 12484471,32 \text{ см}^4.$$

Таким чином:

$$A_{red} = 5995,437 \text{ см}^2;$$

$$J_{red} = 12484471,32 \text{ см}^4;$$

$$y_0 = 64,5 \text{ см.}$$

Початкову величину попереднього напруження в арматурі без урахування втрат  $\sigma_r$  приймаємо згідно п. 3.10 [1]. Величина  $\sigma_r$  не повинна перевищувати  $R_p$ .

приймаємо:

$$\sigma_r = 0,9 R_p = 0,9 \times 10750 = 9675 \text{ кгс / см}^2.$$

Втрати попереднього напруження в напруженій арматурі визначаємо по п. 1, 2, 3 і 6 табл. 1 додатка 11 [1].

Перші втрати виникають внаслідок (п. 3.14 [1]):

- релаксації арматури (в розмірі 50% від повних) -  $\sigma_1$ ;
- температурного перепаду -  $\sigma_2$ ;
- деформації анкерів -  $\sigma_3$ ;
- швидкоплинної повзучості бетону -  $\sigma_6$ ;

Втрати від релаксації напружень в арматурі при механічному способі натягу приймаємо рівним 50% від повних згідно п. 3.14 [1]:

$$\sigma_1 = 0,5(0,22 \frac{\sigma_p}{R_{p,ser}} - 0,1)\sigma_p = 0,5(0,22 \frac{9675}{13600} - 0,1)9675 = 273,4 \text{ кгс / см}^2 = 27,34 \text{ МПа.}$$

Втрати від температурного перепаду між упорами і виробами:

При класі бетону В35  $\Delta t = 600 \text{ С}$  (п. 2 табл. 1 дод. 11 [1]):

$$\sigma_2 = 1,25\Delta t = 1,25 \times 60 = 75 \text{ МПа} = 750 \text{ кгс / см}^2.$$

Втрати від деформації анкерів обчислимо при зміщенні пучка щодо анкерів колодки на 0,2 см, Відстань між внутрішніми поверхнями анкерних колодок становить 26 м.

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} E_p = \frac{0,004}{26} \times 1,77 \times 10^5 = 27,23 \text{ МПа} = 272,3 \text{ кгс / см}^2.$$

Зусилля обтиску з урахуванням втрат  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  одно:

$$P_1 = A_{sp} (\sigma_r - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 50,112 (9675 - 273,4 - 750 - 272,3) = 419903,48 \text{ кгс.}$$

Відстань від нижньої поверхні балки до точки прикладання рівнодіючої:

$$y_{osp} = \frac{A_{sp1} \sigma_p a_1 + A_{sp2} \sigma_p a_2 + A_{sp3} \sigma_p a_3}{\sigma_p (A_{sp1} + A_{sp2} + A_{sp3})} = \frac{A_{sp1} a_1 + A_{sp2} a_2 + A_{sp3} a_3}{A_{sp1} + A_{sp2} + A_{sp3}} =$$

$$\frac{27,84 \times 8 + 16,704 \times 18 + 5,568 \times 28}{50,112} = 13,56 \text{ см.}$$

Відстань від центра ваги приведенного перерізу до точки прикладання рівнодіючої зусилля:

$$e_{op} = y_0 - y_{osp} = 64,5 - 13,56 = 50,94 \text{ см.}$$

Для визначення втрат від швидкоплинної повзучості бетону  $\sigma_6$  обчислимо  $\sigma_{вр}$  в середині прольоту від дії сили  $P_1$  і згинального моменту

$M_w$  від рівномірно розподіленого навантаження від власної ваги балки, що дорівнює  $q_{1п} = 1,55$  тс / м:

$$M_w^n = \frac{q_{1п} l^2}{8} = \frac{1,55 \times 23,4^2}{8} = 106,09 \text{ тс} \cdot \text{м} = 10608975 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Напруга  $\sigma_{вр}$  на рівні зусилля  $P_1$  одно:

$$\sigma_{вр} = \frac{P_1}{A_{ред}} + \frac{(P_1 e_{оп} - M_w^n) y_0}{J_{ред}} = \frac{419903,48}{5995,437} + \frac{(419903,48 \times 50,94 - 10608975) 64,5}{12484471,32} =$$

$$70,04 + 55,69 = 125,73 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 12,57 \text{ МПа}.$$

Відпустка натягу передбачається при 75% міцності бетону заданого класу В35:

$$R_{вр} = 0,75 \times 35 = 26,25 \text{ МПа}.$$

Обчислимо відношення бетону:

$$\frac{\sigma_{вр}}{R_{вр}} = \frac{12,57}{26,25} = 0,48 < 0,8.$$

Для бетону, підданого тепловій обробці, вводиться коефіцієнт 0,85. Таким чином, втрати від швидкоплинної повзучості бетону становить:

$$\sigma_6 = 0,85 \times 40 \frac{\sigma_{вр}}{R_{вр}} = 0,85 \times 40 \times 0,48 = 16,32 \text{ МПа} = 163,2 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Величина попереднього напруження в арматурі з урахуванням перших втрат дорівнює:

$$\sigma_{р1} = \sigma_{р1} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = 9675 - 273,4 - 750 - 272,3 - 163,2 = 8216,1 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 82,161 \text{ МПа}.$$

Визначимо зусилля обтиску з урахуванням перших втрат одно:

$$P_1 = \sigma_{р1} (A_{сп1} + A_{сп2} + A_{сп3}) = 8216,1 \times 50,112 = 411725,2 \text{ кгс}.$$

Обчислимо другі втрати, які відбуваються внаслідок усадки бетону -  $\sigma_9$ ; повзучості бетону -  $\sigma_8$  і релаксації арматури (в розмірі 50% повних).

Втрати від усадки бетону рівні:

$$\sigma_9 = 35 \text{ МПа} = 350 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Втрати від релаксації арматури:

$$\sigma_1 = 27,34 \text{ МПа} = 273,4 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Обчислимо втрати від повзучості бетону. Для цього визначимо напругу в арматурі з урахуванням перших і других втрат (крім втрат від повзучості):

$$\sigma_{р2} = \sigma_{р1} - \sigma_1 - \sigma_9 = 8216,1 - 273,4 - 350 = 7592,7 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 759,27 \text{ МПа}.$$

Визначимо зусилля обтиску:

$$P_2 = \sigma_{р2} A_{сп} = 380485,38 \text{ кгс}.$$

Знайдемо напруги в бетоні на рівні центра тяжіння напруженої арматури від зусилля  $P_2$  і моменту від власної ваги балки при  $e_{ор} = 50,94$  см.

$$\sigma_{вр} = \frac{P_2}{A_{ред}} + \frac{(P_2 e_{оп} - M_w^n) y_0}{J_{ред}} = \frac{380485,38}{5995,437} + \frac{(380485,38 \times 50,94 - 10608975) 64,5}{12484471,32} =$$

$$63,46 + 45,32 = 108,78 \text{ кгс} / \text{см}^2 = 10,878 \text{ МПа}.$$

Обчислимо відношення бетону:

$$\frac{\sigma_{вр}}{R_{вр}} = \frac{10,878}{26,25} = 0,41 < 0,75.$$

Обчислимо втрати від повзучості бетону:

$$\sigma_8 = 150 \times 0,85 \frac{\sigma_{ep}}{R_{ep}} = 150 \times 0,85 \times 0,41 = 52,275 \text{ МПа} = 522,75 \text{ кгс / см}^2.$$

Величина попереднього напруження в арматурі з урахуванням перших і других втрат дорівнює:

$$\sigma_{p2} = \sigma_{p1} - \sigma_1 - \sigma_8 - \sigma_9 = 8216,1 - 273,4 - 522,75 - 350 = 7069,95 \text{ кгс / см}^2 = 70,6995 \text{ МПа}.$$

Визначимо зусилля обтиску з урахуванням перших і других втрат:

$$P_2 = \sigma_{p2} A_{sp} = 7069,95 \times 50,112 = 354289,33 \text{ кгс}.$$

### 3.6.4 Розрахунок балки на утворення тріщин (в перетині розташованому на середині прольоту при експлуатації при впливі нормативної постійного і тимчасового навантаження)

Найбільший нормативний момент в середині прольоту балки від дії постійного навантаження і тимчасового навантаження НК-100,8:

$$M_H = 271,843 \text{ тс} \cdot \text{м} = 27184300 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Величина зусилля обтиску з урахуванням перших і других втрат і коефіцієнта точності натягу становить 0,9:

$$P_2 = 0,9 \times 354289,33 = 318860,397 \text{ кгс}.$$

Розрахунок проводиться для перетину балки, діючу пенсійну систему стадії експлуатації, то необхідно визначити геометричні характеристики: перетину балки швів сполучення.

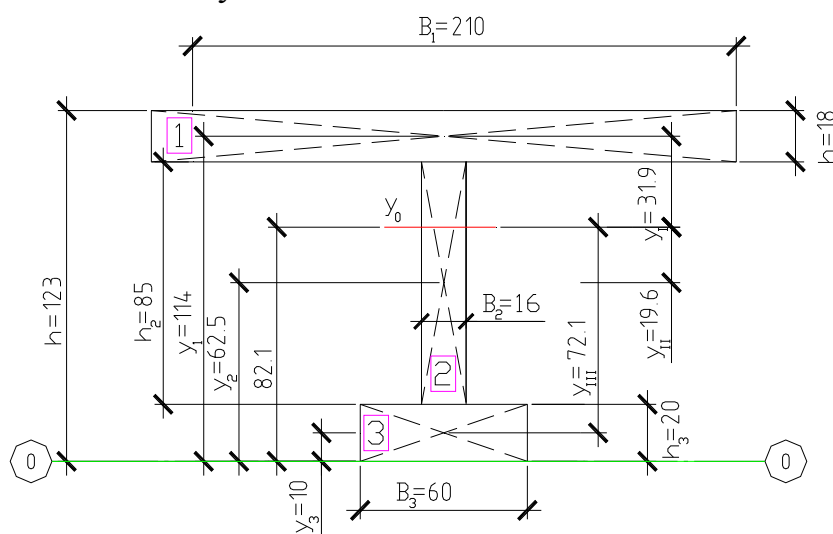


Рисунок 3.14 Наведене поперечний переріз балки

Площа наведеного поперечного перерізу:

$$A_{red} = A_{b3} + A_{b2} + A_{b1} + \alpha_p A_{sp} = (60 \times 20 + 85 \times 16 + 220 \times 18) + 3,9 \times 50,112 = 6715,437 \text{ см}^2.$$

Статичний момент наведеного поперечного перерізу відносно осі 0-0, що проходить через нижню межу перетину:

$$S_{0-0} = S_3 + S_2 + S_1 = y_3 B_3 h_3 + y_2 B_2 h_2 + y_1 B_1 h_1 + \alpha_p A_{sp} y_{sp} = (60 \times 20 \times 10) + (85 \times 16 \times 62,5) + (220 \times 18 \times 114) + 3,9 \times 50,112 \times 13,6 = 551097,94 \text{ см}^3.$$

Ордината центру ваги приведенного перерізу:

$$y_0 = \frac{S_o - o}{A_{red}} = \frac{551097,94}{6715,437} = 82,1 \text{ см.}$$

Момент інерції приведенного перерізу відносно осі, що проходить через центр ваги перерізу:

$$J_{red} = J_1 + J_2 + J_3 + J_{sp}$$

$$J_1 = \frac{B_1(h_1)^3}{12} + B_1h_1y_I^2 = \frac{220 \times 18^3}{12} + 220 \times 18 \times 31,9^2 = 4136655,6 \text{ см}^4.$$

$$J_2 = \frac{B_2(h_2)^3}{12} + B_2h_2y_{II}^2 = \frac{16 \times 85^3}{12} + 16 \times 85 \times 19,6^2 = 1341290,93 \text{ см}^4.$$

$$J_3 = \frac{B_3(h_3)^3}{12} + B_3h_3y_{III}^2 = \frac{60 \times 20^3}{12} + 60 \times 20 \times 72,1^2 = 6278092 \text{ см}^4.$$

$$J_{sp} = \alpha A_{sp} y_{2sp}^2 = 3,9 \times 50,112 \times 13,62^2 = 36147,99 \text{ см}^4.$$

$$J_{red} = J_1 + J_2 + J_3 + J_{sp} = 4136655,6 + 1341290,93 + 6278092 + 36147,99 = 11792186,52 \text{ см}^4.$$

Таким чином:

$$A_{red} = 6715,437 \text{ см}^2; J_{red} = 11792186,52 \text{ см}^4; y_0 = 82,1 \text{ см.}$$

Відстань від центра ваги приведенного перерізу до точки прикладання рівнодіючої зусилля:

$$e_{op} = y_0 - y_{o2sp} = 82,1 - 13,56 = 68,54 \text{ см.}$$

Знайдемо величину розтягуючого напруги в бетоні у нижнього краю перерізу:

$$\sigma_{sp} = \frac{(M^n - P_2 e_{op}) y_0}{J_{red}} - \frac{P_2}{A_{red}} = \frac{(27184300 - 318860,397 \times 68,54) 82,1}{11792186,52} - \frac{318860,397}{6715,437} =$$

$$37,1 - 47,48 = -10,38 \text{ кгс / см}^2 = -1,038 \text{ МПа.}$$

Згідно табл. 39 [1] граничне значення напруг, що розтягують в бетоні для конструкцій, що проектується за категорією тріщиностійкості 2б, не повинно перевищувати:

$$1,4 R_{bt}, \text{ ser} = 1,4 \times 20 = 28 \text{ кгс / см}^2;$$

$$\sigma_{sp} = -10,38 \text{ кгс / см}^2 < 28 \text{ кгс / см}^2 \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.5 Перевірка при відсутності тимчасового навантаження (за мінімальними стискає напруженням)

Згідно табл. 39 [1] мінімальна величина стискає напруги в бетоні при відсутності тимчасового навантаження не повинна бути менше 16,3 кгс / см<sup>2</sup> для бетону класу В35.

Величина нормативного згинального моменту від постійного навантаження (власна вага) в середині прольоту балки становить:

$$M_n = 59,171 \text{ тс} \cdot \text{м} = 5917100 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Величину зусилля обтиску приймаємо з урахуванням коефіцієнта точності натягу 0,9:

$$P_2 = 318860,397 \text{ кгс.}$$

Геометричні характеристики перерізу приймаємо з урахуванням швів сполучення:

$$A_{red} = 6715,437 \text{ см}^2;$$

$$J_{red} = 11792186,52 \text{ см}^4;$$

$$y_0 = 82,1 \text{ см};$$

$$e_{op} = 68,54 \text{ см}.$$

Визначення стискає напруги в бетоні у нижнього краю перерізу:

$$\sigma_s = -\frac{(M'' - P_2 e_{op}) y_0}{J_{red}} - \frac{P_2}{A_{red}} = -\frac{(5917100 - 318860,397 \times 68,54) 82,1}{11792186,52} - \frac{318860,397}{6715,437} =$$

$$110,96 + 47,48 = 158,44 \text{ кгс / см}^2.$$

$$\sigma_{sv} = 158,44 \text{ кгс / см}^2 > 16,3 \text{ кгс / см}^2 \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.6 Перевірка за освітою поздовжніх тріщин при стисненні (в нижній частині перетину балки)

Згідно п. 3.10 [1] в обжимаються зоні бетону попередньо напружених конструкцій освіту поздовжніх тріщин, які збігаються з напрямком дії нормальних стискаючих напружень неприпустимо. Нормальні стискають напруги не повинні перевищувати  $R_b$ ,  $m_{s1} = 200 \text{ кгс / см}^2$  (19,6 МПа) на стадії виготовлення і монтажу.

Граничні стискають напруги в бетоні на стадії обтиснення при 75% міцності бетону для класу В35 становить:

$$0,75 R_b, m_{s1} = 0,75 \times 200 = 150 \text{ кгс / см}^2.$$

Величину зусилля обтиску прийmemo з урахуванням тільки перших втрат і з урахуванням коефіцієнта точності натягу 1,1:

$$P_1 = 411725,2 \times 1,1 = 452897,72 \text{ кгс}.$$

Геометричні характеристики перерізу балки прийmemo без урахування швів сполучення:

$$A_{red} = 5995,437 \text{ см}^2;$$

$$J_{red} = 12484471,32 \text{ см}^4;$$

$$y_0 = 64,5 \text{ см};$$

$$e_{op} = 50,94 \text{ см}.$$

Величина нормативного моменту від власної ваги балки:

$$M_H = 8761600 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Величину стискають напруг в бетоні у нижнього краю перерізу балки обчислимо за формулою:

$$\sigma_s = \frac{P_1 e_{op} y_0}{J_{red}} + \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{M'' y_0}{J_{red}} = \frac{452897,72 \times 50,94 \times 64,5}{12484471,32} + \frac{452897,72}{5995,437} - \frac{8761600 \times 64,5}{12484471,32} =$$

$$119,19 + 75,54 - 45,27 = 149,46 \text{ кгс / см}^2.$$

$$\sigma_{sv} = 149,46 \text{ кгс / см}^2 < 150 \text{ кгс / см}^2 \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.7 Перевірка за освітою поздовжніх тріщин в стадії експлуатації (в нижній частині перетину балки)

Згідно п. 3.10 [1] нормальні напруження стиску не мають перевищувати  $R_b$ ,  $m_{s2} = 170 \text{ кгс / см}^2$  (16,7 МПа) на стадії постійної експлуатації.

Величину зусилля обтиску на стадії постійної експлуатації приймаємо з урахуванням всіх втрат попереднього напруження і з урахуванням коефіцієнта точності напруги 1,1:

$$P_2 = 354289,33 \times 1,1 = 389718,26 \text{ кгс.}$$

Геометричні характеристики перерізу приймаємо з урахуванням швів сполучення:

$$A_{red} = 6715,437 \text{ см}^2;$$

$$J_{red} = 11792186,52 \text{ см}^4;$$

$$y_0 = 82,1 \text{ см}; \quad e_{op} = 68,54 \text{ см.}$$

Величина нормативного моменту від власної ваги прогонової будови:

$$M_H = 55773000 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Величину стискають напруг в бетоні у нижнього краю перерізу балки обчислимо за формулою:

$$\sigma_s = \frac{P_2 e_{op} y_0}{J_{red}} + \frac{P_2}{A_{red}} - \frac{M'' y_0}{J_{red}} = \frac{389718,26 \times 68,54 \times 82,1}{11792186,52} + \frac{389718,26}{6715,437} - \frac{55773000 \times 82,1}{11792186,52} =$$

$$185,97 + 58,03 - 388,3 = -144,3 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

$$\sigma_b = -144,3 \text{ кгс} / \text{см}^2 < 170 \text{ кгс} / \text{см}^2 \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.8 Розрахунок по утворенню нормальних тріщин при стисненні (у верхній частині перетину балки)

Величину зусилля обтиску приймаємо з урахуванням перших втрат і коефіцієнта точності натягу 1,1:

$$P_1 = 411725,2 \times 1,1 = 452897,72 \text{ кгс.}$$

Величина нормативного моменту від власної ваги балки:

$$M_H = 8761600 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Геометричні характеристики перерізу балки приймемо без урахування швів сполучення:

$$A_{red} = 5995,437 \text{ см}^2;$$

$$J_{red} = 12484471,32 \text{ см}^4;$$

$$y_0 = 64,5 \text{ см};$$

$$e_{op} = 50,94 \text{ см.}$$

Відстань від центра ваги до верхньої полиці:

$$y'_0 = h - y_0 = 123 - 64,5 = 58,5 \text{ см.}$$

Величина напружень в бетоні у верхнього краю перерізу:

$$\sigma_s = \frac{P_1 e_{op} y'_0}{J_{red}} - \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{M'' y'_0}{J_{red}} = \frac{452897,72 \times 58,5 \times 50,94}{12484471,32} - \frac{452897,72}{5995,437} - \frac{8761600 \times 58,5}{12484471,32} =$$

$$108,1 - 75,54 - 40,99 = -8,43 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Тріщини у верхнього краю розтину не утворюються.

Згідно п. 3.98 [1] для конструкцій, що проектуються за категорією тріщиностійкості 2б в зонах бетону, стислих на стадії експлуатації (верхня частина перетину балки), не слід допускати при інших стадіях роботи виникнення напруг, що розтягують, що перевищують величину  $0,8 R_{bt}$ ,  $\sigma_{ser} = 0,8 \times 20 = 16 \text{ кгс} / \text{см}^2$ .

$$-8,43 \text{ кгс} / \text{см}^2 < 0,8 R_{bt}, \sigma_{ser} = 0,8 \times 20 = 16 \text{ кгс} / \text{см}^2 \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.9 Перевірка по несучої здатності (міцності) балки на стадії попереднього напруження (в перерізі по середині прольоту)

Величину розрахункового моменту від власної ваги обчислюємо з урахуванням коефіцієнта  $\gamma_f = 0,9$ :

$$M = 0,9 \times M_H = 0,9 \times 8761600 = 7885440 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Розрахунковий опір бетону стиску, відповідне 75% міцності бетону ( $B35 \times 0,75 = 26,25 \text{ МПа}$ ) обчислене по інтерполяції, становить:

$$R_{bp} = 139,3 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Величина розрахункових напружень для напруженої арматури (вона розташовується в стислій зоні) становить:

$$\sigma_{rc} = R_{rc} - \sigma_{rc1}$$

$R_{rc}$  - найбільше стискуюче напруження в напруженій арматурі, по п. 3.98 [1]  $R_{rc} = 3300 \text{ кгс} / \text{см}^2$  (це та частина напружень від зусилля обтиску, яка пішла на обтиск бетону);

$\sigma_{rc1}$  - розрахункове напруження в напруженій арматурі за вирахуванням перших втрат і з урахуванням коефіцієнта точності натягу 1,1:

$$\sigma_{rc1} = 1,1 \sigma_{r1} = 1,1 \times 8216,1 = 9037,71 \text{ кгс} / \text{см}^2;$$

$$\sigma_{rc} = 3300 - 9037,71 = -5737,71 \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Величина зусилля обтиску:

$$P_1 = \sigma_{rc} A_{sp} = 5737,71 \times 50,112 = 287528,12 \text{ кгс.}$$

Замінімо силу від обтиску  $P_1$  і розрахунковий момент від власної ваги  $M$ , прикладені до перетину, однією силою  $P_1$ .

Положення рівнодіючої:

$$e_N = \frac{M}{P_1} = \frac{7885440}{287528,12} = 27,4 \text{ см.}$$

Відстань від центра ваги перерізу до рівнодіючої  $P_1$ :

$$e_0 = e - e_N = 50,94 - 27,4 = 23,54 \text{ см.}$$

Обчислимо  $h_0$  приймаючи, що положення центра ваги ненапрягаємої поздовжньої арматури полки знаходиться в центрі ваги полки  $y_1 = 9$ :

$$h_0 = h - y_1 = 123 - 9 = 114 \text{ см.}$$

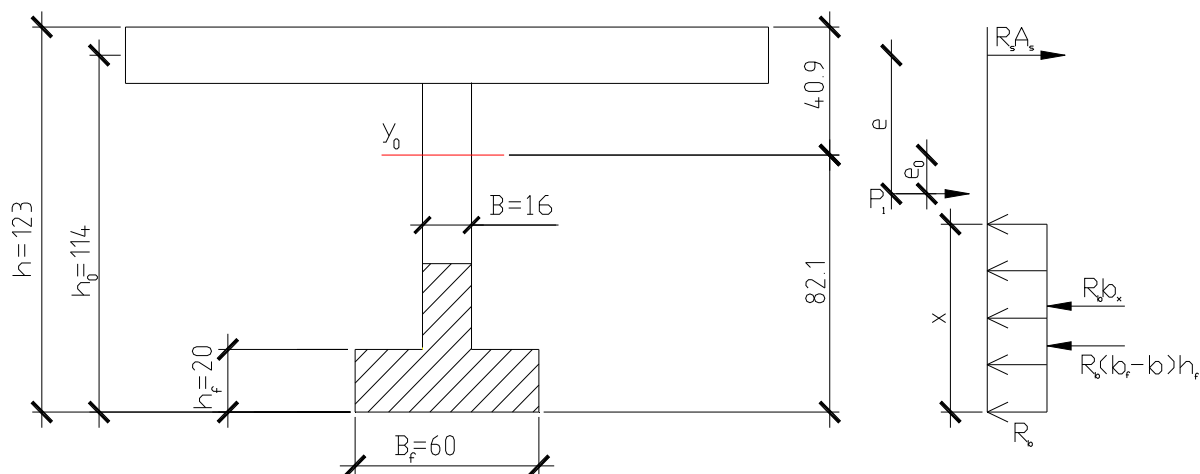


Рисунок 3.15 Схема до розрахунку висоти стиснутої зони  $x$



Армування полиці 20  $\varnothing 8$  АІІ  $A_s = 10,06 \text{ см}^2$ .

Відстань від центра ваги ненапрягаємої арматури верхньої полиці до точки прикладання рівнодіючої:

$$e = h_0 - y_0 + e_0 = 114 - 64,5 + 23,54 = 73,04 \text{ см.}$$

Висоту стиснутої зони визначимо з рівняння:

$$P_1 + R_s A_s = R_b b x + R_b (b_f - b) h_f$$

$$x = \frac{P_1 + R_s A_s - R_b (b_f - b) h_f}{b R_b} = \frac{287528,12 + 2150 \times 10,06 - 139,3(60 - 16)28}{16 \times 139,3} = 61,7 \text{ см.}$$

$$\xi = \frac{x}{h_1} = \frac{61,7}{114} = 0,54 < \xi_R = 0,575.$$

Перевіримо несучу спроможність перетину:

$$P_1 e_0 \leq R_b b x (h - 0,5x) + R_b (b_f - b) h_f (h_0 - 0,5h_f),$$

$$287528,12 \times 61,7 \leq 139,3 \times 16 \times 61,7 (114 - 0,5 \times 61,7) + 139,3 (60 - 16) 20 (114 - 0,5 \times 20)$$

$$177,4 \text{ тс} \cdot \text{м} \leq 241,83 \text{ тс} \cdot \text{м} \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.10 Розрахунок по розкриттю тріщин в середині прольоту (в нижній частині перетину балки)

Найбільший нормативний момент в середині прольоту балки від спільного впливу постійного навантаження (власна вага) і тимчасової рухомого навантаження (НК-100,8) становить:

$$M_H = 271,843 \text{ тс} \cdot \text{м} = 27184300 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Величина зусилля обтиску з урахуванням перших і других втрат і коефіцієнта точності натягу 0,9 становить:

$$P_2 = 354289,33 \times 0,9 = 318860,39 \text{ кгс.}$$

Геометричні характеристики перерізу приймаємо з урахуванням швів сполучення:

$$A_{red} = 6715,437 \text{ см}^2; J_{red} = 11792186,52 \text{ см}^4; y_0 = 82,1 \text{ см}; e_{or} = 68,54 \text{ см.}$$

Граничне значення розрахункової ширини розкриття тріщин приймається рівним  $\Delta s_{cr} = 0,015 \text{ см}$  по табл. 39 [1].

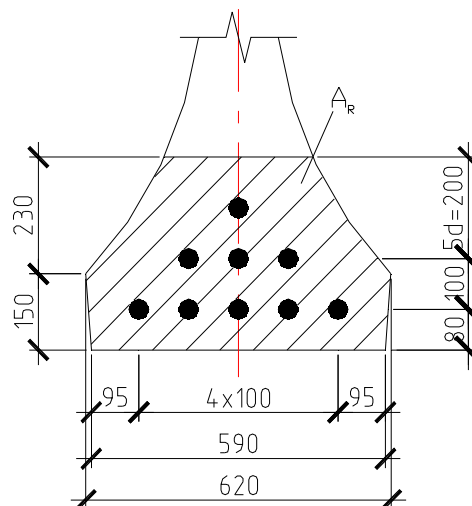


Рисунок 3.16 Схема визначення площі зони взаємодії

Радіус армування:

$$R_r = \frac{A_r}{\sum \beta n d}$$

$\beta = 0,65$  - коефіцієнт, що враховує ступінь зчеплення арматурних елементів з бетоном;

$n = 9$  - число стрижнів;

$d = 5.0$  - діаметр одного сержня (пучка);

$A_r$  - площа зони взаємодії.

$$A_r = 62 \times 38 - 15 \times 3 \times 0,5 - 23 (62 - 16) 0,5 = 1804,5 \text{ см}^2.$$

Радіус армування:

$$R_r = \frac{1804,5}{0,65 \times 9 \times 5} = 61,69 \text{ см.}$$

Величина приросту растягивающего напруги  $\Delta\sigma_p$  в напруженій арматурі, що виникає після зниження під тимчасовим навантаженням попереднього стискає напруги в бетоні до нуля, допускається визначати за формулою:

$$\Delta\sigma_p = \frac{\sigma_{bt}}{\mu_p}$$

$\sigma_{bt}$  - розтягуюче напруження в бетоні на рівні центра тяжіння розтягнутої зони бетону при дії постійного і тимчасового навантаження;

$\mu_p$  - коефіцієнт армування, який визначається як відношення обліковується в розрахунку площі поперечного перерізу поздовжньої арматури до площі всієї розтягнутої зони бетону (арматура, яка не має зчеплення з бетоном, при обчисленні  $\mu_p$  не враховується);

$$\mu_p = \frac{A_p}{A_{bt}}$$

Для визначення висоти розтягнутої зони і величини  $\sigma_{bt}$  знайдемо напруги в бетоні у верхнього і нижнього краю перерізу. Величина напруг, що розтягують в бетоні на рівні нижнього краю перерізу при  $y_0 = 82,1$  см становить  $\sigma_b = 85,75$  кгс / см<sup>2</sup>.

Величина стискаючих напруг в бетоні у верхнього краю перерізу при  $y = 123 - 82,1 = 40,9$  см:

$$\sigma_s = \frac{(P_2 e_{op} - M^n) y}{J_{red}} - \frac{P_2}{A_{red}} = \frac{(318860,39 \times 68,54 - 27184300) 40,9}{11792186,52} - \frac{318860,397}{6715,437} =$$

$$-18,49 - 47,48 = -65,97 \text{ кгс / см}^2.$$

Графічним методом визначаємо величину  $h_x = 28$  см.

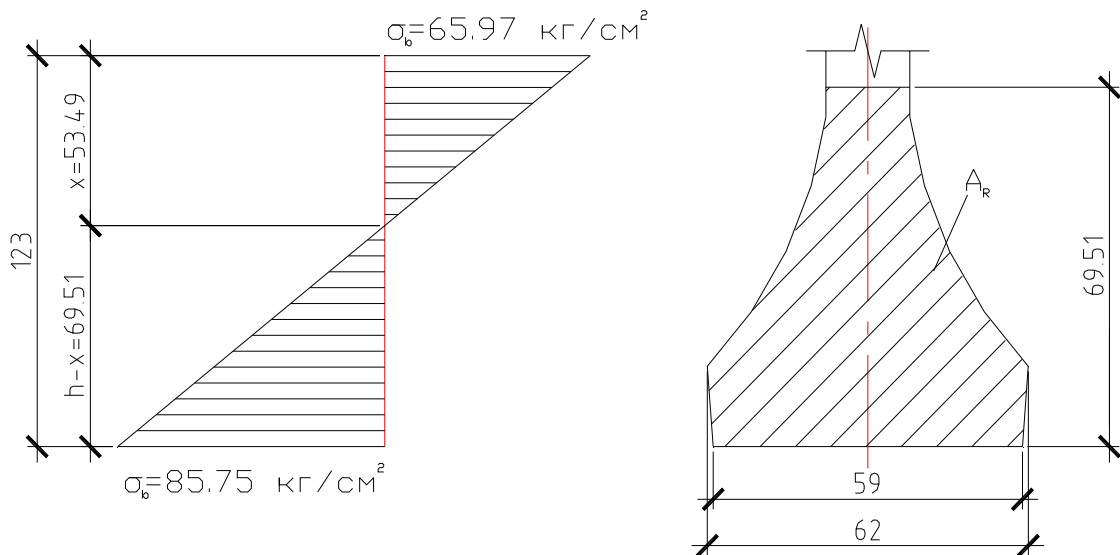


Рисунок 3.17 Схема до визначення висоти розтягнутої зони

Обчислимо положення центра ваги розтягнутої зони бетону:

$$S_{0-0} = 62 \times 38 \times 38 \times 0,5 \times 15 \times 3 \times 0,5 \times 15 \times 0,33 - 23 (62 - 16) 0,5 (15 + 23 \times 0,66) = 286887,41 \text{ см}^3.$$

$$y_{ог} = \frac{S_{0-0}}{A_r} = \frac{28687,41}{1804,5} = 15,9 \text{ см.}$$

Величина напружень на рівні центра тяжіння розтягнутої зони бетону:  
 $y = y_0 - y_{ог} = 82,1 - 15,9 = 66,2 \text{ см.}$

$$\sigma_{bt} = \frac{(M^n - P_2 e_{op}) y}{J_{red}} - \frac{P_2}{A_{red}} = \frac{(27184300 - 318860,397 \times 68,54) 66,2}{11792186,52} - \frac{318860,397}{6715,437} =$$

$$29,92 - 47,48 = -17,56 \text{ кгс / см}^2 = -1,756 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт армування:

$$\mu_p = \frac{A_p}{A_{bt}} = \frac{50,112}{1804,5} = 0,03$$

Величина приросту растягивающего напруги:

$$\Delta \sigma_p = \frac{\sigma_{bt}}{\mu_p} = \frac{17,56}{0,03} = 585,33 \text{ кгс / см}^2.$$

Розрахункова ширина розкриття тріщин:

$$E_p = 1,8 \times 10^6 \text{ кгс / см}^2 (1,77 \times 10^6 \text{ МПа});$$

$$\Psi = 0,35 R_t = 0,35 \times 61,69 = 21,59$$

$$a_{cr} = \frac{\Delta \sigma_p \Psi}{E_p} = \frac{585,33 \times 21,59}{1800000} = 0,007 \text{ см} < 0,015 \text{ см} \rightarrow \text{умова виконується.}$$

### 3.6.11 Розрахунок похилих перерізів балки (розрахунок на міцність по поперечній силі)

Розрахунок балки Б2 виконується на спільну дію постійного навантаження (власна вага) і тимчасового навантаження НК-100,8.

Перевірка міцності поперечного ребра балки між похилими тріщинами.

Перевірка виконується за формулою 94 [1]:

$$Q \leq 0,3\varphi w_1 \varphi w_1 R_{vb} h_0$$

$Q$  - поперечна сила на відстані не ближче  $h_0$  від осі опори, на відстані  $h_0 = 2,925$  м поперечна сила дорівнює  $Q = 22,166$  тс.

$\varphi w_1$  - коефіцієнт, що враховує вплив хомутів;

$$\varphi w_1 = 1 + n \times \eta \times \mu_w$$

$\eta = 5$  (при нормальних до поздовжньої осі хомутах);

$$n = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \times 10^6}{4.585 \times 10^5} = 4,36 \text{ кгс / см}^2.$$

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{bS_w}$$

$A_{sw}$  - площа перетину гілок хомутів, розташованих в одній площині,

$$A_{sw} = f_x \times n_x = 1,131 \times 2 = 2,26 \text{ при } 2 \text{ } \varnothing 12 \text{ A400 (A-III);}$$

$S_w$  - відстань між хомутами (крок хомутів),  $S_w = 10$  см;

$b$  - товщина стінки (ребра),  $b = 26$  см.

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{bS_w} = \frac{2,26}{26 \times 10} = 0,0087.$$

$$\varphi w_1 = 1 + n \times \eta \times \mu_w = 1 + 4,36 \times 5 \times 0,0087 = 1,19$$

коефіцієнт:

$$\varphi w_1 = 1 - 0,01 R_{vb} = 1 - 0,01 \times 18 = 0,82$$

Перевіримо умову міцності:

$$22,166 \leq 0,3 \times 1,19 \times 0,82 \times 180 \times 26 \times 292,5 = 400731,79 \text{ кгс} = 400,73 \text{ тс.}$$

$22,166 \text{ тс} \leq 400,73 \text{ тс} \rightarrow$  умова виконується.

Перевірка міцності похилого перерізу по поперечній силі.

Від торця балки відміряє 4 ділянки - три ділянки по 150 см і четвертий ділянку довжиною:

$$0,5 \ell_n - 3 \times 150 = 0,5 \times 2925 - 450 = 1012,5 \text{ см.}$$

Проводимо чотири похилих перетину I, II, III, IV по одному на кожній ділянці балки. Горизонтальні проекції похилих перерізів:

$$z_1 = 150 - \alpha - z = 150 - 30 - 15 = 105 \text{ см.}$$

$\alpha$  - половина ширини сталевий заставної деталі під опорною частиною;

$$c_2 = 150 \text{ см, } c_3 = 150 \text{ см, } c_3 = C_0.$$

Число гілок хомутів приймаємо рівним 2, в межах 1, 2 і 3 ділянок зі стрижнів  $\varnothing 12$  A400 (A-III) з кроком 10 см.

$$A_{sw} = f \times n_{sw} = 1,131 \times 2 = 2,26 \text{ см}^2.$$

У межах 4 ділянки зі стрижнів  $\varnothing 10$  A400 (A-III) з кроком 10 см.

$$A_{sw} = f \times n_{sw} = 78,5 \times 2 = 1,57 \text{ см}^2.$$

Розрахунковий опір хомутів приймаємо з урахуванням коефіцієнта умов роботи арматури (п. 3.40 [1]):

$$R_{sw} = m a_4 \times R_s = 0,8 \times 3550 = 2840 \text{ кг / см}^2.$$

Обчислюємо для кожного з 4-х ділянок граничне зусилля в хомутах на 1 п. М. Балки:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{U_x}$$

Для I, II, III ділянок:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{U_x} = \frac{2840 \times 2,26}{10} = 641,8 \text{ кг / см.}$$

Для IV ділянки:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{U_x} = \frac{2840 \times 1,57}{10} = 445,9 \text{ кг / см.}$$

Використовуючи огибаючу епюру поперечних сил від постійної і тимчасової рухомий навантажень, визначимо << умовну величину погонного рівномірно розподіленого навантаження >>, яка дорівнює похідною від поперечної сили по довжині:

$$P = \frac{dQ}{dx} \cong \frac{\Delta Q}{\Delta x}$$

Знайдемо величину P, приймаючи  $\Delta x = 1 \text{ м}$ .

Величини поперечних сил, отриманих з епюри, які використані для обчислення P наведені нижче:

$$x = 0 \text{ м, } Q_{оп} = 18,659 \text{ тс;}$$

$$x = 2,925 \text{ м, } Q = 15,789 \text{ тс;}$$

$$x = 5,85 \text{ м, } Q = 14,708 \text{ тс.}$$

Для ділянок I і II P одно:

$$P_1 = P_2 = \frac{18,659 - 15,789}{2,925} = 0,98 \text{ тс / м} = 9,8 \text{ кгс / см.}$$

Для ділянок III і IV P одно:

$$P_3 = P_4 = \frac{15,789 - 14,708}{2,925} = 0,37 \text{ тс / м} = 3,7 \text{ кгс / см.}$$

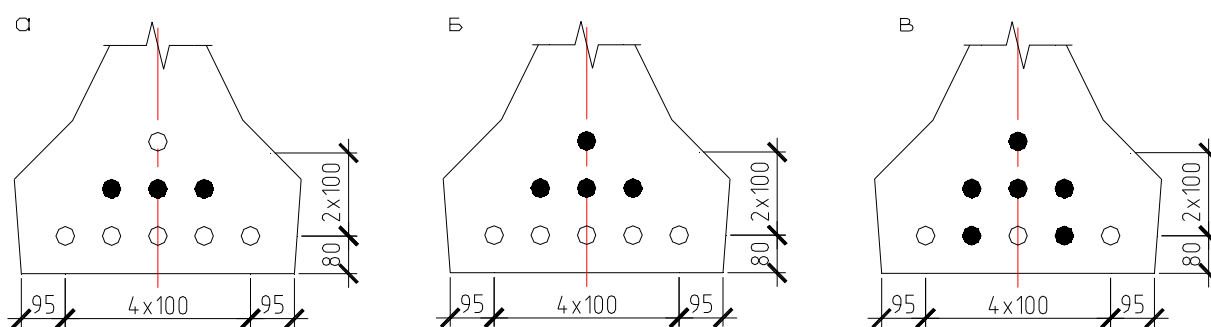


Рисунок 3.18 Схема до розрахунку відстаней від центра ваги арматури до нижньої межі балки:

а - для ділянок I; б - для ділянок II; в - для ділянок III.

Робоча висота перерізу  $h_0$  для ділянок I і II:

$$A_p = 4f_n; S_{0-0} = 1f_n \times 28 + 3f_n \times 18 = 82f_n.$$

$$a_p = \frac{S_{0-0}}{A_p} = \frac{82f_n}{4f_n} = 20,5 \text{ см.}$$

$$h_0 = h_a = 123 - 20,5 = 102,5 \text{ см.}$$

Робоча висота перерізу  $h_0$  для ділянок III і IV:

$$A_p = 6fn; S_{0-0} = 82fn + 2fn8 = 98fn.$$

$$a_p = \frac{S_{0-0}}{A_p} = \frac{98f_n}{6f_n} = 16,33 \text{ см.}$$

$$h_0 = h_a = 123 - 16,33 = 106,67 \text{ см.}$$

Обчислимо горизонтальну проекцію небезпечного похилого перерізу за формулою:

$$C_{0i} = \sqrt{\frac{2R_{br}bh_0^2}{q_{sw} + P_i}}$$

Для першої ділянки:

$$C_{01} = \sqrt{\frac{2 \times 12 \times 26 \times 102,5^2}{641,8 + 9,8}} = 100,31 \text{ см.}$$

Для другої ділянки:

$$C_{02} = \sqrt{\frac{2 \times 12 \times 21 \times 102,5^2}{641,8 + 9,8}} = 90,15 \text{ см.}$$

Для третьої ділянки:

$$C_{03} = \sqrt{\frac{2 \times 12 \times 16 \times 106,67^2}{641,8 + 3,7}} = 82,27 \text{ см.}$$

Для четвертої ділянки:

$$C_{04} = \sqrt{\frac{2 \times 12 \times 16 \times 106,67^2}{445,9 + 3,7}} = 98,58 \text{ см.}$$

Розрахункові поперечні сили для небезпечних похилих перерізів:

$$Q'I = 28,659 \text{ тс;}$$

$$Q'II = QII + P2C02 = 15,659 + 9,8 \times 0,9015 = 24,49 \text{ тс;}$$

$$Q'III = QIII + P3C03 = 14,708 + 3,7 \times 0,8227 = 17,75 \text{ тс;}$$

$$Q'IV = 14,708 \text{ тс.}$$

Обчислимо величини несучої здатності (міцності) хомутів в небезпечних похилих перетинах на ділянках I-IV за формулою:

$$Q_{swi} = (q_{sw} + P_i) C_{0i}$$

$$Q_{sw1} = (641,8 + 9,8) 100,31 = 65361,99 \text{ кгс;}$$

$$Q_{sw2} = (641,8 + 9,8) 90,15 = 58741,74 \text{ кгс;}$$

$$Q_{sw3} = (641,8 + 3,7) 82,27 = 53105,29 \text{ кгс;}$$

$$Q_{sw4} = (445,9 + 3,7) 98,58 = 44321,57 \text{ кгс.}$$

Обчислимо величини несучої здатності (міцності) стиснутої зони в небезпечних похилих перетинах:

$$Q_{bi} = \frac{2R_{bi}bh_{0i}^2}{C_{0i}} \text{ і } Q_{bi} = 0,5Q_i$$

$$Q_{b1} = \frac{2 \times 12 \times 26 \times 102,5^2}{100,31} = 65356,39 \text{ кгс, } Q_{b1} = 0,5 \times 28659 = 14329,5 \text{ кгс;}$$

$$Q_{b2} = \frac{2 \times 12 \times 21 \times 102,5^2}{90,15} = 58737,1 \text{ кгс, } Q_{b2} = 0,5 \times 24490 = 12245 \text{ кгс;}$$

$$Q_{b3} = \frac{2 \times 12 \times 16 \times 106,67^2}{82,27} = 53109,76 \text{ кгс}, Q_{b1} = 0,5 \times 17750 = 8875 \text{ кгс};$$

$$Q_{b4} = \frac{2 \times 12 \times 16 \times 106,67^2}{98,58} = 44322,78 \text{ кгс}, Q_{b1} = 0,5 \times 14708 = 7354 \text{ кгс}.$$

Для кожного з перетинів приймаємо найменше значення  $Q_b$ .

Виконаємо перевірку по міцності похилих перерізів:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}.$$

$$28659 \text{ кгс} \leq 14329,5 + 65356,39 = 79685,89 \text{ кгс};$$

$$24490 \text{ кгс} \leq 12245 + 58737,1 = 70982,1 \text{ кгс};$$

$$17750 \text{ кгс} \leq 8875 + 53109,76 = 61984,76 \text{ кгс};$$

$$14708 \text{ кгс} \leq 7354 + 44322,78 = 51676,78 \text{ кгс}.$$

Міцність похилих перерізів забезпечена.

### 3.6.12 Розрахунок на освіту похилих тріщин в балках на стадії експлуатації

Розрахунок проводимо на початку розширення ребра в перерізі на відстані 4,5 м від торця балки.

Нормативне значення поперечної сили:

$$Q^H = 22,166 + \frac{(22,166 - 20,195)1,78}{2,925} = 23,37 \text{ тс}.$$

При обчисленні величини зусилля попереднього напруження пучків враховуємо тільки 6 пучків. Три пучка в цьому перерізі не мають зчеплення з бетоном через обмотки.

Величина зусилля попереднього напруження арматури в розрахунковому перерізі з урахуванням всіх втрат:

$$P_2 = \sigma_p A_{sp} = 7069,95 \times 6 \times 5,568 = 236192,89 \text{ кгс}.$$

Геометричні характеристики перерізу приймаємо з урахуванням швів сполучення:

$$A_{red} = 6715,437 \text{ см}^2;$$

$$J_{red} = 11792186,52 \text{ см}^4;$$

$$y_0 = 82,1 \text{ см};$$

$$e_{op} = y_0 - y_{op} = 82,1 - 16,33 = 65,77 \text{ см}, \text{ ширина ребра } b = 16 \text{ см}.$$

Величина стискає напруги  $\sigma_x$  в бетоні в розрахунковому перерізі становить:

$$\sigma_x = \frac{P_2}{A_{red}} = \frac{236192,89}{6715,437} = 35,17 \text{ кгс / см}^2.$$

Дотичні напруження визначаємо за формулою Д. І. Журавського:

$$\tau_{xy} = \frac{Q^H S_{0red}}{b J_{red}}$$

$S_{0red}$  - статичний момент відносно осі 0-0, походящей через центр ваги перерізу.

$$S_{0red} = 210 \times 18(40,9 - 9) + \frac{(40,9 - 18)^2 18}{2} + \frac{19 \times 19 \times 2}{2} (40,9 - 18 - 0,33 \times 19) = 131305,12 \text{ см}^3$$

$$\tau_{xy} = \frac{23370 \times 131305,12}{16 \times 11792186,52} = 16,26 \text{ кгс / см}^2.$$

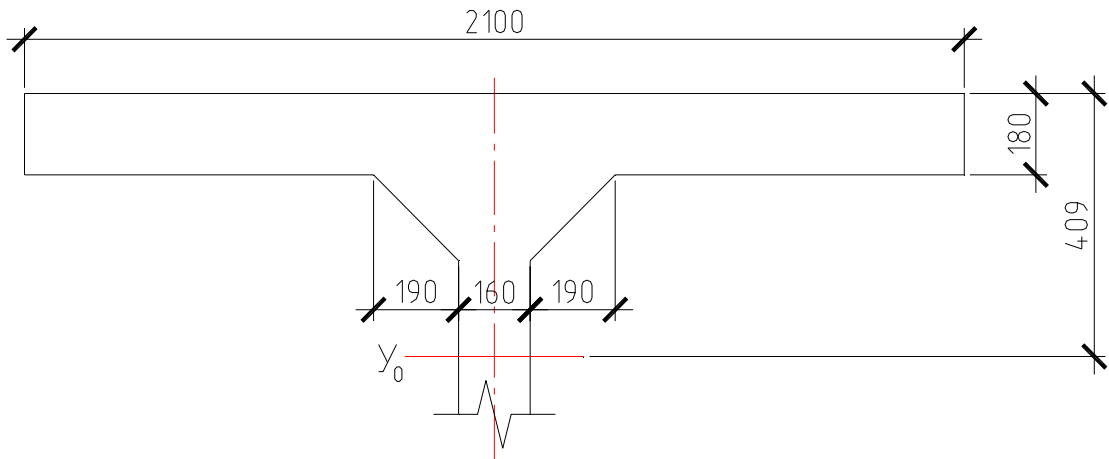


Рисунок 3.19 Схема перетину балки розташованого вище центра ваги

Головні розтягують і головні стискають напруги визначимо за формулами:

$$\sigma_{mt(mc)} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 - \tau_{xy}^2} = \frac{-35,17}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{35,17}{2}\right)^2 - 16,26^2} =$$

$$-17,59 \pm 23,95 = 6,36 (-41,54) \text{ кгс / см}^2.$$

Згідно п. 3.103 [1] знайдемо відношення:

$$\frac{\sigma_{mc}}{R_{b,mc2}} = \frac{41,54}{170} = 0,24$$

Отже  $\max \sigma_{mt} = 0,85R_{bt, ser} = 0,85 \times 20 = 17 \text{ кгс / см}^2$ , але не більше 22 кгс / см<sup>2</sup>.

$\sigma_{mt} = 6,36 \leq \max \sigma_{mt} = 17 \text{ кгс / см}^2 \rightarrow$  умова виконується.

### 3.6.13 Розрахунок прогину балки (по середині прольоту при експлуатації)

Вертикальний пружний загибун польотних будівель при дії рухомого тимчасового навантаження не повинен перевищувати величину  $(1/400) \ell$  при:  $u_f = 1$  і  $1 + \mu = 1$

$$f_{oon} = \frac{2925}{400} = 7,31 \text{ см.}$$

Жорсткість приведенного перерізу в стадії експлуатації обчислюємо за формулою (1) додатки 13 [1]:

$$B^* = \frac{kE_b J_{reg}}{1 + \varphi_{lim,1}} = \frac{B_1}{C}$$

$E_b J_{reg}$  - жорсткість наведеного суцільного перерізу елемента;

$k$  - коефіцієнт, що враховує вплив непружних деформацій бетону при короткочасному додатку навантаження і що дорівнює 0,85;

$C = 1 + \varphi^* \lim, 1$  приймаємо рівним двом для нормальних температурно-вологісних умов.



$$B_1 = kE_b J_{red} = 0,85 \times 458\,500 \times 11792186,52 = 459,57 \times 10^{10} \text{ кгс} / \text{см}^2.$$

Повний прогин обчислюємо за формулою:

$$f = f_1 + f_2 - f_3.$$

$$\text{Прогин від постійного навантаження: } f_1 = \frac{5}{48} \times \frac{M^* l^2 C}{B_1}$$

$M_n = 59,171 \text{ тс} \cdot \text{м}$  - нормативний термін від постійного навантаження для балки Б2:

$$f_1 = \frac{5}{48} \times \frac{5917100 \times 2925^2 \times 2}{459,57 \times 10^{10}} = 2,29 \text{ см.}$$

Нормальний прогин від тимчасової рухомого навантаження:

$$f_2 = \frac{5}{48} \times \frac{M^* l^2}{B_1}$$

$M_n = 212,672 \text{ тс} \cdot \text{м}$  - нормативний термін від тимчасового навантаження НК-100,8 в балці Б2:

$$f_2 = \frac{5}{48} \times \frac{21267200 \times 2925^2}{459,57 \times 10^{10}} = 4,12 \text{ см.}$$

$$\text{Вигин від попереднього обтиску бетону: } f_3 = \frac{5}{48} \times \frac{P_2 e_{op} l^2 C}{B_1}$$

Зусилля обтиску обчислюємо з урахуванням перших і других втрат, і коефіцієнта точності натягу 0,9:

$$P_2 = 354289,33 \times 0,9 = 318860,39 \text{ кгс.}$$

$$e_{op} = 68,54 \text{ см.}$$

$$f_3 = \frac{5}{48} \times \frac{318860,39 \times 68,54 \times 2925^2 \times 2}{459,57 \times 10^{10}} = 8,48 \text{ см.}$$

Повний прогин дорівнює:

$$f = f_1 + f_2 - f_3 = 2,29 + 4,12 - 8,48 = -2,07 \text{ см} < 7,31 \text{ см} = f_{доп}.$$

Отже, жорсткість балки забезпечена.

## 3.7 Армування конструктивних елементів моста

### 3.7.1 Армування ригелів

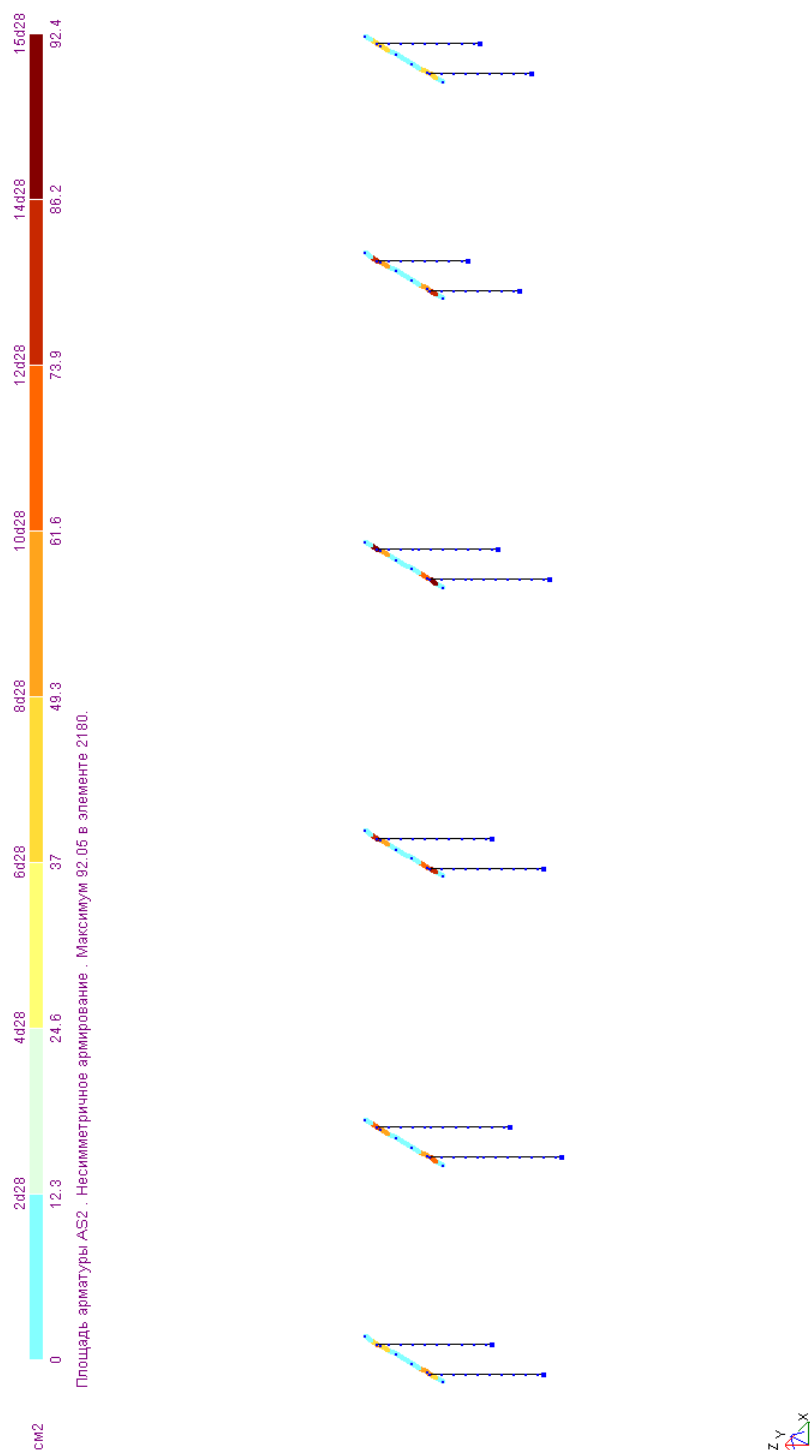


Рисунок 3.19 Загальний вигляд армування ригелів (армування верхнього пояса)

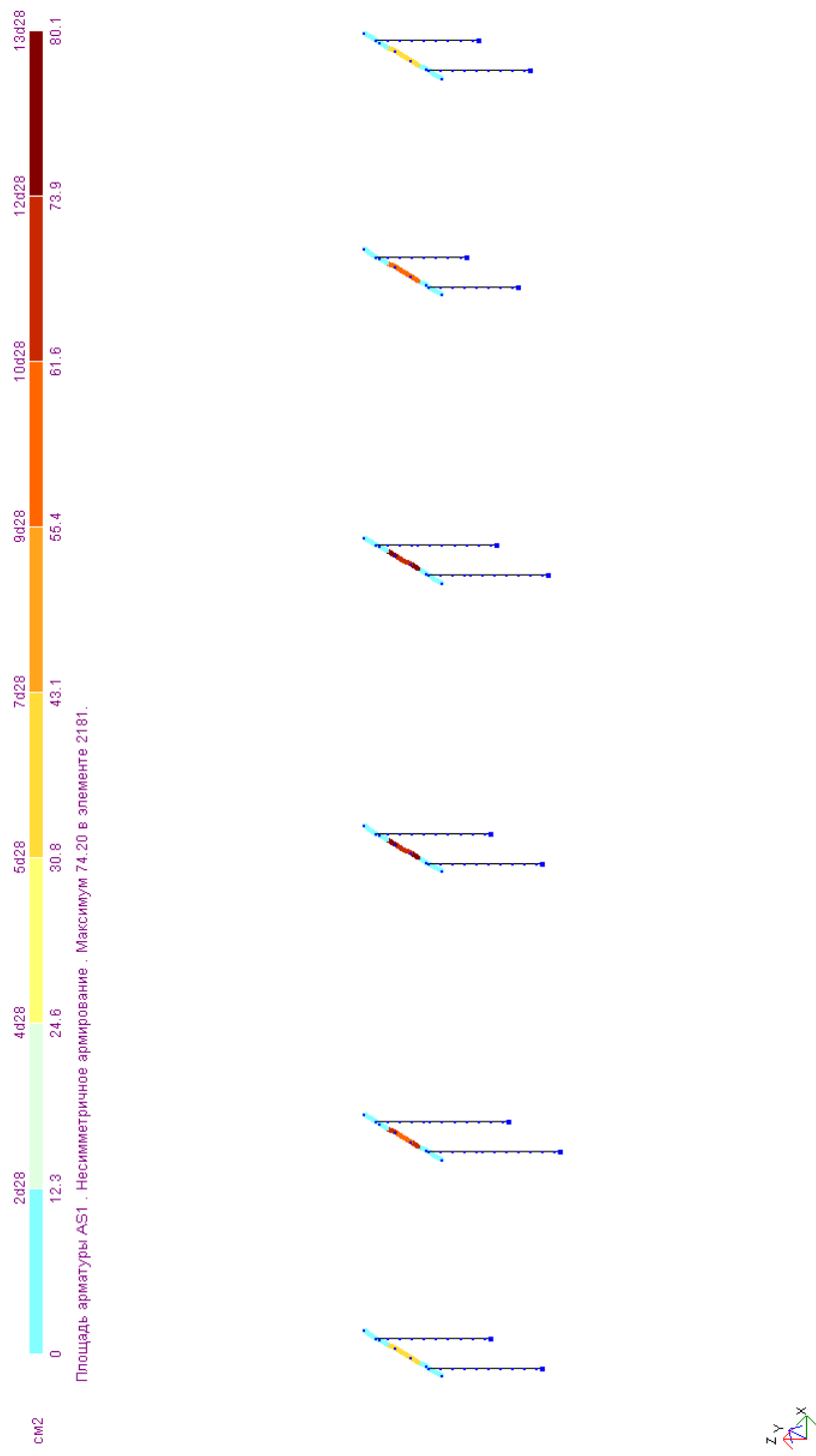


Рисунок 3.20 Загальний вигляд армування ригеля (армування нижнього пояса)



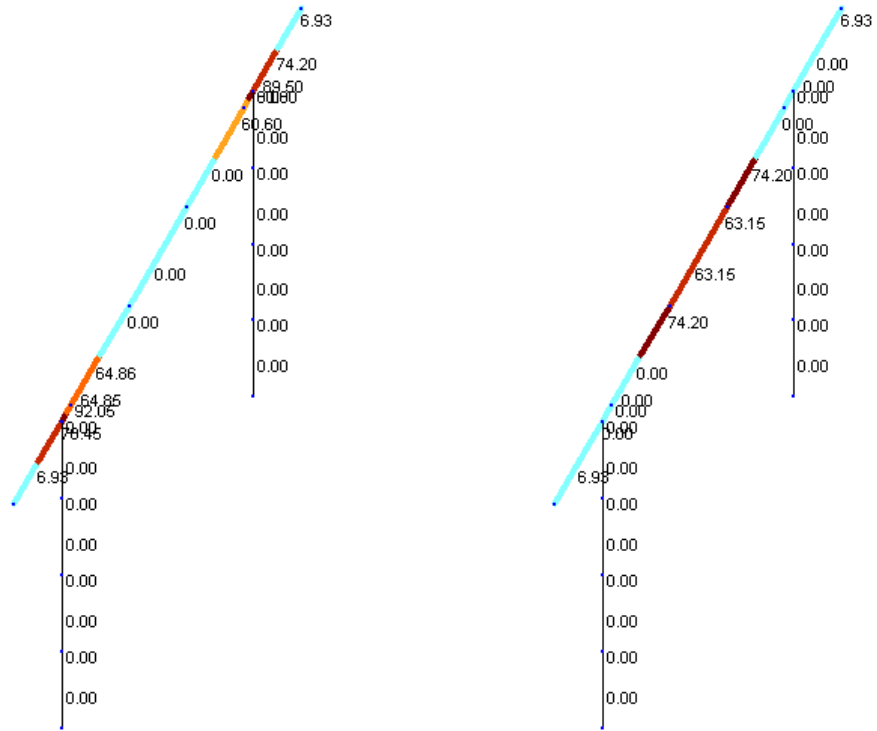


Рисунок 3.23 Сумарна площа верхнього і нижнього пояса арматури ригеля опори № 3

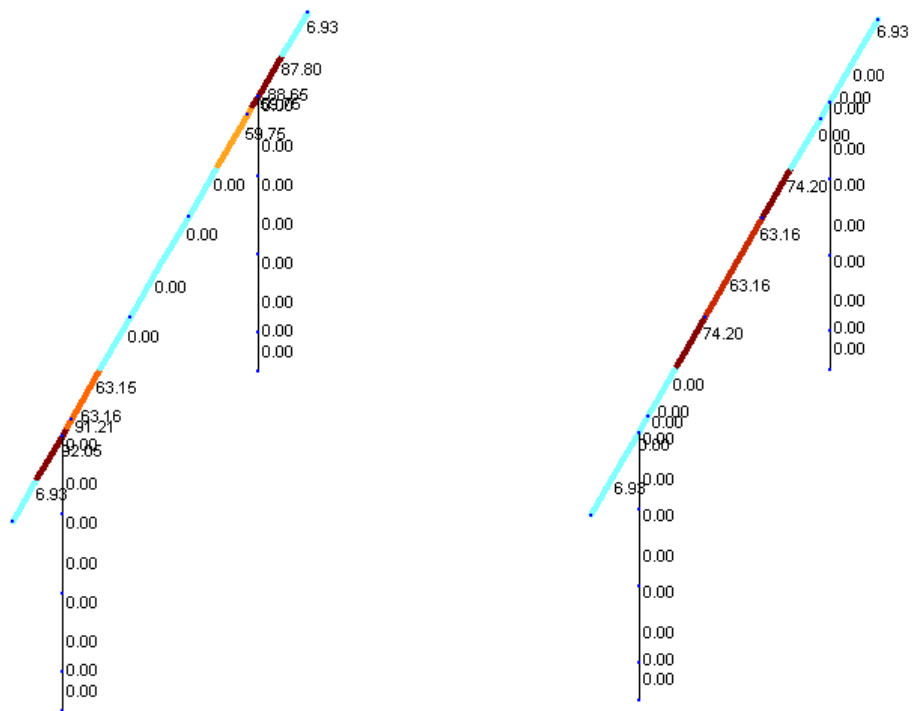


Рисунок 3.23 Сумарна площа верхнього і нижнього пояса арматури ригеля опори № 4

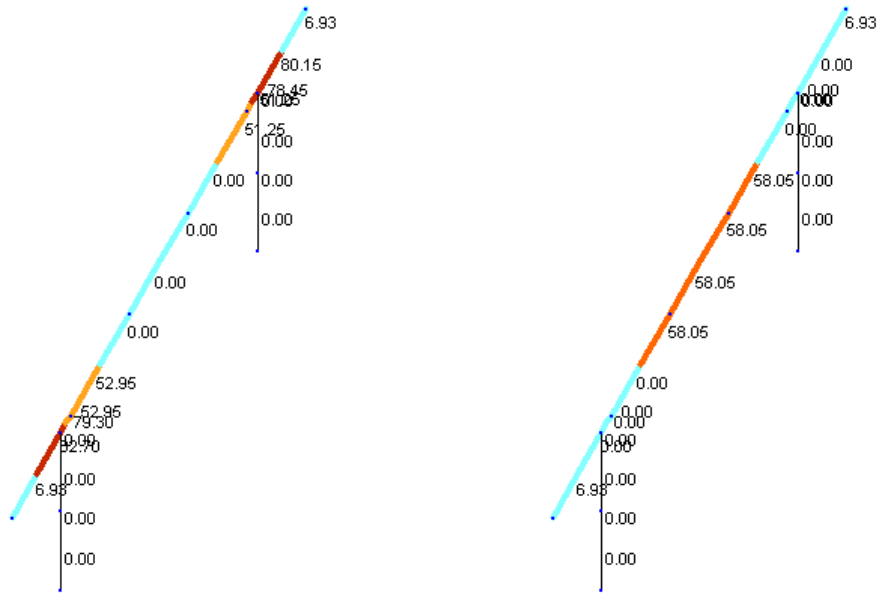


Рисунок 3.24 Сумарна площа верхнього і нижнього пояса арматури ригеля опори № 5

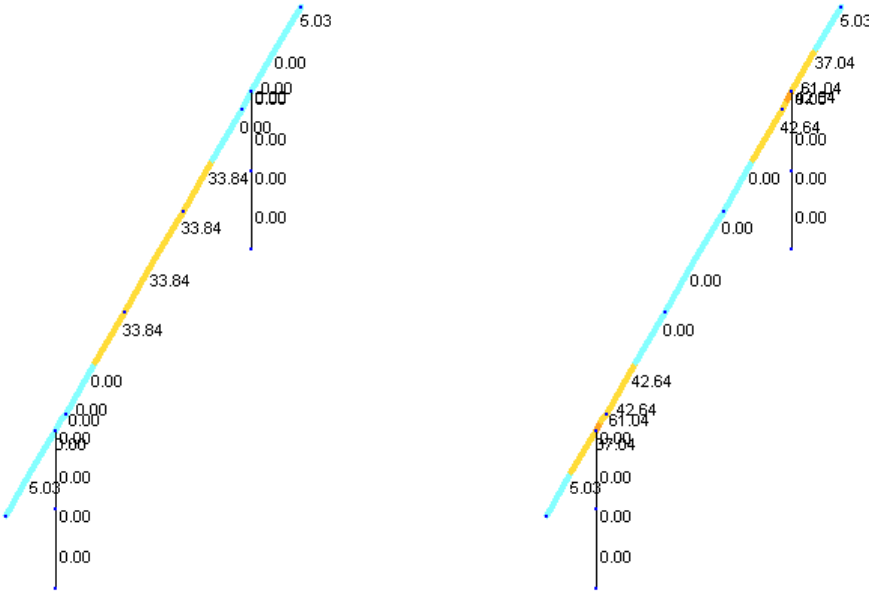


Рисунок 3.25 Сумарна площа верхнього і нижнього пояса арматури ригеля опори № 6

### 3.7.2 Армування стійок

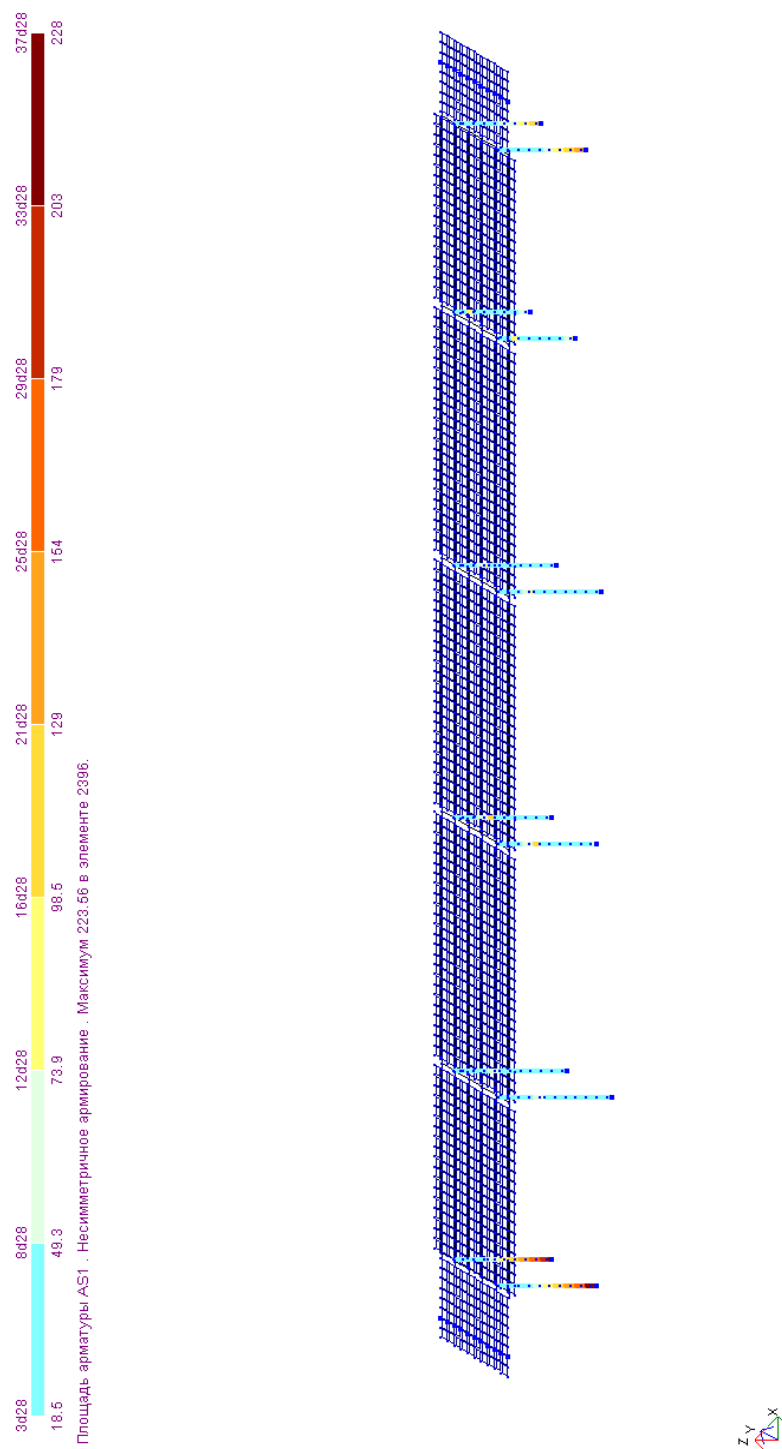


Рисунок 3.25 Загальний вигляд армування стійок

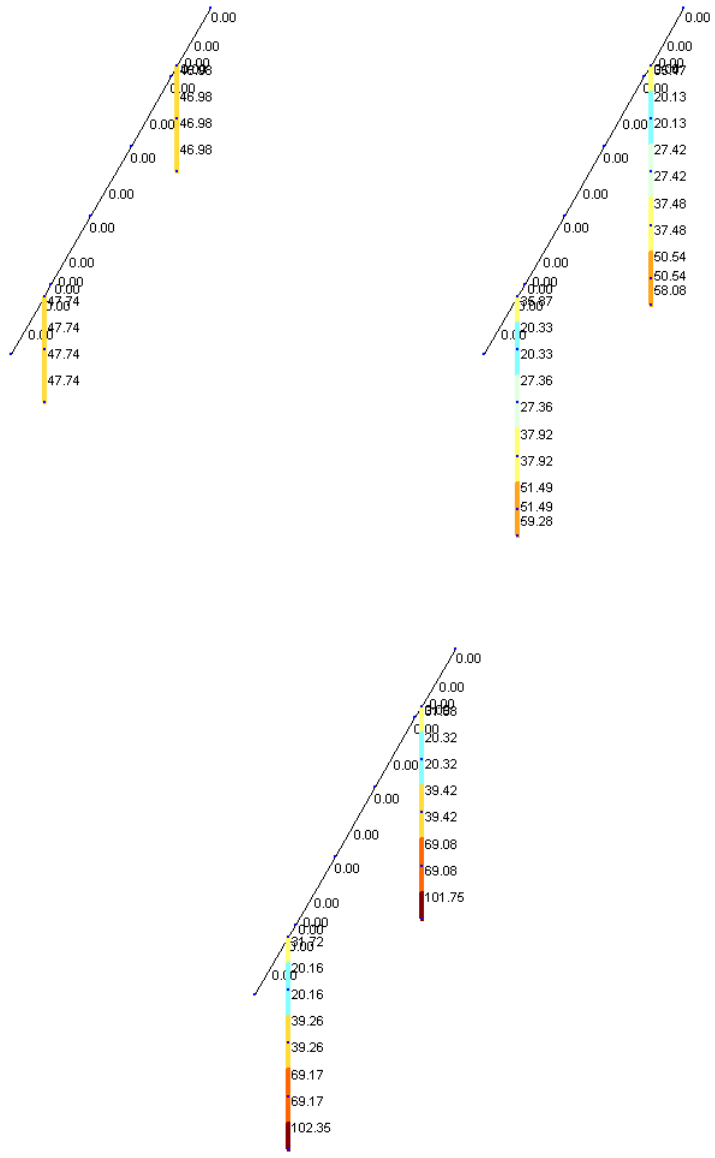


Рисунок 3.25 Сумарна площа арматури стійок опор № 1,2,3



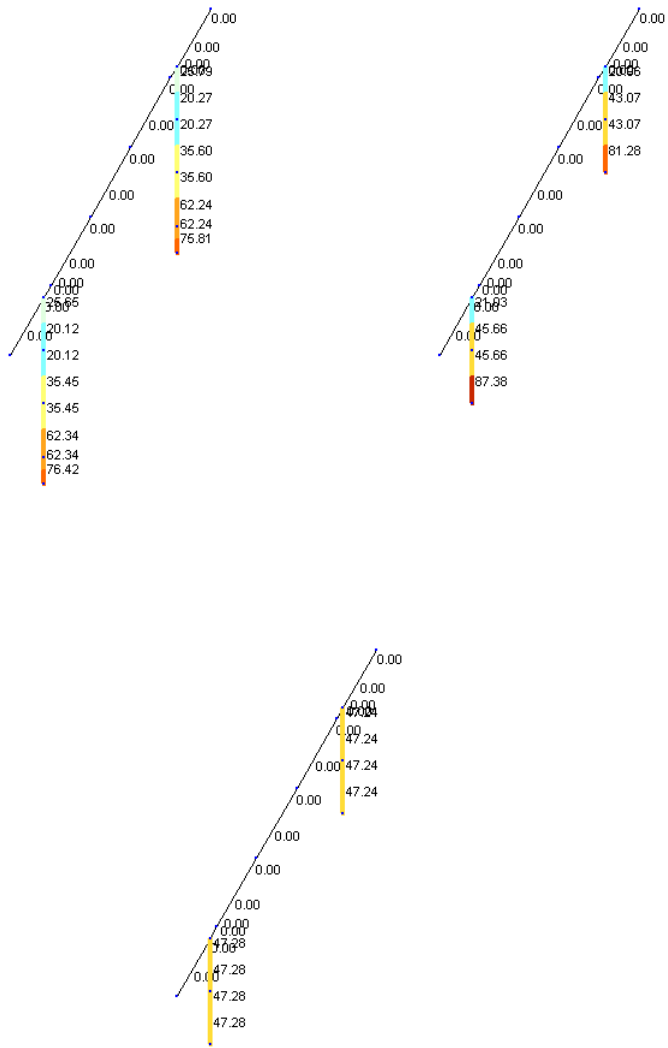


Рисунок 3.26 Сумарна площа арматури стійок опор № 4,5,6

### 3.7.3 Армування паль

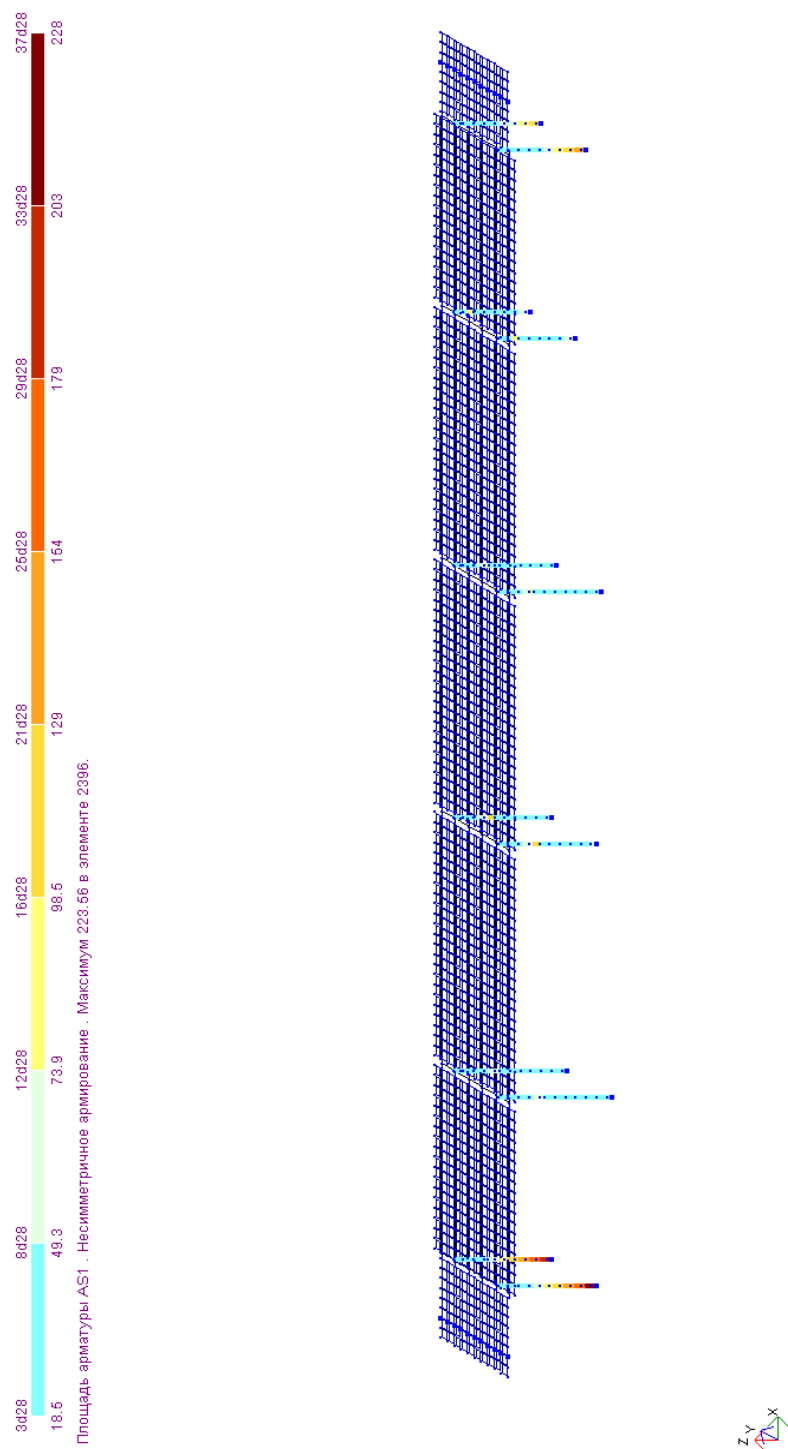


Рисунок 3.27 Загальний вигляд армування паль

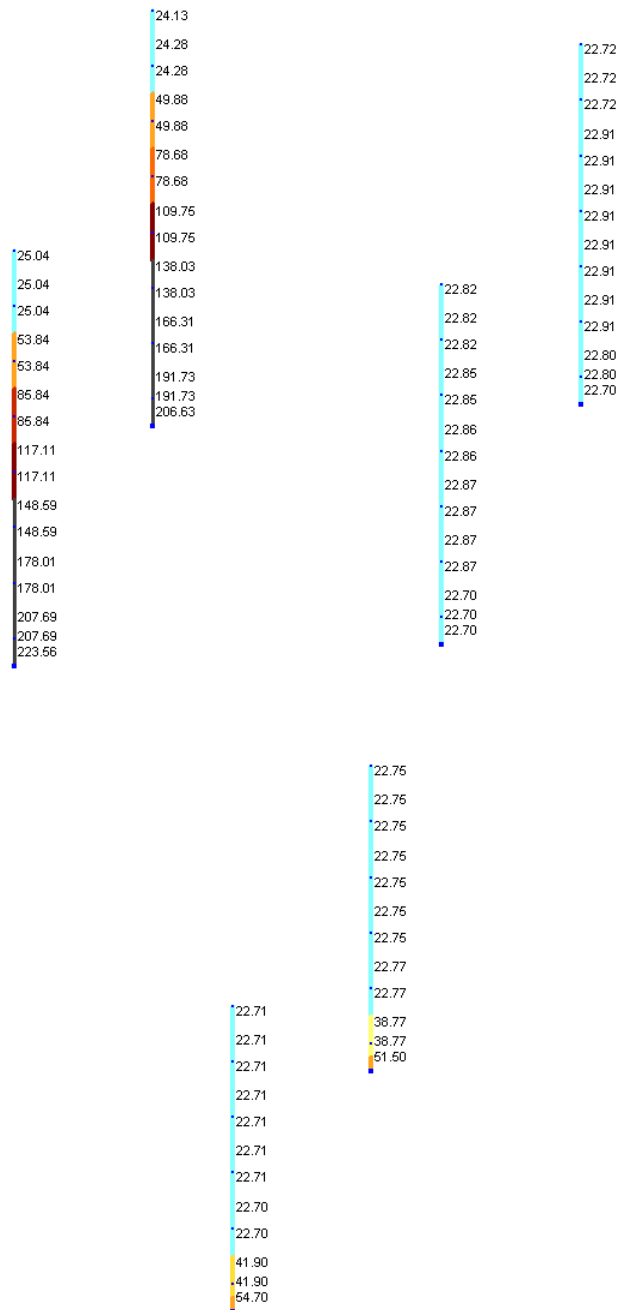


Рисунок 3.28 Сумарна площа арматури паль опор № 1,2,3

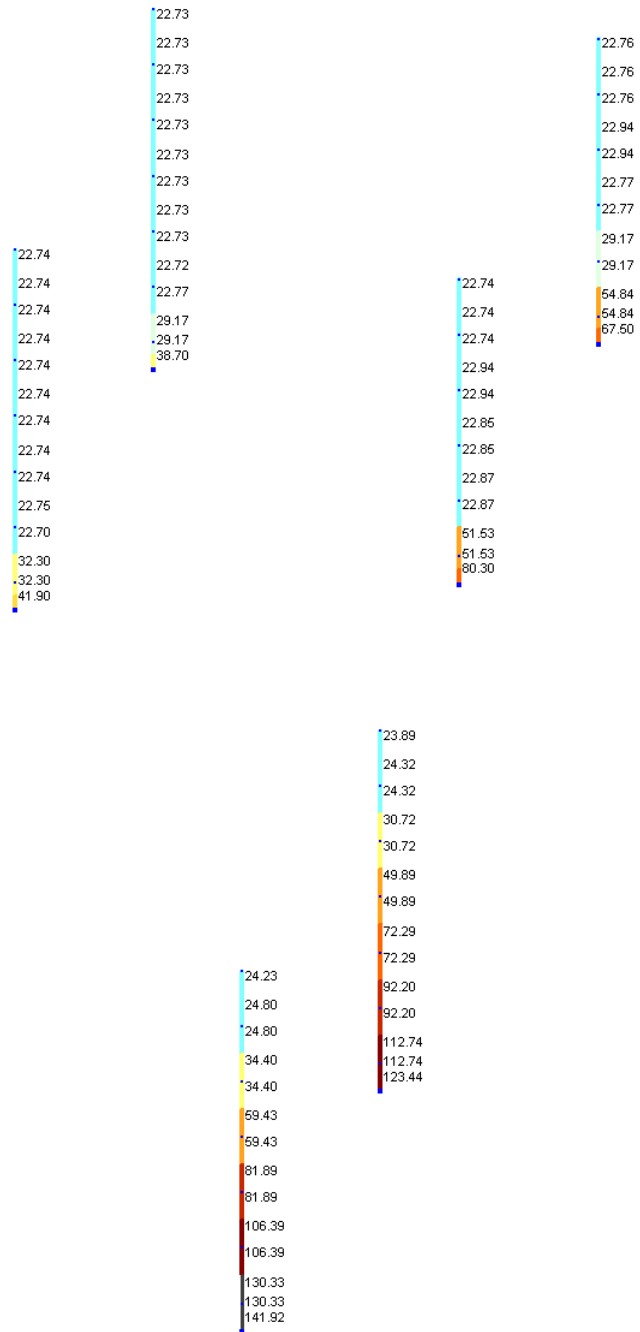


Рисунок 3.29 Сумарна площа арматури паль опор № 4,5,6

## РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Вибір основних машин і механізмів

Основний процес - монтаж балок прогонової будови. Монтаж здійснюється краном. Вибір типу і моделі крана здійснюється за наступними критеріями:

1. Вибір типу крана залежить від умов місця, де виконуються будівельно-монтажні роботи.

2. Вибір крана за вантажними характеристиками.

3. Вибір крана за економічними показниками.

Вага балки, що монтується - 39,5 т.

Максимальний виліт стріли, необхідний для монтажу балки - 15,5 м.

Максимальна висота підйому стріли, необхідної для монтажу балки - 32 м.

Виходячи з цих параметрів для даної роботи підійшли два варіанти:

1. Мобільний шлюзовий кран КШМ-40.

2. Два автомобільних крана РДК-25.

Технічні характеристики крана КШМ-40:

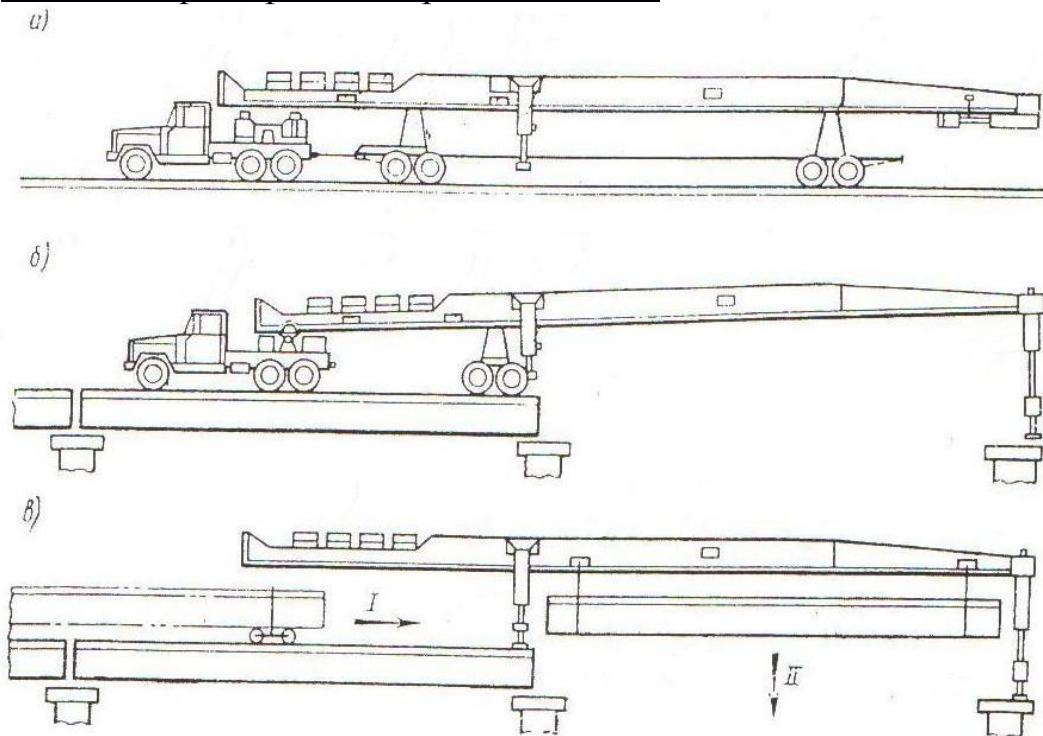


Рисунок 4.1 Мобільний шлюзовий кран КШМ-40

а - транспортне положення крана;

б - встановлення крана на прольоті;

в - робоче положення крана.

Встановлена потужність електродвигунів: 44,2 кВт.

Маса крана в робочому положенні: 28,4 т.

Максимальна вантажопідйомність: 40 т.

Головна балка довжиною: 41,4 м.

Один візок вантажопідйомністю: 20 т.

### Технічні характеристики крана РДК-25:

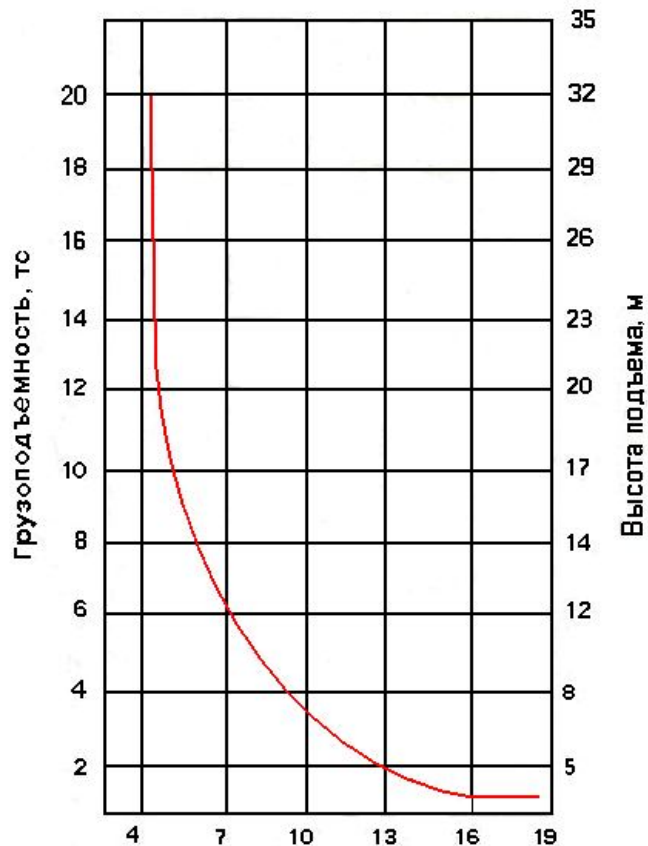


Рисунок 4.2 Характеристика крана РДК-25

Максимальна вантажопідйомність: 20 т.

Стріла коробчатого перерізу: 18 - 33,47 м.

Швидкість підйому-опускання вантажу: 1,5-18 м / хв.

Частота обертання поворотної частини: 0,3-1,5 хв-1.

Розглянувши два варіанти приходимо до висновку, що для даних робіт підійде мобільний шлюзовий кран КШМ-40 так як:

1. Маємо невеликі розміри будівельного майданчика.
2. Забезпечується простіше та безпечніше монтування балок в проектне положення.
3. Економічно вигідніше.

## **4.2 Технологія будівництва мосту**

Будівництво моста здійснюється в наступній послідовності:

### 1. Підготовчий період:

- створюється опорна геодезична мережа
- планується будмайданчик
- споруджуються технологічні майданчики
- влаштовуються тимчасові технологічні під'їзди

- тимчасове електропостачання майданчика
- організовується складське господарство
- монтуються тимчасові будівлі
- проводиться відсіпання ґрунту в руслі річки для спорудження опор
- монтується робочий міст.

2. Споруджуються опори і монолітний ригель.

3. Встановлюються балки польотних будівель.

4. Влаштується сполучення моста з дорогою, виконують роботи по влаштуванню мостового полотна.

Спорудження мостового переходу має вестися відповідно до проекту виконання робіт (ПВР), розробленим з урахуванням вимог нормативних документів.

#### **4.2.1. Технологія зведення буронабивних паль**

Для спорудження опор передбачено влаштування робочого пішохідного моста і технологічних майданчиків. Під робочі машини і механізми на технологічних майданчиках передбачене укладання плит ПАГ-14 по щебеневій основі.

Спорудження фундаментів берегових і проміжних опор передбачено буровою установкою КАТО 50 ТНС-YS під захистом видобутих обсадних труб  $\varnothing 1700$  мм. Для установки опорної плити і обсадної труби, для переобладнання бурової установки з грейфера на бурильне обладнання, установки арматурних каркасів до бурової установки додається кран РДК-25, вантажопідйомністю 20 т.

Одночасно з бурінням свердловини в неї встановлюється обсадна труба. Виїмку ґрунту з свердловин виробляє грейфер. Розроблюваний ґрунт завантажується за допомогою фронтального навантажувача і вивозиться автосамоскидами в спеціально обладнані відвали.

Після повної установки всього арматурного каркаса починають вести бетонування методом ТВП. Збирають бетонолітну трубу із секцій довжиною 4 м і встановлюють її порожнину стовпа. Низ труби повинен бути вище вибою свердловини на 0,25 м. Бетонолітну трубу піднімають за допомогою крана в процесі бетонування. Бетонну суміш подають в свердловину цебром, за допомогою крана РДК-25.

Після заповнення бетонною сумішшю всієї труби і воронки бункера бетонолітну трубу піднімають на 0,5 м., бетонна суміш витікає в порожнину стовпа. Спочатку готують  $3\text{ м}^3$  бетонної суміші для заглиблення бетонолітної труби в свіжоукладену суміш не менше ніж на 0,8 м. Наступні подачі бетонної суміші можуть бути менш інтенсивними. У процесі бетонування низ бетонолітної труби повинен бути постійно заглиблений у свіжоукладену суміш на 1-1,5 м.

По мірі бетонування бетонолітої і обсадних труби вкорочують шляхом видалення одного з ланок труби. При цьому перерва в бетонуванні (зняття

секції бетонолітної і обсадної труб, демонтаж і зворотна установка бункера) повинен бути коротше термінів схоплювання бетону.

Бетонування методом вертикального переміщення труби (ВПТ) ведуть до проектного рівня з деяким перевищенням його на 0,5-1,0 м, оскільки верхній шар бетону, покладений підводним способом, має знижену міцність. Цей шар при подальшому бетонуванні видаляється. Після чого встановлюють опалубку і заповнюють бетоном. Суміш з осадкою конуса повинна бути 5-8 см. Її подають по бетонолітній трубі з навісними вібраторами. Вібратори повинні занурюватися в раніше покладений бетон на 5-10 см. Бетонну суміш укладають шарами по 40-50 см. Після бетонування буронабивних паль, бетон повинен набрати 65-75% міцності, перш ніж почнеться монтаж капітелі і ригеля.

#### **4.2.2 Технологія зведення (монтажу) ригелів**

Після набору бетоном 65% міцності дозволяється проводити монтаж капітелі. Встановлюють арматуру після чого опалубку і заливають бетоном. Розбирання опалубки проводиться після набору міцності бетону.

Після набору бетоном 75% міцності встановлюється ригель:

- спочатку монтується на колони один блок ригеля краном РДК-25, проводиться зварювання випусків арматури, замонолічування вузлів сполучення, потім монтується другий блок ригеля. Проводять зварювання випусків арматури блоків ригеля. Влаштовується опалубка на монолітний ділянку шва сполучення, після чого роблять бетонування монолітного ділянки. Розбирання опалубки проводиться після набору міцності бетоном.

- при монтажі збірно-монолітного ригеля влаштовуються будівельні ліси, за якими робітники могли б безперешкодно підходити до змонтованим блокам ригеля.

- після монтажу ригеля влаштовують опалубку підферменників, укладають арматурні сітки і бетонують підферменники.

- опалубку знімають після 90% міцності бетону від проектної. Після влаштування підферменників, на них встановлюються металеві розподільні пластини, на які монтується гумові опорні частини (Роч).

#### **4.2.3 Технологія монтування балок прогонової будови моста**

Монтаж балок ведеться автокраном КШМ-40 з рівня землі, з сусіднього прольоту пролітних будов естакадної частини моста. На будівельний майданчик кран прибуває своїм ходом.

Роботи з монтажу балок прогонових будов виконуються в наступній послідовності:

1. Кран прибуває на місце стоянки, проводиться його установка в робоче положення, висуваються передні та задні опори.

2. Транспортування балок прогонової будови від заводу до місця монтажу здійснюється балковозом (на базі КрАЗ-25761).



3. Балки подають до крана на пневмоколісних або спеціальних візках (встановлених на заводі), стропують переднім кінцем за передній вантажний візок, пересувають балку вперед і стропують заднім кінцем за задній візок, переміщують балку на вантажних візках в прольоті, поперечно пересувають кран і опускають балку на опорні частини в проектне положення.

4. Монтаж проводиться на заздалегідь встановлені опорні частини і кріпиться дерев'яними підкосами.

На кожен змонтовану балку встановлюється тимчасове огороження, яке потім переноситься на знову змонтовану балку. З'єднання кожної наступної змонтованої балки з попередньої відбувається шляхом зварювання арматурних випусків і подальшим їх омонолічуванням обох балок, потім встановлюються водовідвідні трубки.

Після закінчення монтажу всіх балок в 1-му прольоті відбувається пересування крана на сусідній проліт, проводиться установка його в робоче положення для монтажу балок 2-ої прольоту. Операції монтажу повторюються.

#### **4.2.4 Технологія пристрою елементів проїжджої частини**

До початку робіт по влаштуванню перильного і бар'єрного огороження повинні бути омонолічені всі шви між балками. Бетон замонолічування повинен мати 80% міцності.

Залізні перильні огорожі вивантажуються на проїжджу частину. Потім вони приварюються електрозварюванням до закладних деталей прогонової будови.

Для усунення нерівностей між балками по ним роблять вирівнюючий шар цементного розчину. За вирівнюючим шаром йде гідроізоляція.

Гідроізоляційні роботи слід проводити в суху погоду при температурі не нижче +5 0С. Перед укладанням бетону (вирівнюючого шару) поверхні плит балок ретельно очищають від пилу і бруду, і промивають водою. На проїжджу частину бетон подають в транспортних засобах, розрівнюють і ущільнюють віброрейкою.

У поздовжньому напрямку на стиках балок влаштовують деформаційні шви. Деформаційні шви перекивають металевими листами-компенсаторами, які укладають на вирівнюючий шар і кріплять дерев'яними пробками.

Для гідроізоляції використовують рулонний матеріал на бітумній основі «Техноеластміст» нагрівають пальниками і поступово настиляють уздовж шляхопроводу внахлестку з перекриттям стику 10 см. Стики повинні бути зрушені не менше ніж на 15 см. щодо стиків раніше укладеного шару. Укладений гідроізоляційний матеріал ущільнюють ручними катками. Готова поверхня гідроізоляції повинна бути рівною, не повинна мати тріщин і відшарувань.

Захисний шар влаштовується з цементно-піщаного розчину. Товщина захисного шару 40 мм. Цементно-піщаний розчин захисного шару укладають відразу на повну його товщину і ущільнюють віброрейкою. Поверхню захисного шару не дозволяється залізнити і затирати до лянцю. Вона не

повинна мати западин, горбів і ухили повинні відповідати ухилам підготовчого шару. Ділянки покриття близько деформаційних швів зміцнюються додатковими сітками.

Укладання асфальтобетонного покриття проїжджої частини моста і тротуарів здійснюється спеціалізованими бригадами дорожників. Для збільшення шорсткості покриття проводиться поверхнева обробка чорним щебенем.

Мостове полотно виконується в теплий період року при температурі повітря  $\geq 5^{\circ}\text{C}$ .

### **4.3 Контроль якості виконаних робіт**

#### Опалубочні роботи:

1. Деревні, металеві, пластмасові та ін. матеріали для опалубки повинні відповідати вимогам ГОСТ 13478-79.
2. Завод-виробник опалубки повинен виконувати контрольну збірку фрагмента на заводі. При прийманні перевіряють:
  - відповідність геометричних розмірів опалубки проектним;
  - правильність прив'язки до осей споруди;
  - правильність установки формотворчих, несучих елементів, анкерних пристроїв.

#### Арматурні роботи:

1. Арматурна сталь (стрижнева, дротова) повинні відповідати проекту і вимогам відповідних стандартів. Заміна передбаченої проектом арматурної сталі повинна бути узгоджена із замовником та проектною організацією.
2. Транспортування і зберігання арматурної сталі слід виконувати згідно з ГОСТ 7566-81.

Для арматурних робіт рекомендується змішаний метод контролю технологічних режимів, вихідних матеріалів, а також самого арматурного виробу, при цьому контролюються:

1. Матеріали та напівфабрикати (арматурні сітки, флюси, штучні елементи).
2. З'єднання стрижнів (величина зварних швів, відсутність тріщин, шлакових включень).
3. Режим зварювання, сила струму, товщина електродів.
4. Вертикальність сіток, збіг елементів по осі.

Положення арматурних сіток і їх лінійні розміри контролюються геодезичними методами і за допомогою приладів (нівелір, теодоліт, лінійка, рейка), а також за допомогою лазерних приладів.

Положення арматурного каркаса і величина захисного шару бетону можуть забезпечуватися виміром відстані від опалубки, вивіреної зафіксованої і заданої під бетонування в установленому порядку. Приймання оформлюється актом на приховані роботи.

#### Бетонні суміші:

1. Транспортування та подачу бетонної суміші повинен здійснюватися спеціалізованими засобами, що забезпечують збереження заданих властивостей бетонної суміші. Забороняється додавати воду на місці укладання бетонної суміші для збільшення її рухливості.
2. Склад бетонної суміші, приготування, правила приймання, методи контролю і транспортування повинні відповідати ГОСТ 7473-85.

#### Витримка і догляд за бетоном:

У початковий період твердіння бетон необхідно захищати від попадання атмосферних опадів і втрат вологи, в подальшому підтримувати температурно-вологісний режим зі створенням умов, що забезпечують набір міцності.

### **4.4 Калькуляція трудових витрат**

Трудомісткість виконуваних робіт визначається за формулою:

$$T = \frac{V \times H_{\text{вр}}}{t}, \text{ де}$$

V - обсяг виконуваних робіт;

H<sub>вр</sub> - норма часу;

t - тривалість зміни.

Кількість змін виконуваної роботи знаходиться за формулою:

$$N = \frac{T}{n}, \text{ де}$$

N - кількість змін роботи;

T - трудомісткість виконуваних робіт (1,8 маш.-зм.);

n - кількість машин виконують роботу (1 маш.).

Таблиця 4.1 Картка-визначник

№	Найменування робіт	Обґрунтування	Од.вiм.	Обсяг робіт	Витрати праці		Машини та механізми		Тривалість, днів (змін)	Кільк. працівників	Склад ланки
					Норма часу (люд-год)	Трудоміск. (люд-зм)	Марка машини	Кільк.			
1	Транспортування ґрунту самоскидами для відсипання проїзду	§E2-1-27	100м <sup>3</sup>	14,58	78,59	143,23	КамАЗ 55111 13т	10	2 (4)	10	Водій
2	Розрівнювання ґрунту бульдозером	§E2-1-28	100 м <sup>3</sup>	145,8	0,22	4	ДЗ-25	2	2 (4)	2	Машиніст бр-1
3	Встановлення водопропускних труб	§E4-1-20	шт	4	4,6	2,3	РДК-25	1	0,5 (1)	3	Машиніст крану бр-1 Монтажники 4р-1, 3р-1
4	Ущільнення ґрунту самохідними ковзанокатками	§E2-1-31	1000 м <sup>2</sup>	2,1	1,1	0,29	ДУ-29	1	0,5 (1)	1	Машиніст бр-1
5	Встановлення обсадних патрубків в гирлі свердловини	§E12-67	шт	12	5,2	7,8	КАТО 30 ТНС-YS	1	1 (2)	4	Машиніст бур.устатк. бр-1 Помічн.маш. 5р-2, 4р-1
6	Буріння свердловин	§E12-67	м	108	1,6	21,6	КАТО 30 ТНС-YS	1	7 (14)	4	Машиніст бур.устатк. бр-1 Помічн.маш. 5р-2, 4р-1
7	Встановлення арматурного каркаса	§E12-67	шт	12	13,6	20,4	РДК-25	1	1 (2)	4	Машиніст крану бр-1 Монтажники 4р-1, 3р-1 Електрозварюв.

Таблиця 4.1 Картка-визначник

№	Найменування робіт	Обґрунтування	Од.вiм.	Обсяг робіт	Витрати праці		Машини та механізми		Тривалість, днів (змін)	Кільк. працівників	Склад ланки
					Норма часу (люд-год)	Трудоміск. (люд-зм)	Марка машини	Кільк.			
											5р-1
8	Бетонування буронабивних паль методом вертикально переміщається труби з подачею бетонної суміші баддями	§E12-67	1 м <sup>3</sup>	12	0,8	1,2	РДК-25	1	1 (2)	3	Машиніст крану 6р-1, Бетоняри 4р-1, 3р-1
9	Влаштування капітелей	§E4-1-4	шт	12	1,1	1,65	РДК-25	1	1 (2)	4	Машиніст крану 6р-1, Бетоняри 4р-2, 3р-1
10	Встановлення блоків ригеля	§E4-2-20	шт.	8	10,5	10,5	РДК-25	1	1 (2)	4	Машиніст крану 6р-1 Бетоняри 4р-2, 3р-1
11	Влаштування опалубки	§E4-3-25	м	14	0,55	0,96	-	-	2 (4)	4	Тесля 4р-1, 3р-2, 2р-1
12	Бетонування	§E4-3-25	м <sup>3</sup>	1,7	2,76	0,59	РДК-25	1	0,5 (1)	3	Машиніст крану 6р-1 Бетоняри 4р-1, 3р-1
13	Встановлення підферменників	§E4-3-21	шт	24	2,4	7,2	РДК-25	1	3 (6)	5	Машиніст крану 6р-1 Монтажники 4р-2, 3р-1, 2р-1
14	Встановлення сталевих	§E4-3-72	шт	24	1,3	3,9	-	-	6 (12)	2	Монтажники

Таблиця 4.1 Картка-визначник

№	Найменування робіт	Обґрунтування	Од.вiм.	Обсяг робіт	Витрати праці		Машини та механізми		Тривалість, днів (змін)	Кільк. працівників	Склад ланки
					Норма часу (люд-год)	Трудоміск. (люд-зм)	Марка машини	Кільк.			
	опорних пластин										5р-1, 4р-1
15	Встановлення гумових опорних частин	§Е4-3-73	шт	24	0,53	1,59	-	-	6 (12)	2	Монтажники 5р-1, 4р-1
16	Встановлення балок на опори	§Е4-3-79	шт	18	5,6	12,6	КШМ-40	1	3 (6)	2	Машиніст крану 6р-1 Монтажник 3р-1
17	Влаштування опалубки з щитів	§Е4-3-85	м	110	0,39	5,36	-	-	7 (14)	4	Тесля 4р-1, 3р-2, 2р-1
18	Бетонування стиків	§Е4-3-85	м <sup>3</sup>	27	3	10,13	-	-	3,5 (7)	2	Бетоняри 3р-2
19	Розбирання опалубки	§Е4-3-85	м	110	0,24	3,3	-	-	7 (14)	4	Тесля 4р-1, 3р-2, 2р-1
20	Встановлення тротуарних блоків	§Е4-3-110	шт	48	1,14	6,84	РДК-25	1	6 (12)	4	Машиніст крану 6р-1 Монтажники 4р-1, 3р-2
21	Влаштування деформаційного шва сполучення прогонової будови	§Е4-3-110б	м	24	0,29	0,87	-	-	3 (6)	2	Ізолювальники 4р-1, 2р-1
22	Встановлення водовідвідних пристроїв	§Е4-3-110в	шт	20	0,55	1,38	-	-	2 (4)	2	Монтажники 4р-1, 3р-1
23	Влаштування збірного	§Е4-3-111	м	292	0,82	29,93	-	-	9 (18)	3	Монтажники

Таблиця 4.1 Картка-визначник

№	Найменування робіт	Обґрунтування	Од.вiм.	Обсяг робіт	Витрати праці		Машини та механізми		Тривалість, днів (змін)	Кільк. працівників	Склад ланки
					Норма часу (люд-год)	Трудоміск. (люд-зм)	Марка машини	Кільк.			
	перильного огороження										4р-1, 3р-2
24	Влаштування підготовчого шару до 3см	§Е4-3-112	100 м <sup>2</sup>	21,83	12	32,75	-	-	3 (6)	4	Бетоняри 4р-1, 3р-2, 2р-1
25	Влаштування гідроізоляції	§Е4-3-112	100 м <sup>2</sup>	29,1	12,5	45,47	-	-	4 (8)	4	Ізолювальники 4р-1, 3р-1, 2р-2
26	Влаштування захисного шару	§Е4-3-112	100 м <sup>2</sup>	29,1	18	65,48	-	-	4 (8)	8	Бетоняри 4р-1, 3р-4, 2р-3
27	Влаштування покриттів тротуарів	§Е4-3-52	100 м <sup>2</sup>	3,64	8,7	3,96	-	-	0,5 (1)	9	Асфальтобетоняри 4р-1, 3р-7, 2р-1
28	Ущільнення покриттів самохідними катками	§Е4-3-52	100 м <sup>2</sup>	3,64	0,63	0,29	ДУ-29	1	0,5 (1)	1	Машиніст 6р-1
29	Влаштування покриття товщиною 4 см з гарячою крупнозернистою асфальтобетонної суміші типу АБ	§Е5-3-85	1000 м <sup>2</sup>	5,09	38,3	24,37	VOGELE Super 2500	1	1 (2)	5	Дорожні робітники 3р-2, 2р-2
30	Влаштування покриття товщиною 3 см. з гарячої дрібнозернистої	§Е5-3-85	1000 м <sup>2</sup>	5,09	38,12	24,25	VOGELE Super 2500	1	1 (2)	5	

Таблиця 4.1 Картка-визначник

№	Найменування робіт	Обґрунтування	Од.вiм.	Обсяг робіт	Витрати праці		Машини та механізми		Тривалість, днів (змін)	Кільк. працівників	Склад ланки
					Норма часу (люд-год)	Трудоміск. (люд-зм)	Марка машини	Кільк.			
	асфальтобетонної суміші типу АБВ										



## 4.5 Організація раціонального проведення будівельних робіт

Схема організації будівництва прийнята з урахуванням місцевих умов і можливостей підрядної організації. Обсяги будівельно-монтажних робіт дані в зведеній відомості обсягів робіт в кошторисі на міст.

Рекомендована тривалість будівництва становить не більше 12 місяців. Під час підготовчого періоду необхідно виконати:

- основні організаційні роботи;
- створити геодезичну розбивочну основу і закріпити осі споруди;
- влаштування будівельного майданчика, організовано підвіз матеріалів;
- влаштування робочих площадок і під'їздів до них;
- доставка до місця робіт машин та механізмів;
- огороження місця робіт з установкою необхідних знаків;

Основні роботи зі спорудження моста намічено виконати з ґрунтових робочих площадок. Проїзд машин, механізмів і транспортних засобів на будмайданчик передбачений по з'їзді з існуючої автодороги. Забезпечення будівництва електроенергією передбачено від переносної електростанції. Балки прогонових будов поставляються з заводу. Гідротехнічний бетон для потреб будівництва намічено підвозити в бетонозмішувачах до місця будівництва. Асфальтобетон типу АБВ, поставляється з АБЗ.

## 4.6 Спорудження містечка будівельників

Потреба площі адміністративно-господарських та санітарно-побутових будівель розраховується, виходячи з максимальної розрахункової чисельності віх робітників.

Склад працівників:

- робітники - 19 осіб;
- ІТП - 5 осіб;
- охорона - 2 особи;
- черговий електрик - 1 особа.
- РАЗОМ - 27 осіб.

Визначимо необхідну площу тимчасових будівель:

- прорабська = 26,2 м<sup>2</sup>;
- туалет = 5,4 м<sup>2</sup>;
- приміщення для проживання = 54 м<sup>2</sup>;
- вагончик охорони = 10 м<sup>2</sup>.

Система опалення – від переносної електростанції.

У вагончиках повинні бути засоби першої медичної допомоги постраждалим (аптечки). Територія будівництва повинна бути обладнана протипожежними постами (в літній час ємності для води, вогнегасники). Порядок забезпечення пожежної безпеки визначається місцевою інструкцією, складеною і затвердженою інженером з техніки безпеки, головним інженером.

## **4.7 Організація охорони праці під час будівельних робіт**

При виконанні будівельно-монтажних робіт повинні виконуватися вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», типових інструкцій з охорони праці, відповідних професій, санітарно технічні норми і т.д.

Вантажно-розвантажувальні роботи повинні проводитися відповідно до вимог "Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів".

Монтаж збірних конструкцій опор слід проводити із вжиттям заходів, що забезпечують стійкість і проектне положення елементів, що встановлюються.

Перед початком монтажу балок прогонової будови ригелі опор вивіряються і омонолічуються.

Монтаж балок прогонової будови починати при наборі міцності бетону замонолічування опор не менше 75%.

При монтажі балок необхідно забезпечити їх стійкість. Зняття стропів дозволяється тільки після надійного закріплення балок від перекидання. Забороняється виконання робіт при швидкості вітру понад 15 м / сек.

Зони постійно і потенційно діючих небезпечних виробничих факторів, запобігання доступу сторонніх осіб, захищаються захисними пристосуваннями відповідно до ГОСТ 23407-78, ГОСТ 12.4026-76.

Освітлення будмайданчика в нічний час виконується згідно з ГОСТ 12.1.046-85.

В якості тимчасових побутових та виробничих приміщень рекомендується використовувати пересувні автовагони.

Приміщення виконроба і житлові приміщення необхідно забезпечити засобами першої медичної допомоги, а також вогнегасниками. У вагончик необхідно встановити біотуалет.

На проїздах встановлені відповідні дорожні знаки.

## **4.8 Організація охорони праці при експлуатації**

Проектом враховані заходи щодо забезпечення безпеки руху автотранспорту та пішоходів. До цих заходів належать:

- влаштування тротуарів шириною 1,0 м, огорожених поруччями;
- влаштування бар'єрного огороження висотою 0,75 м на підходах в створі з бар'єрним огороженням на мосту і кроком стійок 1,0 м;
- установка перехідних плит сполучення запобігає появі ям у початку і кінця моста при осіданні насипу, забезпечуючи при цьому плавний в'їзд на міст і виїзд з моста;
- влаштування сходів на конусах насипу моста;
- влаштування водовідведення.

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Загальні відомості

Найменування об'єкту будівництва: «Відновлення шляхопроводу №6»

Будівництво розташоване на території: промзона ПАТ «НФЗ»

Договірна ціна складена відповідно до "Настанови з визначення вартості буд-ва", Наказ від 1.11.2021 №281, в поточних цінах станом на 18.12.23 р.

Кошторисна документація складена з застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на монтажні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на пусконаладжувальні роботи;
- Ресурсних кошторисних норм експлуатації будівельних машин та механізмів.

Вартість матеріальних ресурсів прийнята за даними замовника, вартість машино-години машин та механізмів за усередненими даними Мінрегіону.

Поточні ціни на матеріально-технічні ресурси, які відсутні в даних замовника, приймалися за ціновими даними виробників.

Загальновиробничі витрати розраховані у відповідності з усередненими показниками (Настанова, Додаток 18, Наказ від 1.11.2021 №281)

Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:

1. Будівельні, монтажні і ремонтні роботи - 12 558,80 грн. за 172,67 години за розрядом 3,8
2. ЗП робітників, зайнятих на керуванні та обслуговуванні машин - 12 558,80 грн. за 172,67 години за розрядом 3,8

При складанні розрахунків прийняті наступні показники та нарахування:

1. Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова ) Кошторисний прибуток (П) Настанова, Дод.25 п.2 Об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми наслідками СС2 - 18,11 грн./люд.-г. Встановити межу кошторисного прибутку 15% від прямих витрат і ЗВВ ( Настанова п 5.30)
2. Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова ) Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) Настанова, Дод.27 п.2 Об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми наслідками (СС2) - 5,06 грн./люд.-г.
3. Податок на додану вартість (ПДВ)

## **5.2 Види інвесторської кошторисної документації**

Локальні кошториси, є первинними кошторисними документами і складаються на окремі види робіт та витрат по будівлях та спорудах або по загальномайданчикових роботах на підставі обсягів, що визначилися при розробленні проектної документації. Розраховується локальний кошторис на підготовчі роботи, земляні роботи, влаштування покриття, влаштування водовідвіднодренажної системи.

Об'єктні кошториси, об'єктні ресурсні кошториси об'єднують у своєму складі дані відповідних локальних кошторисів, локальних ресурсних кошторисів.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва аеродромного покриття складається на основі об'єктних кошторисів.

Зведення витрат – це кошторисний документ, що об'єднує зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва.

## **5.3 Склад інвесторської кошторисної документації**

Склад інвесторської кошторисної документації визначається залежно від стадійності проектно-кошторисної документації, що розробляється, та технічної складності об'єкта.

Склад інвесторської – кошторисної документації наступний:

- локальні кошториси;
- об'єктні кошториси;
- зведені кошториси.

Порядок складання кошторисної документації регламентується ДБН. У локальних кошторисах розраховується загальна кошторисна вартість об'єкту, кошторисна трудомісткість (люд-год), кошторисна заробітна плата і вказується вимірник одиничної вартості на даний об'єкт.

В об'єктних кошторисах вираховуються базові показники, як і в локальних кошторисах – кошторисна трудомісткість та кошторисна заробітна плата, які використовуються у подальших кошторисних розрахунках.

Об'єктні кошториси складаються на об'єкти в цілому шляхом підсумування даних локальних кошторисів, згрупуванням робіт та витрат по відповідних графах кошторисної вартості „будівельних робіт”, „монтажних робіт”, „інших витрат” тощо.

Зведений кошторисний розрахунок – визначає загальну кошторисну вартість будівництва.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано серію кошторисних розрахунків. Їх «роздруківки» представлено у додатках.

## 5.4 Кошторисна вартість

<b>Загальна вартість будівництва</b>	<b>24155.718</b>	<b>тис. грн.</b>
в тому числі:		
будівельних робіт	19886.996	тис. грн.
інші витрати	4268.719	тис. грн.
в тому числі:		
податок на додану вартість (ПДВ)	4025.953	тис. грн.
Кошторисні трудовитрати	7.56561	тис. люд. г.
Кошторисна заробітна плата	330.464	тис. грн.

## 5.5 ТЕП проекту

№ пп	Найменування показників	Од. виміру	Значення показника
1	Площа забудови	м <sup>2</sup>	
2	Загальна площа будівлі	м <sup>2</sup>	
3	Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	
4	Вартість будівництва об'єкта	тис. грн.	24155.718
	із неї: будівельних робіт	тис. грн.	19886.996
5	Вартість будівельних робіт:		
	всього	тис. грн.	
	на 1м <sup>2</sup> загальної площі	тис.грн/м <sup>2</sup>	
	на 1м <sup>3</sup> будівельного об'єму	тис.грн/м <sup>3</sup>	
6	Трудомісткість будівельних робіт по об'єкту		
	кошторисна	тис. люд.-год.	7.56561
7	Витрати праці при виконання будівельних робіт на 1м <sup>2</sup> загальної площі		
	кошторисні	люд.-дн.	
8	Витрати праці при виконанні будівельних робіт на 1м <sup>3</sup> будівельного об'єму		
	кошторисні	люд.-дн.	
9	Кошторисна заробітна плата:		
	на виконання будівельних робіт	тис. грн.	330.464
10	Кошторисна заробітна плата на 1грн. договірної ціни		
	при виконанні будівельних робіт	грн.	0,19
11	Прибуток підрядної організації	тис. грн.	868.871
12	Рентабельність:		
	будівельних робіт	%	14

## РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 6.1 Вступ

Людина не тільки стихійно впливає на навколишнє середовище через результати своєї виробничої діяльності, а й змінює його відповідно до своїх потреб. Одним із поширених змін у навколишньому середовищі є будівництво житла, автомобільних трас, залізниць, ГЕС тощо.

Спрямованим змінами середовища є: розорювання цілини і перелогових земель, різні меліоративні роботи, перерозподіл режиму річок, насадження лісів з меліоративною, сільськогосподарською або естетичною метою, створення різних захисних споруд проти повеней, ерозій.

Кожен цілеспрямований вплив людини на довкілля зумовлює в ньому побічні зміни, такі, що не передбачені головною метою впливу і часто знижують його позитивний ефект. Наприклад, при зрошенні посушливих земель здебільшого спостерігаються підняття ґрунтових вод. При цьому відбуваються такі процеси: вода, піднімаючись, розчиняє солі, що містяться в нижніх шарах ґрунту, і капілярним током виносить їх на поверхню. Внаслідок цього відбувається повторне засолення ґрунту. Осушення торф'яників і видобуток торфу, розорювання родючих ґрунтів зумовлюють істотні зміни їх гідрологічного режиму.

Під час цілеспрямованого впливу на навколишнє середовище людина повинна передбачати усі можливі його наслідки, щоб запобігти несприятливому ефекту.

З екологічної точки зору забруднення означає не просте потрапляння в атмосферу, ґрунт, воду чужорідних компонентів. Надлишок певних речовин або звичайне перебування сторонніх речовин у природному середовищі призводить до зміни життєвого режиму живих істот. Тому з екологічних позицій забруднення навколишнього середовища означає внесення в екологічну систему не властивих їй живих чи неживих компонентів і зумовлені ним структури зміни, які порушують кругообіг речовини, нормальну життєдіяльність, через що екосистема руйнується або знижується її продуктивність. Коли, наприклад, відводять воду із систем охолодження у природні водойми, спостерігається зміна їх температурного режиму. Як забруднення можна розглядати і відхилення від природного стану рівня шуму, освітлення тощо. З екологічних позицій навіть спортивне полювання є активною формою впливу на навколишнє середовище. Наприклад, для популяції дикої качки однаково негативним є такі фактори, як її фізичне знищення, зменшення кількості місць існування під час господарського використання заростей очерету, де дика качка будує гнізда, а також забруднення місць існування промисловими стоками і знищення хижакими яєць у гніздах.

## 6.2 Характеристика району будівництва

Рельєф ділянки, відведений під будівництво – спокійний. Вертикальне планування запроєктоване в зв'язку з прилеглою територією з врахуванням організації нормального відводу зливових вод.

Клімат району помірно-континентальний. Однією з особливостей клімату території є значне коливання погодних умов із року в рік. Помірно зволожені роки змінюються різко засушливими. В цілому клімат характеризується жарким літом та відносно холодною зимою.

У холодну пору року переважають циркуляційні процеси, насамперед пов'язані з циклонічною діяльністю. Певний вплив чинять відроги східних антициклонів. Циклони, як правило, надходять із заходу та південного заходу. Проходження циклонів супроводжується потеплінням, відлигами, інтенсивними снігопадами, сильними вітрами та завірюхами. Для антициклонів взимку характерні низькі температури (особливо вночі).

Навесні зростає роль радіаційного фактору, а також підстильної поверхні. Погодні умови в цей час характеризуються значною мінливістю. Вплив сонячної радіації та місцевих чинників особливо значний влітку. Водночас переважаючим видом атмосферних утворень стають антициклони. Характерна особливість цього періоду - тривале стояння сонячної бездошової погоди. З настанням осені знов починає зростати роль циклонічної діяльності. Для цього періоду характерні вторгнення арктичного повітря, що супроводжуються значним похолоданням.

Атмосферні опади відносяться до важливої характеристики зволоження. Вони є головним джерелом поновлення водних запасів і вологи у ґрунті.

Вітер - одна із основних та мінливих характеристик стану повітря, яка значно впливає на умови життя та господарську діяльність. За даними спостережень (1983-2007рр.) метеостанції, в середньому за рік переважають вітри північного та північно-східного напрямків, а також східного та південного напрямків. Середня річна швидкість вітру складає 4,4 м/с, найбільші швидкості спостерігаються в зимові місяці і на початку весни, найменші - влітку.

В районі будівництва відсутні популяції або окремі види флори та фауни, які занесені до Червоної книги. Зелене покриття в зоні, де безпосередньо розташоване будівництво, представлено в основному дикоростучими видами трав'яних рослин та кустарників. Стан рослинного покриву типовий для приміської зони. [48]

## 6.3 Викиди в атмосферне повітря

Життя на планеті існує доти доки є земна атмосфера. Для багатьох живих істот повітря є частиною середовища існування, важливим екологічним фактором. Його фізичні властивості мають значення для всіх мешканців суші. Життя на планеті без атмосфери не можливе.



У нормі природні джерела забруднення не спричинюють істотних змін повітря. Штучне забруднення атмосфери відбувається внаслідок зміни її складу та властивостей під впливом діяльності людини.

Атмосферне повітря забруднюється різними газами, дрібними часточками і рідкими речовинами, які негативно впливають на живі істоти, погіршуючи умови їх існування.

При будівництві торговельного комплексу використовуються готові будівельні матеріали, а основними джерелом забруднення атмосферного повітря є:

- *зварювальні роботи* – при яких в повітря викидається оксид заліза та марганцю;
- *роботи по фарбуванню* – при цьому в повітря викидаються пари уайт-спіриту, ацетону, бутилацетону, етил ацетону;
- *складування та перевантаження на відкритому повітрі сипучих будівельних матеріалів* – в атмосферне повітря здійснюється викид речовин у вигляді суспендованих твердих частинок;
- *експлуатація автомобільного транспорту* - в викидах автотранспорту присутні: пари палива, свинець, біль 500 шкідливих органічних з'єднань – бензин(а)сирен, оксиди азоту, вуглеводні, альдегіди, фенол, сажа та ін.

З метою регламентації забруднення атмосферного повітря встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. ГДК шкідливих речовин залежить від часу впливу забруднюючих речовин на людину та навколишнє середовище. Тому встановлюється максимально разова та середньодобова ГДК. Максимально разова ГДК є основою характеристики безпеки шкідливої речовини та встановлює його граничну концентрацію (протягом 20-30 хвилин), яка не викликає у людини негативних реакцій. Середньодобова ГДК визначає допустиму ступінь забруднення протягом довгого періоду часу.

Найбільша концентрація окремої шкідливої речовини не повинна перевищувати максимально разові ГДК. [43].

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря при будівництві шляхопроводу є фарбувальні та зварювальні роботи. Приведемо допустимі концентрації викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря від цих джерел забруднення [45].

Допустимі концентрації, мг/м <sup>3</sup>	При зварювальних роботах				При малярних роботах			
	Залізо та його сполуки	Манган та його сполуки	Діоксид азоту	Оксид вуглецю	Бутил-ацетат	Етил-ацетат	Ацетон	Уайт-спірит
Максимально-разова	0,04	0,01	0,085	5,0	0,1	0,1	0,35	-
Середньодобова	0,2	0,001	0,15	3,0	0,1	0,1	0,35	-
Безпечний рівень	-	-	-	-	-	-	-	1,0

З метою дотримання норм граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин необхідно виконувати наступні заходи:

*1. При складуванні сипучих будівельних матеріалів*

- дотримувати мінімально допустиму за технологічними властивостями обладнання висоту пересипки;
- не допускати зберігання надлишкової кількості піску та щебеню на території складу;
- обмежувати обсяги та інтенсивність робіт з розвантаження та переміщення піску та щебеню в межах території складу при небезпечних показниках швидкості вітру (більше 10 м/с);

*2. При зварювальних роботах:*

- устаткування зварювальних установок повинне мати відповідний ступінь захисту залбезно від умов навколишнього середовища. Конструкція і розміщення цього обладнання, огорож і блокування повинні забезпечувати неможливість його механічного пошкодження;
- розміщення устаткування зварювальних установок, його вузлів і механізмів, а також органів управління повинно забезпечувати вільний, зручний і безпечний доступ до них;
- для зварювальних установок, устаткування яких вимагає оперативного обслуговування на висоті більше 1,3м, необхідно споруджувати робочі майданчики, захищені поручнями, з постійними сходами. Настил робочого майданчику повинен мати покриття з діелектричного матеріалу;
- зберігання вихідних зварювальних матеріалів і готової продукції повинне здійснюватися на складах, що обладнанні і розміщуються відповідно до вимог будівельних, санітарних і протипожежних норм та правил, затверджених в установленому порядку;
- при зберіганні зварювальних заготовок, зварювальних матеріалів і готової продукції не повинні виникати будь які перешкоди природному освітленню, вентиляції, проїзду, проходу, використанню пожежного устаткування і засобів захисту робітників;
- проколення та сушка зварювального дроту, флюсу, електродів повинні проводитися в спеціально призначеному для цих цілей устаткуванні;
- знежирення поверхонь зварювальних виробів слід проводити розчинами, склад яких допущений до застосування органами санітарного та пожежного нагляду;
- відпрацьовані матеріали (огарки електродів, шлакова кірка, технологічні зразки, відходи знежирення і ін..) повинні збиратися в металеві ємності і, по мірі накопичення, вивозитися з ділянок у відведенні місця утилізації;
- під час зварювальних робіт не допускати забруднення території та забезпечувати вимоги пожежної безпеки з метою попередження надходження забруднень в атмосферне повітря у випадку аварійної ситуації (запалення).

*3. При малярних роботах:*

- організація і технологія використання фарбувальних робіт повинні бути безпечними для тих, хто працює та навколишнього середовища на всіх

- стадіях виробничого процесу: підготовки лакофарбових матеріалів, підготовки поверхонь під фарбування, фарбуванні;
- при виконання фарбувальних робіт слід враховувати можливість виникнення небезпечних і шкідливих виробничих чинників – підвищення забрудненості повітря, шкірних покривів, спецодягу хімічними з'єднаннями, аерозолями, пилом; підвищеної або зниженої температури, вологості і рухливості повітря; підвищеного рівня статистичної електрики; пожежо- та вибухонебезпеки;
  - при виконанні технологічних операцій повинен бути виключений безпосередній контакт працюючих з шкідливими компонентами фарбувальних сумішей;
  - готувати фарбувальні суміші слід в спеціально призначених для цього м'ясцях;
  - у місцях застосування фарбувальних сумішей, що створюють вибухонебезпечні пари, електропроводка і електроустаткування повинні бути знеструмлені або виконані вибухонебезпечними. Робота із використанням вогню в цих місцях не допускається;
  - фарбувальні суміші повинні поступати на робочі місця готовими до вживання;
  - фарбувальні суміші, мастики і розчинники повинні зберігатися в закритих вентильованих приміщеннях;
  - тара, в якій знаходяться фарбувальні суміші, повинна бути небиткою, справною і щільно закритою. Ємкості, що містять шкідливі та вибухонебезпечні речовини, повинні мати застережливе забарвлення;
  - компоненти фарбувальних сумішей, що взаємно реагують з виділенням шкідливих речовин, слід транспортувати та зберігати роздільно;
  - кількість фарбувальних сумішей і розчинника, що розміщується на робочому місці, повинна бути не більш, ніж на одну робочу зміну [46].

#### **6.4 Раціональне використання водних ресурсів**

Водне середовище включає в себе поверхневі та підземні води. Поверхневі води складають біля 97,3% всієї води на Землі, то сконцентровані вони, головним чином, в океані. Вода в океані солоня. Підземні води бувають солоними, солонкуватими та прісними. Для промислової діяльності людини та його господарсько-побутових потреб необхідна прісна вода, яка складає всього 2,7% загального об'єму води на Землі. При цьому мала її частина (всього 0,36%) знаходиться в легко доступних для добутку місцях. При відсутності прісної води, використовують солону поверхневу або підземну воду, перед цим проводять її опріснення або гіперфільтрацію.

Вода є другим об'єктом масованого забруднення стічними водами, а також зливовими та талими водами, які несуть значну масу речовин органічного та мінерального походження.

В очисні споруди поступають стічні води трьох видів: промислові, побутові та атмосферні [48].

Несприятливий вплив на стан водного басейну чинить будівництво при виконанні буро-вибухових робіт, експлуатації кар'єрів, добутку піску, гравію з русел річок або на березі морів, порушенні рослинного шару ґрунту, вирубці рослинності на території будівництва, прокладці доріг, комунікацій, зливу забруднень з будівельних майданчиків та інше.

Недостатній технічний рівень експлуатації будівельної техніки, відсутність механізованої та автоматизованої заправки та організованого збору відпрацьованих масел приводять до забруднення паливно-змащувальними матеріалами ґрунту, снігу, води і в кінцевому рахунку до попадання їх в водні басейни. Неправильна організація будівництва, відсутність під'їзних та внутрішньо майданчикових шляхів з твердим покриттям приводять до водної ерозії, підвищенню вартості будівництва, а також зносу машин та механізмів та до втрати будівельних матеріалів. Транспортування та зберігання будівельних матеріалів, з порушенням установлених правил, приводить до забруднення ґрунту, доріг, будівельних майданчиків і до кінцевого змиву цих забруднювачів в водойми.

В розпорядженні будівельної організації є велика кількість автотранспорту, будівельної техніки. Для зменшення забруднення ґрунтів та водоймищ паливно-мастильними матеріалами, під час будівництва необхідно слідкувати за технічним станом автотранспорту та будівельної техніки. Не допускати на будівельний майданчик технічно несправні машини, у який витікають мастила. Миття автотранспорту виконувати на спеціально обладнаних авто мийках. Миття транспорту на будівельному майданчику забороняється [44].

Для запобігання забруднення води виключити скиди відходів будівельного виробництва в зливу яму, в тому числі побутові відходи. Також проводити ремонт покриття доріг, по можливості відгородити дороги від ґрунту бордюрами, щоб запобігти попадання ґрунту в зливову яму.

Будівництво готельно-торговельного комплексу не являється забруднювачем водного басейну, але потребує значної кількості води для приготування розчинів, окраску та миття приміщень, гідравлічне випробування систем та споруд.

Під час будівництва готельно-торговельного комплексу водозабір виконується від тимчасового водопроводу технічної та питної води. Господарчо-побутові води збираються в зливові ями, з подальшою відкачкою та вивезенням в міські каналізаційні мережі.

Вода є природнім ресурсом, який потрібно раціонально використовувати. Тому під час будівництва необхідно слідкувати, щоб питна вода не використовувалась для технічних потреб. Використання питної води для технічних потреб дозволяється лише в випадку, коли неможливо використати технічну воду.

Під час монтажу водопровідної системи для діяльності готельно-торговельного комплексу, необхідно якісно виконувати зварювальні роботи, щоб під час експлуатації уникнути протікання питної води.

Забезпечення екологічної рівноваги та повне задоволення потреб населення і суспільного господарства водою можливі при поліпшенні якості

води та водного режиму річок, раціональному використанню води підприємствами всіх галузей суспільного господарства та відтворенні водних ресурсів.

Усі промислові та сільськогосподарські підприємства зобов'язані проводити заходи щодо економного використання водних ресурсів; застосовувати сучасні ефективні й досконалі технічні засоби і технології, щоб великим втратам і забрудненню води; контролювати якість і кількість скинутих у водні об'єкти промислових стоків тощо. [44]

## **6.5 Охорона ґрунту та відходи виробництва**

Ґрунт – це складний організм, який безперервно пов'язаний з водою, повітрям та які разом утворюють триєдину систему, що є основою біосфери Землі. Шкода, заподіяна одному з трьох елементів цієї тріади, обов'язково торкнеться всіх.

Серйозним забруднювачем ґрунту є промисловість, шкідливі викиди якого змінюють хімічний склад ґрунту, що в свою чергу впливає на її родючість. Крім того, в результаті промислових викидів в ґрунт попадають різні канцерогени, тобто речовини, які стимулюють ракові захворювання.

Непрямий вплив людини на ґрунт виявляється у вирубанні лісів, будівництві штучних водойм, надмірному випасанні тварин, будівництві об'єктів видобутої та переробленої промисловості, дамб тощо. Вся ця діяльність спричиняє порушення природних факторів середовища. Це призводить до розвитку деградаційних процесів у ґрунтах. [43]

В будівельній промисловості, при добутку піску та гравію, коли вилучення матеріалів ведеться під водою, проходить переформування русел та берегових смуг водоймищ. При розробці їх насухо змінюється геологічна будова земель, трансформується рельєф, порушується режим підземних рік, проходить їх забруднення. Результатом таких розробок є провали, зсуви, тощо.

При виборі місця для будівництва потрібно керуватись санітарно-гігієнічним та архітектурно-планувальним міркуванням. Крім того, необхідно:

- вибрати території на землях, несільськогосподарського призначення, в першу чергу освоювати вільні від забудови землі;
- будівництво на ділянках з багаторічними плодовими деревами, виноградниками, а також на землях, зайнятих водоохоронними, захисними та іншими лісами проводити тільки з дозволу органів влади;
- врахувати місце розташування інших підприємств з рахунком рози вітрів;
- приймати розміри будівельного майданчику мінімальними з дотриманням відповідних нормативів, які забезпечують будівництво об'єкту з урахуванням перспективного розвитку, а також умов для обладнання водоспоживання та каналізацією, транспортного забезпечення.

При виборі будівельного майданчика необхідно враховувати параметри навколишнього середовища: хімічний склад ґрунтів, радіаційне забруднення, опади, температуру, відносну вологість, швидкість вітру.

Перед забудовою необхідно зняти та заскладувати чорноземний шар ґрунту, який після будівництва використовують для зелених насаджень. [42]

Будівництво кожного об'єкту супроводжується утворенням промислових відходів. Насамперед це – будівельні та побутові відходи, відходи лакофарбових матеріалів, скло бій, залишки будівельних матеріалів.

Відходи по мірі їх накопичення збирають у тару, призначену для кожного класу з дотриманням правил безпеки, тимчасово зберігають на будівельному майданчику і в подальшому перевозять на об'єкти утилізації, місця знешкодження або захоронення.

Для попередження забруднення ґрунту побутовими та будівельними відходами, необхідно їх збирати в спеціально відведені ємкості, не допускати складування побутових та будівельних відходів на відкритому ґрунті, та своєчасно вивозити на організовані міські звалища.

Промислові відходи можуть вивозитись з дозволу місцевих органів санітарно-епідеміологічної та екологічної служби на полігони твердих побутових відходів. Тверді відходи використовуються на полігоні побутових відходів як ізолюючий матеріал у середній та верхній частинах полігону.

Не можна вивозити на міське звалище токсичні відходи, та відходи, які мають довгий процес розпаду. При будівництві це насамперед відходи лакофарбових матеріалів (залишок фарби, використані малярні кісточки, валики, рукавички тощо); бій скла, відходи теплоізоляційних та електроізоляційних матеріалів. Ці відходи потрібно збирати в окремо відведені ємкості і в подальшому передавати підприємствам, які мають відповідні можливості та права по їх знешкодженню.

Також не можна вивозити на звалище відходи, що мають ресурсну цінність, тобто які можна використовувати повторно. До них відносяться: поліетилен, макулатура, відходи деревини (тирса, дрова), тощо.

У місцях зберігання промислових відходів повинні бути передбачені стаціонарні або пересувні вантажно-розвантажувальні механізми для переміщення приймальників з відходами, їх завантаження для вивезення на полігони або в інші місця.

При повторному використанні відходів виробництва при будівництві (шлаки металургійного виробництва, тощо), необхідно мати висновок щодо впливу токсичних інгредієнтів відходів на об'єкти довкілля.

Після завершення планувальних робіт на поверхню ділянки наносять із резерву родючий шар чорнозему товщею до 30см та проводяться озеленення території.

Система зелених насаджень розглядається як оздоровча, архітектурно-планувальна ланка, яка з'єднує елементи природного та культурного ландшафту, а також як екологічна система.

Зелені насадження є незамінними біофільтрами. При проходженні запиленого та задимленого повітря через крони дерев та кущів, а також через трав'яну рослинність він механічно очищується від твердого пилу та диму

завдяки осадженню твердих аерозольних частинок на поверхні листка та стебла, проходить природна фільтрація. Вільні ароматичні летучі речовини, які виділяються рослинами, здібні убивати простіші одноклітинні мікроби.

Зелені насадження формують мікроклімат крупних міст. Вони також відіграють велику архітектурно-планувальну роль. Наявність та характер розміщення зелених насаджень визначають функціональне зонування міських територій, систему транспортних та пішохідних магістралей, розміщення інженерних комунікацій, тощо.

При озелененні території плануються різні функціональні зони: пішохідні алеї, газони, клумби, рабатки. В відповідності з санітарними та естетичними вимогами покриття алеї в об'єктах озеленення застосовують плитку та інші міцні мінеральні матеріали. Асфальтове покриття дозволяється в окремих випадках. Пішохідні алеї розташовують поза транспортними магістралями в напрямку масових рухів пішоходів, обладнують майданчиками для коротко часового відпочинку.

Нормативи розміщення зелених насаджень по відношенню до будівлі, спорудам та інженерним комунікаціям, а також по визначенню ширини смуги зелених насаджень приймається відповідно до санітарних норм та правил.

Рівень озеленення території забудови повинен бути не менше 40%. Забороняється застосовувати для озеленення території фруктові дерева і чагарники, що потребують обробки отрутохімікатами.

Дерева, що висаджуються біля будинків, не повинні перешкоджати інсоляції і освітленості будівель відповідно до гігієнічних норм. [42]

## **6.6 Шум, вібрація, радіація**

В результаті техногенного впливу на міське середовище двох компонентів біосфери – біогенного та абіогенного, доповнюються третім компонентом – техногенним. Основа третього параметру – комплекс специфічних факторів, які мають хвильову та квантову природу. До них, в першу чергу, відносять шуми, вібрація електромагнітні поля, радіація.

Вже давно відомо, що постійний вплив на людину сильного шуму дуже шкідливий. Явище стресу, погіршення та зниження слуху, нервово та психічне виснаження, збільшення кров'яного тиску, послаблення діяльності печінки, розлад шлунково-кишкового тракту пов'язують з шумами.

Будівельному міністерству належить велика кількість підприємств будівельної індустрії, які являються джерелом шуму. Шум безперервно супроводжує всі процеси, які виконуються в кар'єрах по добутку нерудних матеріалів, на насосних станціях, які подають до будівельних майданчиків воду, а також роботи, які ведуться на будівельно-монтажних майданчиках.

Джерелом шуму та вібрації на будівельному майданчику є транспорт та будівельна техніка, при цьому шумове забруднення навколишнього середовища від транспорту виходить далеко за межі майданчика (доставка матеріалів, конструкцій, обладнання, тощо). При перевезенні шум може

виникнути не тільки від самої машини, але й від недостатньо закріпленого вантажу, із-за відсутності прокладок та ін. Незадовільний стан під'їздів та внутрішніх шляхів сприяє утворенню шуму, приводить до порчі конструкцій транспортних засобів. Сильний шум чути з будівельного майданчику, коли на ній працюють механізми з двигунами внутрішнього згорання, особливо компресори. Однією з мір по зниженню шуму є використання механізмів не з двигунами внутрішнього згорання, а з електродвигунами, для внутрішнього будівельних цілей пристосовувати електрокари. При роботі на майданчику сильно шумових механізмів, необхідно продумати їх розміщення, використовуючи рельєф місцевості та будинки, або спеціально утворювати тимчасові екрани, які знижують шумовий вплив на робітників. Часто джерелом шуму є звуковий та гучномовний зв'язок. Тут розумним рішенням є заміна звукового зв'язку на радіозв'язок. [44]

Згідно «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» (Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 року № 173), допустимий рівень звуку на території, що прилягають до будівель готелів – 65-75 дБА.

При плануванні транспортних мереж раціонально виділити коридори, в які збираються основні транспортні комунікації, що звільняє жилі та громадські райони від шуму автомобільних засобів.

Велику роль в зниженні шуму відіграють зелені насадження. Найбільш ефективно послабляють звуки низьких частот високі дерева, а звуки високих частот – чагарники. Суцільні насадження дерев з крупним твердим листям, розташовується перпендикулярно розповсюдженню звука, дуже ефективні. Смуги зелених насаджень шириною 2-3м понижають рівень шуму на 3-5дБА, а шириною 10-20м – на 20 дБА.

Не дивлячись на заходи, які застосовуються для зниження шуму, безперервне збільшення транспорту приводить до збільшення звукового тиску. Тому потрібно рішати задачу по будівництву будівель зі звукоізоляційними властивостями.

До природних електромагнітних хвиль відноситься магнітне поле Землі. Це пов'язано з сонячною активністю. Рівень електромагнітних полів, які утворюються сучасною цивілізацією, в окремих районах в сотні раз вище рівня природних полів. В сучасному місті джерелом електромагнітних хвиль є теле- та радіо передаючі установки, електрифіковані транспортні лінії та лінії електропередач [48].

Тривалий та багато кратний вплив електромагнітних хвиль слабкої інтенсивності приводять до порушень ритму серцевих скорочень та рівня кров'яного тиску, активності мозку, обмінних процесів та імунної активності людського організму.

Для запобігання впливу електромагнітних хвиль, рекомендується віддаляти території радіо передавальних, телевізійних, радіолокаційних станцій, відкритих розподільних установок енергосистем та високовольтні лінії електропередачі від міст та населених пунктів.

Джерелом іонізуючого випромінювання, які можуть несприятливо впливати на навколишнє середовище та здоров'я людей, є різні радіаційно-



ядерні об'єкти: енергетичні, промислові, дослідні, експериментальні реактори; електростанції, виробництва, установки, обладнання, склади, сховища, транспортні засоби, що використовуються, або містять ядерні матеріали.

Проведення робіт цивільного та промислового будівництва дозволяється тільки після проведення дозиметричного контролю. В випадках, коли радіаційне забруднення перевищую дозволений рівень, підрядчик повинен провести дезактивацію території до контрольного рівня. Державне прийняття закінчених об'єктів здійснюється тільки після проведення на них дозиметричного контролю.

Будівельні матеріали, вироби та конструкції, призначенні для використання в цивільному, промисловому та шляховому будівництві, повинні відповідати вимогам та нормам Положення про радіаційний контроль на об'єктах будівництва та підприємствах будіндустрії та будматеріалів України [44].

## **РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **7.1 Земляні роботи**

При земляних роботах повинні дотримуватися вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».

Безпека земляних робіт повинна бути забезпечена на основі виконання наступних рішень з охорони праці, що містяться в організаційно-технологічній документації (ПОБ, ПВР):

- визначення безпечної крутизни незакріплених укосів, з урахуванням навантаження від машин і ґрунту;
- вибір типів машин, що застосовуються для розробки ґрунту і місць їх установки;
- визначення місць установки і типів огорож котлованів і траншей.

Основною причиною травматизму при виробництві земляних робіт є обвалення ґрунтових мас, в процесі розробки або відсипки і при подальших роботах в котловані або поблизу насипу. До початку виконання земляних робіт в місцях розташування діючих комунікацій потрібне узгодження з організаціями, які експлуатують дані комунікації.

Ґрунт, витягнутий з котловану, розміщувати на відстані не менше 0,5м від бровки котловану. Перед допуском робітників в котлован, необхідно перевірити стійкість укосів. Навантаження ґрунту на автомашини повинна проводитися з заднього або бокового борту. При розвантаженні ґрунту поруч повинен перебувати робітник, що подає сигнали водієві. Установка і робота машини поблизу котловану дозволяється за межами призми обвалення ґрунту. Те ж саме можна сказати і про роботу на схилах.

### **7.2 Бетонні роботи**

Роботи повинні виконуватися з дотриманнями вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».

Безпека бетонних робіт повинна бути забезпечена на основі виконання наступних рішень з охорони праці, що містяться в організаційно-технологічній документації (ПОБ, ПВР):

- визначення засобів механізації для приготування, транспортування, подачі і укладання бетону;
- визначення несучої здатності і розробка проекту опалубки, а також послідовності її установки і порядку розбирання;
- розробка заходів і засобів щодо забезпечення безпеки робочих місць на висоті.

При подачі бетонної суміші бетононасосами необхідно до початку робіт випробувати його при гідравлічному тиску, що перевищує в 1,5 рази

робочий тиск. Укладання бетонної суміші здійснюють тільки після встановлення арматури.

Очищають бетоновоз, як правило, водою, стиснене повітря дозволено застосовувати тільки в тих випадках, коли очищення водою викликає труднощі у виконанні робіт. Бетоновоз очищають при тиску повітря не вище 1,5 МПа. Після його очищення на половину довжини тиск повітря поступово знижують. У вихідного отвору бетоновоза встановлюють похилий козирок, причому робітники не повинні перебувати ближче 10 м від вихідного отвору бетоновоза.

При укладанні бетонної суміші і її ущільнення електровібраторами, переміщати вібратор за струмопровідні шланги не допускається, а при перервах в роботі і при переході з одного місця на інше вібратор необхідно вимикати.

У працюючих в зоні вібрації розвивається вібраційна хвороба складається з:

- нейросудинних порушень;
- ураження нервово-м'язової системи;
- опорно-рухового апарату;
- зміни обміну речовин.

Для забезпечення вібраційної безпеки праці повинен бути організований ефективний контроль дотримання встановлених норм і вимог.

Оцінка вібраційної безпеки праці повинна проводитися на робочих місцях конкретного виробництва при виконанні реальної технологічної операції або типового технологічного процесу.

Віробезпечна праця на будівельному майданчику досягається шляхом:

- дотримання правил і умов експлуатації машин і введенням технологічних процесів, з використанням машин тільки відповідно до їх значенням;
- підтримування технічного стану машин, параметрів технологічних процесів і елементів виробничого середовища на рівні, своєчасним проведенням планового і попереджувального ремонту машин;
- вдосконалення режимів роботи машин і елементів виробничого середовища, винятком контакту працюючих з вібруючими поверхнями за межами робочого місця або зони введенням огорожень, попереджувальних знаків, використанням попереджувальних написів, забарвлення, сигналізації, блокування і т. д. ;
- застосування засобів індивідуального захисту від вібрації (рукавиці з вібродемпфіруючим прокладкою і взуття з вібродемпфіруючим підошвою);
- введення і дотримання раціональних режимів праці та відпочинку (встановлення регламентують перерв), в найбільшій мірі знижують несприятливі впливу вібрації на людину;
- санітарно-профілактичних і оздоровчих заходів (проходження медичного огляду, видачі путівок на оздоровлення в профілакторії);
- контролю вібраційних характеристик машин і вібраційного навантаження на оператора, дотриманням вимог віробезпечного і виконанням передбачених для умов експлуатації заходів.

Контроль вібрації повинен здійснюватися:

- на робочих місцях в процесі виробництва (для оцінки вібраційної безпеки праці);
- при контролі якості машин і технічного стану експлуатованих машин і устаткування (для оцінки їх вібробезпечного).

При контролі вібрації повинен бути визначений показник перевищення вібраційного навантаження на оператора.

### **7.3 Арматурні роботи**

При арматурних роботах повинні виконуватися вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».

При виконанні робіт по заготуванні арматури необхідно:

- огорожувати місця, призначені для розгортання бухт виправлення арматури;
- огороження робочого місця при обробці стрижнів арматури, які виступають за габарити верстата;
- складати заготовлену арматуру в спеціально відведене місце;
- закривати щитами торцеві частини стрижнів арматури в місцях загальних проходів, мають ширину менше 1 м.

Елементи каркасів арматури необхідно пакетувати з урахуванням умов їх підйому, складування і транспортування до місця монтажу. Ходити по укладеній арматурі допускається тільки за спеціальними настилами шириною не менше 0,6м, покладеним на арматурний каркас.

### **7.4 Зварювальні роботи**

Зварювальні роботи повинні відповідати вимогам ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».

Безпека під час зварювальних робіт повинна бути забезпечена на основі виконання наступних рішень з охорони праці, що містяться в організаційно-технологічній документації (ПОБ, ПВР):

- при виконанні зварювальних робіт на висоті електрозварники повинні мати групу з електробезпеки не нижче II;
- при різанні елементів конструкції повинні бути вжиті заходи проти випадкового обвалення відрізаних елементів;
- місця виробництва зварювальних робіт повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння;
- зварювальники повинні використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) очей і органів дихання;
- електрозварювальних установка (перетворювач, зварювальний трансформатор і т. д.) повинна приєднуватися до джерела живлення через рубильник і запобіжники або автоматичний вимикач, а при напрузі холостого

ходу більше 70В повинно застосовуватися автоматичне відключення зварювального трансформатора.

## 7.5 Монтажні роботи

При монтажних роботах повинні дотримуватися вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)», НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання».

Безпека монтажних робіт повинна бути забезпечена на основі виконання наступних рішень з охорони праці, що містяться в організаційно-технологічній документації (ПОБ, ПВР):

- визначення марки крана, місця його установки і небезпечних зон при його роботі;
- забезпечення безпеки робочих місць на висоті;
- визначення послідовності установки конструкцій;
- забезпечення стійкості конструкцій і частин будівлі в процесі складання;
- визначення схем і способів укрупненого елементів конструкцій.

При виконанні монтажних робіт повинні виконуватися умови:

- на монтажних роботах використовуються приставні сходи, підмости;
- змонтовані балки захистити поручнями не менше 1м висотою;
- конструкції перед монтажем повинні бути очищені від бруду, іржі;
- конструкції, що переміщуються краном потрібно утримати від розгойдування розтяжками;
- забороняється пересувати конструкції після їх установки і зняття захватних пристосувань;
- при підйомі елементів з транспорту забороняється переміщати вантаж над кабіною водія;
- під час перерв в роботі не допускається залишати підняті елементи у висячому положенні;
- при монтажних роботах повинна бути організована сигналізація. Всі сигнали машиністу крана передає бригадир або такелажник, крім сигналу «стоп»;
- тимчасові зв'язку, розчалування, кондуктори, підпірки дозволяється знімати тільки після остаточного закріплення конструкції, а з залізобетонних виробів,
- замоноличених ділянок після досягнення бетоном 70% проектної міцності;
- палі (опори), до підйому їх в проектне положення, повинні бути обладнані монтажними драбинами або підмости для звільнення стропів, а також для зварювання вузлів та закріплення ригелів.

- при переході монтажників з однієї конструкції на іншу застосовувати інвентарні драбини, що мають огороження.
- не дозволяється перебування людей під мостом, до закінчення робіт краном, а також в зоні переміщення конструкцій краном;
- забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, які не мають монтажних петель або міток, що забезпечують правильне стропування і монтаж;
- до монтажу конструкцій на висоті допускаються особи не молодше 18 років і мають кваліфікацію не нижче 3-го розряду.

## 7.6 Гідроізоляційні роботи

Гідроізоляція укладається на вирівнюючий шар. Для гідроізоляції використовують рулонний матеріал на бітумної основі «Техноеластміст». Його нагрівають пальниками і поступово настиляють уздовж шляхопроводу внахлестку з перекриттям стику на 10 см. Стики повинні бути зрушені не менше ніж на 15 см. щодо стиків раніше укладеного шару. Укладений гідроізоляційний матеріал ущільнюють ручними катками. Готова поверхня гідроізоляції повинна бути рівною, не повинна мати тріщин і відшарувань.

Роботи повинні виконуватися з дотриманнями ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».

Безпека ізоляційних робіт повинна бути забезпечена на основі виконання містяться в організаційно-технологічної документації (ПОБ, ПВР) таких вимог з охорони праці:

1. Незалежно від стажу кожен робочий час вступу на роботу проходить загальний інструктаж з техніки безпеки, про що записується в журналі.
2. При роботі поблизу краю моста робочі повинні користуватися монтажними поясами, випробуваними на навантаження в 300 кгс протягом 5 хвилин.
3. Для виконання гідроізоляційних робіт, робітники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм.
4. Поблизу об'єкта при проведенні ізоляційних робіт необхідно мати вогнегасники.
5. небезпечну зону потрібно обмежити сигнальними прапорцями.

## 7.7 Пожежна безпека

Причиною пожежі на будівельному майданчику може бути загоряння паливно-мастильних (бензин, мазут і т.д.) і гідроізоляційних (бітум) матеріалів.

Забезпечення пожежної безпеки, протипожежний захист повинна досягатися застосуванням одного з наступних способів або їх комбінації:

- застосування засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки (пожежні щити з усіма атрибутами, ємності з піском);
- застосування основних будівельних конструкцій і матеріалів, в тому числі використовуваних для облицювання конструкцій, з нормованими показниками пожежної безпеки;
- організації за допомогою технічних засобів, включаючи автоматичні, своєчасного оповіщення та евакуації людей;
- застосування індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі.

Обмеження поширення пожежі за межі вогнища має досягатися застосуванням одного з наступних способів їх комбінації:

- влаштування протипожежних перешкод;
- пристрій аварійного відключення установок і комунікацій;
- застосування засобів, що запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин під час пожежі;

Засоби колективного та індивідуального захисту повинні забезпечувати безпеку людей протягом всього часу дії небезпечних факторів.

У місцях ведення робіт і в навколишніх їх зонах радіусом 25 м. по всій відкритій висоті не допускається:

- проводити будь-які суміщені роботи, що викликають іскроутворення, вогню або пилу;
- курити, розводити вогонь;
- працювати у взутті зі сталевими цвяхами на підшвах;
- перебувати особам, які не беруть участь безпосередньо у виконанні даних робіт.

Зону позначити сигнальними прапорцями.

## **7.8 Експлуатація будівельних машин**

Дорожні та будівельні машини, а також обладнання повинні мати паспорт та інструкцію з експлуатації. Машиністами дорожньо-будівельних машин можуть бути не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і визнані за станом здоров'я непридатними для управління машинами.

Роботи виконуються згідно з НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання». Будівельні машини, транспортні засоби, виробниче обладнання, засоби механізації, пристосування, оснащення, ручні машини та інструменти повинні відповідати вимогам державних стандартів з безпеки праці, а знову придбані - як правило, мати сертифікат на відповідність вимогам безпеки праці.

Забороняється експлуатація зазначених вище засобів механізації без передбачених їх конструкцією захисних пристроїв, блокувань систем сигналізації та інших засобів колективного захисту.

Вимоги безпеки при використанні машин:

- до використання допускаються машини в працездатному стані;

- при виборі типу машин для виконання робіт необхідно, щоб технічна характеристика машини відповідала параметрам технологічного процесу і умов робіт;

- до початку робіт з використанням машин необхідно визначити робочу зону машини, межі небезпечної зони, засоби зв'язку машиніста з робітниками, що обслуговують машину і інших машиністів;

- при використанні машин повинна бути забезпечена оглядовість робочої зони з робочого місця машиніста.

Вантажні гаки вантажозахватних засобів, що застосовуються при виробництві будівельно-монтажні робіт, повинні бути забезпечені запобіжними замикаючими пристроями, що запобігають довільне зісковзування вантажу. Елементи конструкцій машин, які можуть становити небезпеку при роботі, обслуговуванні або транспортуванні, повинні мати сигнальне фарбування.



## ВИСНОВКИ

Мета роботи полягає у відбудові шляхопроводу №6 у промзоні міста Нікополь Дніпропетровської обл.

Міст залізобетонний за схемою  $18 + 3 \times 24 + 18$  (крок опорних конструкцій). Повна довжина моста – 108,76 м.

Розмір проїжджої частини:  $8\text{м} + 2 \times 1\text{ м}$ .

Автодорога, що проектується, перетинає р. Інгулець, яка в цьому районі має північно-східний напрямок течії. Ширина річки в районі мосту – 18,5 м, глибина – 4,4 м, береги річки пологі.

Поперечний переріз моста компонується з 6 балок таврового перерізу з попередньо напруженою арматурою. Висота балок 1,23 м, довжина 18 і 24 м. Балки армуються горизонтальними пучками напруженої арматури  $\varnothing 5$  В-II в нижній частині. Матеріал балки: бетон класу В 35. Ненапружена арматура класу А-I та А-III.

Об'єднання балок прогонової будови проводиться замонолічуванням поздовжніх швів стику шириною 30 см, які з'єднують полиці прилеглих балок уздовж усього прольоту. Для цього проміжні балки мають випуски арматури з двох сторін на бічних поверхнях верхніх полиць. Крайні балки мають випуски арматури з одного боку для їх зв'язку з проміжними балками.

Прольотні балки укладаються на ригелі і кріпляться до них за допомогою закладних деталей. Ригелі довжиною 13,8 м, мають висоту 0,7 м і ширину 1,4 м, складаються з двох блоків довжиною 6,9 м кожен. Армуються ригелі плоскими каркасами, хомутами і окремими стрижнями. Робоча арматура  $\varnothing 28$  А-III. Матеріал ригелів: бетон класу В25.

Ригелі, в свою чергу, укладаються на стійки: спеціальні отвори, наявні в ригелях, приходять відповідно на стійки, арматурні випуски зварюються, а стики замонолічуються.

Стойки  $\varnothing 800\text{мм}$ , довжиною 3 м. Армуються каркасами і сітками. Робоча арматура  $\varnothing 32$  А-III. Матеріал: бетон класу С25/30.

Стойки встановлюються в стакани паль, стик омонолічується.

Палі – буронабивні  $\varnothing 1,7\text{м}$ , довжиною 15 м. Армуються каркасом. Робоча арматура  $\varnothing 28$  А-III. Бетон класу В25.

У технологічному розділі розроблені схеми монтажу проміжних опор і прогонових балок, календарний графік будівництва, представлена схема влаштування будмайданчика та будгенплан.

Буріння свердловин виконують буровою установкою КАТО, монтаж опор – краном РДК-25, установку прогонових балок – краном КШМ-40.

Будівництво триває 61 день. Роботи ведуться в 2 зміни. Максимальна кількість працівників на будівельному майданчику – 13 осіб.

Основні вимоги щодо загальних питань техніки безпеки полягають в наступному: до початку робіт робітники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки; будівельний майданчик повинен бути захищений сигнальною огорожею та сигнальними знаками; проїзди і проходи повинні регулярно очищатися; робочі місця обладнані захисними запобіжними засобами; на ділянках будівництва, де це потрібно за умовами роботи, вивішені відповідні плакати з техніки безпеки; електричні установки мають бути захищені кожухами; корпуси електромоторів заземлені; робітники повинні бути забезпечені питною водою.

Розділ охорони навколишнього середовища виділяє питання охорони повітря, води, ґрунтів, рішення по видаленню відходів при будівництві.

За економічними розрахунками було визначено, що кошторисна вартість будівництва складає 24 155.718 грн.

У науковій частині роботи було виконано аналіз класифікації добавок для бетонних сумішей і матеріалів для захисту бетонних конструкцій. За його результатами, зважаючи на умови роботи конструкцій та технологію їх виготовлення, було здійснено підбір оптимальних рішень відповідних матеріалів, а саме:

- комплекс добавок, складений із суперпластифікатора і модифікатора в'язкості (повітроутримуюча добавка) – для бетонування монолітних буронабивних паль;
- двохкомпонентний еластичний цементно-полімерний розчин – для захисту і гідроізоляції конструкцій опор і прогонових будов мосту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-14: 2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування (Частина 1). – К.: Національний транспортний університет, 2006.
2. ДБН В.1.2-2-2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Видання офіційне. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60.
3. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
4. ДБН Б.1.1-4-2009. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження містобудівного обґрунтування.
5. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
8. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
9. ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 Настанова щодо влаштування суцільних захисних огорожень при зведенні каркасно-монолітних будівель.
10. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.
11. ДБН Б.2.2-5:2011 Благоустрій територій. Зміна № 1. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.
13. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів.
14. ДСТУ Б А.3.2-13: 2011. Системи стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD).
15. ДБН В.2.8-3-95. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Технічна експлуатація будівельних машин.
16. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови.
17. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту.
18. НАПБ А.01.003-2009. Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в будинках та спорудах.
19. ДСТУ ISO 6309:2007. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір (ISO 6309:1987, IDT).
20. ДСТУ ISO 7240-1:2007. Системи пожежної сигналізації та оповіщення.
21. ДСТУ EN 13501-1:2016. Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій.

22. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014.
23. ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013. Настанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014.
24. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.
25. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я.Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.
26. Проектирование элементов железобетонных конструкций / А.Э. Лопатто, В.Ф. Майборода. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1987. – 238с.
27. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс : ученик для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – Стройиздат, 1985. – 728 с.
28. ДСТУ Б В.2.6-168:2011 Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови.
29. Технічний нагляд за безпечною експлуатацією вантажопідіймальних кранів: Навчальний посібник. - М. 2003. - 344 с.
30. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.
31. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Основні положення проектування.
32. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016
33. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Видання офіційне. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2011
34. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012.
35. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. – К.: Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2007.
36. НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів. – К.: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2013.
37. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD). Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012.
38. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація.

39. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – К.: Міністерство соціальної політики України, 2018
40. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – К.: Міністерство внутрішніх справ, 2014
41. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов: Учеб. Пособие для ВУЗов. М.: Стройиздат, 1990. 304стр.
42. Основания и фундаменты: Справочник под ред. Г.И. Швецова. М.: Высш. школа., 1991, 383стр.
43. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика под ред. Е.А. Сорочана М.: Стройиздат, 1995. 480стр.
44. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлых и лёгких бетонов без предварительного напряжения арматуры/ ЦНИИ промзданий Госстроя СССР НИИЖБ Госстроя СССР М.: ЦИИТП Госстрой СССР, 1989. 192стр.
45. ДСТУ Б В.2.5-32:2007. Труби безнапірні з поліпропілену, поліетилену, непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для зовнішніх мереж каналізації будинків і споруд та кабельної каналізації.
46. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України.
47. Барч И.З. Строительные краны. – К.: Будівельник, 1974.
48. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.
49. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. – М.: Высшая школа, 1988.
50. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією.
51. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.
52. ДБН Д.1.1-2-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. – К.: НДІБВ, 2002.
53. ДБН Д.2.7-2-2000. Ресурсні елементні кошторисні норми на експлуатацію машин та механізмів. – К.: НДІБВ, 2001.
54. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів.
55. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва
56. Елшин И.М. Строителю об охране окружающей природной среды. – М.: Стройиздат, 1986.
57. Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. Затверджені Наказом Міністерства охорони навколишнього середовища України від 27.06.2006р. за № 309.
58. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997р за № 201
59. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджені Міністерством охорони здоров'я України від 19 червня 1996р за № 173.



60. Лук'янова Л.Б. Основи екології. – К.: Вища школа, 2000.
61. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения: Справочник/ В. И. Русин, Г. Г. Орлов, Н. М. Неделько и др. – К.: Будівельник, 1990.-208 с.
62. Бондарь П. В., Медведенко С. Л. Организация пожарной безопасности в строительстве. Киев: Будівельник, 1990. – 136 с.
63. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні – [Чинний від 2015 – 01 – 01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 54 с.
64. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування – [Чинний від 2014 – 01 – 01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 240 с.
65. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель – [Чинний від 2017 – 05 – 01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 33 с
66. ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1.Тепловіддача системою опалення (EN 1531621:2007, IDT). – [Чинний з 01.01.2013]. –К. : Мінрегіон України, 2012. – 43 с. – (Національний стандарт України).
67. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні. – [Чинний з 01.07.2013]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 229 с. – (Національний стандарт України).
68. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний з 01.01.2016]. – К. : Мінрегіон України, 2015. –145 с. – (Національний стандарт України).
69. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд (СНиП 3.04.01-87, MOD)
70. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)
71. ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення
72. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування
73. ДБН В.2.2-43:2021 Будинки та споруди. Складські споруди. Основні положення
74. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.
75. СН 276-74 Инструкция по проектированию бытовых зданий и помещений строительно-монтажных организаций.
76. ДБН В.1.4-2.01-97 Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва
77. Кадол Л.В. та ін. Економіка будівництва. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КТУ», 2011. – 473 с.
78. Кадол Л.В., Ковальчук В.А. Проектно - кошторисна справа. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2012. – 311 с.

79. Кадол Л.В., Ковальчук В.А. Проектно-кошторисна справа (зі змінами і доповненнями згідно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва»). Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2016. – 360 .

80. Кадол Л.В., Астахов В.І. Управління проектами в будівництві. Навчальний посібник. – Кривий Ріг.: ДВНЗ «КНУ», 2018. – 241 с.

81. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів спеціалізації «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та заочної скороченої форми навчання в т.ч. перепідготовки / Укл. доц., к.т.н. Л.В. Кадол. – Кривий Ріг. – ДВНЗ КНУ. – 2018. – 50 с.

82. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище.

83. ДБН В.1.2-8-2008 Основні вимоги до будівель і споруд в частині безпеки життя та здоров'я людини.

84. ДБН В.1.2-10-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму.

85. ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013 Настанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій.

86. ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації.

87. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів.

88. ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги.

89. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту.

90. Паспорт вентиляційного обладнання [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ccktm.com/>

91. СНиП 2.09.02-85\* «Виробничі будівлі».

92. Palyvoda O.A., Skachkov A.A., Zhukov S.O., Yermolenko D.A. Seismic protection of buildings in areas adjacent to open-pit mining. International Journal of Engineering & Technology. London (Great Britain), 2018. P. 162–167.

93. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України.

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі

24 155.718 тис. грн.

В тому числі зворотних сум

101.785 тис. грн.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК  
ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № \_\_\_ 1 \_\_\_Відновлення шляхопроводу  
(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на 17 грудня 2023 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
<b>Глава 2. Об'єкти основного призначення</b>						
1	02-001	Монтаж обладнання	18 339.564			18 339.564
2	02-001-001	Монтаж технологічного обладнання	17 689.564			17 689.564
3	02-001-002	Пусконаладжувальні роботи	650.000			650.000
		<b>Разом за главою № 2</b>	18 339.564			18 339.564
		<b>Разом за главами № 1 - 7</b>	18 339.564			18 339.564
<b>Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди</b>						
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проєктом (робочим проєктом)	678.564			678.564
		<b>Разом за главою № 8</b>	678.564			678.564
		в т.ч. зворотні суми				101.785
		<b>Разом за главами № 1 - 8</b>	19 018.128			19 018.128
		в т.ч. зворотні суми				101.785
		<b>Разом за главами № 1 - 12</b>	19 018.128			19 018.128
		в т.ч. зворотні суми				101.785
	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова )	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	868.871			868.871
	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)			242.766	242.766
		<b>Разом</b>	19 886.999		242.766	20 129.765
		Податок на додану вартість			4 025.953	4 025.953



1	2	3	4	5	6	7
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>	19 886.999		4 268.719	24 155.718
		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	101.785			101.785
		Податок на додану вартість			20.357	20.357
		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	101.785		20.357	122.142

Шляхопровід №6  
(найменування об'єкта будівництва)

## Підсумкова відомість ресурсів

до Зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта будівництва № \_\_1\_\_

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:				Обґрунтування ціни
						відпускна ціна, грн.	трансп. складова, грн.	загот. складські витрати, грн.		
						всього, грн.	всього, грн.	всього, грн.	всього, грн.	
1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14	
I. Витрати труда										
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год.	1 604.39	75.40	-	-	-	-	-
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	4.10	-	-	-	-	-	-
3	27	Витрати труда робітників-монтажників	люд.год.	835.69	71.82	-	-	-	-	-
4		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-монтажниками	розряд	3.70	-	-	-	-	-	-
5	3	Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год.	556.92	74.5044	-	-	-	-	-
6		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4.00	-	-	-	-	-	-
7		Витрати труда робітників, заробітна плата яких передбачена в загальновиробничих витратах	люд.год.	268.61	115.3457	-	-	-	-	-
8		Витрати труда робітників, заробітна плата яких передбачена в витратах на тимчасові будівлі та споруди	люд.год.	120.83	-	-	-	-	-	-
9		Разом загальна кошторисна трудомісткість	люд.год.	3 386.44	77.6161	-	-	-	-	-
10		Середній розряд робіт	розряд	4.00	-	-	-	-	-	-
II. Будівельні машини та механізми										
1	КБМ201-11	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 3 т	маш-г	6.0825	283.63	-	-	-	-	-
					1 725					
2	КБМ201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-г	13.28926	355.95	-	-	-	-	-
					4 730					
3	КБМ204-201	Агрегати зварювальні пересувні з бензиновим двигуном, з номінальним зварювальним струмом 250-400 А	маш-г	61.76	343.23	-	-	-	-	-
					21 198					

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
4	КБМ215-101	Агрегати наповнювально-обпресовувальні, продуктивність до 70 м3/год	маш-г	1.91925	937.16	-	-	-	-
					1 799				
5	*КБМ225-5913	Апарати для стикового зварювання поліетиленових труб діаметром до 315 мм, потужність 3,7 кВт (працює від пересувної електростанції)	маш-г	339.95432	134.86	-	-	-	-
					45 846				
6	*КБМ225-5914	Апарати для стикового зварювання поліетиленових труб діаметром до 630 мм, потужність 10,2 кВт (працює від пересувної електростанції)	маш-г	45.46514	144.21	-	-	-	-
					6 557				
7	КБМ207-153	Бульдозери, потужність 132 кВт [180 к.с.]	маш-г	0.1604358	1 167.52	-	-	-	-
					187				
8	КБМ206-247	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 0,5 м3	маш-г	4.02475	642.41	-	-	-	-
					2 586				
9	КБМ204-1400	Електричні печі для сушіння зварювальних матеріалів з регулюванням температури у межах 80-500 град.С	маш-г	4.356	47.04	-	-	-	-
					205				
10	*КБМ204-1400	Електричні печі для сушіння зварювальних матеріалів з регулюванням температури у межах 80-500 град.С (працює від пересувної електростанції)	маш-г	0.1728	4.05	-	-	-	-
					1				
11	КБМ204-102-2	Електростанції пересувні, потужність 10 кВт	маш-г	11.8728	157.49	-	-	-	-
					1 870				
12	КБМ204-102-3	Електростанції пересувні, потужність 12 кВт	маш-г	45.46514	164.73	-	-	-	-
					7 489				
13	КБМ204-102	Електростанції пересувні, потужність 4 кВт	маш-г	339.95432	156.85	-	-	-	-
					53 322				
14	КБМ204-101	Електростанції пересувні, потужність 2 кВт	маш-год	0.928	86.60	-	-	-	-
					80				
15	КБМ202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-г	0.04	280.47	-	-	-	-
					11				
16	КБМ202-814	Крани мостові електричні загального призначення при роботі на монтажі технологічного устаткування, вантажопідйомність 32 т	маш-г	1.102	330.43	-	-	-	-
					364				
17	КБМ202-815	Крани мостові електричні загального призначення при роботі на монтажі технологічного устаткування, вантажопідйомність 50 т	маш-г	1.43	366.93	-	-	-	-
					525				
18	КБМ202-1102	Крани на автомобільному ході при роботі на монтажі технологічного устаткування, вантажопідйомність 10 т	маш-г	7.3105	664.95	-	-	-	-
					4 861				
19	КБМ202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш-г	2.486297	643.87	-	-	-	-
					1 601				
20	КБМ202-1202	Крани на гусеничному ході при роботі на монтажі технологічного устаткування, вантажопідйомність 25 т	маш-г	1.605	719.06	-	-	-	-
					1 154				
21	КБМ215-701	Крани-трубоукладальники для труб діаметром до 400 мм, вантажопідйомність 6,3 т	маш-г	25.56	626.64	-	-	-	-
					16 017				

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
22	КБМ215-702	Крани-трубоукладальники для труб діаметром до 700 мм, вантажопідйомність 12,5 т	маш-г	0.13968	1 198.69	-	-	-	-
					167				
23	КБМ203-408	Лебідки електричні, тягове зусилля до 156,96 кН [16 т]	маш-г	10.925	268.83	-	-	-	-
					2 937				
24	КБМ201-410	Трактори на пневмоколісному ході, потужність 59 кВт [80 к.с.]	маш-г	0.9225	548.51	-	-	-	-
					506				
25	КБМ204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-г	44.8855	39.93	-	-	-	-
					1 792				
26	*КБМ204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму] (працює від пересувної електростанції)	маш-г	11.7	13.74	-	-	-	-
					161				
		Разом:	грн.	-	177 691	-	-	-	-
III. Механізований інструмент									
1	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	4.702					
2	*КБМ270-251	Апарат для зварювання поліпропіленових труб діаметром від 16 до 75 мм, потужність 1,5 кВт (працює від пересувної електростанції)	маш-год	0.928					
3	КБМ270-108	Котли бітумні пересувні, місткість 400 л	маш-г	10.23					
4	КБМ203-404	Лебідки електричні, тягове зусилля до 31,39 кН [3,2 т]	маш-г	7.124					
5	КБМ203-303	Лебідки ручні та важільні, тягове зусилля до 14,72 кН [1,5 т]	маш-г	0.3383					
6	КБМ203-304	Лебідки ручні та важільні, тягове зусилля до 29,43 кН [3 т]	маш-г	0.7566					
7	КБМ233-301	Машини шліфувальні електричні	маш-г	34.9325					
8	КБМ270-158	Насос гідравлічний ручний	маш-г	12.459					
9	КБМ204-1100	Термопенали з масою завантажувальних електродів не більше 5 кг	маш-г	15.7905					
		Разом вартість ресурсів, спожитих механізованим інструментом і врахованих в вартості матеріалів	грн.	-	525	-	-	-	-
IV. Будівельні матеріали, вироби та конструкції									
1	С113-2450	Ізоляція для труб "SANFLEX" діам. труби-ізоляції 2 1/2"-76 мм товщиною 9 мм	м	34.0	44.31	43.44	-	0.87	
					1 507	1 477	-	30	
2	С111-384	Білило густотерте цинкове МА-011-1	т	0.00003	142 978.06	139 649.85	524.72	2 803.49	30.0 км
					4	4	-	-	
3	С111-72	Бітуми нафтові ізоляційні, марка БНИ-IV-3, БНИ-IV, БНИ-V	т	0.075	24 008.59	22 982.96	554.87	470.76	30.0 км
					1 801	1 724	42	35	
4	С130-39	Болти з гайками та шайбами, діаметр 12 мм	т	0.00048	85 204.98	83 143.33	390.96	1 670.69	30.0 км
					41	40	-	1	
5	С130-40	Болти з гайками та шайбами, діаметр 16 мм	т	0.0022	74 658.98	72 804.12	390.96	1 463.90	30.0 км
					164	160	1	3	
6	С130-41	Болти з гайками та шайбами, діаметр 20-22 мм	т	0.0096	70 420.95	68 649.19	390.96	1 380.80	30.0 км

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
7	C130-42-1	Болти з гайками та шайбами, діаметр 27 мм	т	0.052	676 33 520.10	659 32 471.88	4 390.96	13 657.26	30.0 км
8	C112-25	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	0.00521	1 743 6 729.57	1 689 6 365.10	20 232.52	34 131.95	30.0 км
9	C113-1305	Буртові втулки діам. 75 мм для ПЕ труб, з'єднання "Встик"	шт	32.0	35 194.30	33 185.19	1 5.30	1 3.81	30.0 км
10	C142-10-2	Вода	м3	18.628	6 218 29.58	5 926 29.58000	170 -	122 -	
11	C111-1850	Гвинти самонарізні для кріплення профільованого настилу та панелей до несучих конструкцій	т	64.003	551 258 209.85	551 252 845.39	- 301.52	- 5 062.94	30.0 км
12	C111-1564	Гідроізол	м2	10.0	16 526 205 64.13	16 182 863 62.48	19 298 0.39	324 043 1.26	30.0 км
13	C111-850	Гума листовая вулканізована кольорова	кг	2.786	641 82.29	625 80.28	4 0.40	13 1.61	30.0 км
14	C112-57	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, III сорт	м3	0.015	229 9 077.40	224 8 666.89	1 232.52	4 177.99	30.0 км
15	C111-811	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення оцинкований, діаметр 1,1 мм	т	0.001394	136 53 395.16	130 52 072.82	3 275.38	3 1 046.96	30.0 км
16	C111-813	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення оцинкований, діаметр 3,0 мм	т	0.001394	74 53 069.76	73 51 753.80	- 275.38	1 1 040.58	30.0 км
17	C111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	0.04024	74 85 196.66	72 83 167.25	- 358.89	1 1 670.52	30.0 км
18	C111-1519	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э55	т	0.052265	3 428 105 355.08	3 347 102 930.40	14 358.89	67 2 065.79	30.0 км
19	C1999-9001	Електроенергія	кВт-год	68.465	5 506 0.39	5 380 0.39000	19 -	108 -	
20	C111-1748	Жмут смоляний	кг	29.4	27 105.25	27 102.87	- 0.32	- 2.06	30.0 км
21	C113-1868	Заглушка діам. 75 мм	шт	5.0	3 094 103.59	3 024 101.48	9 0.08	61 2.03	30.0 км
22	C1630-1565	Засувки паралельні фланцеві з висувним шпінделем 30ч66к II для нафти та масла, тиск 1 МПа [10 кгс/см2], діаметр 100 мм	шт	7.0	518 3 752.06	507 3 662.50	- 15.99	10 73.57	30.0 км
23	C1630-128	Згони сталеві з муфтою та контргайкою, діаметр до 25 мм	шт	2.0	26 264 58.59	25 638 57.08	112 0.36	515 1.15	30.0 км
24	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	20.97	117 58.63	114 51.62	1 5.86	2 1.15	30.0 км
25	C1630-546	Клапани зворотні підйомні муфтові для води, 16кч11р, тиск 1,6 МПа [16 кгс/см2], діаметр 50 мм	шт	2.0	1 229 711.48	1 082 695.78	123 1.75	24 13.95	30.0 км
					1 423	1 392	4	28	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
26	C1630-1404	Клапани зворотні підйомні фланцеві 16чбр для води, тиск 1,6 МПа [16 кгс/см <sup>2</sup> ], діаметр 65 мм	шт	5.0	2 140.86	2 090.89	7.99	41.98	30.0 км
					10 704	10 454	40	210	
27	C113-1003	Коліна з поліетилену діам. 110 мм /90 град. для зварювання ПЕ труб "Встик"	шт	3.0	716.62	700.30	2.27	14.05	30.0 км
					2 150	2 101	7	42	
28	C113-996	Коліна з поліетилену діам. 110 мм /90 град. для терморезисторного зварювання ПЕТруб	шт	7.0	1 357.12	1 329.45	1.06	26.61	30.0 км
					9 500	9 306	7	186	
29	C113-998	Коліна з поліетилену діам. 160 мм /90 град. для терморезисторного зварювання ПЕ труб	шт	11.0	2 642.09	2 587.25	3.03	51.81	30.0 км
					29 063	28 460	33	570	
30	C113-993	Коліна з поліетилену діам. 160 мм для зварювання ПЕ труб методом "Врозтруб"	шт	1.0	3 697.77	3 620.72	4.54	72.51	30.0 км
					3 698	3 621	5	73	
31	C113-1009	Коліна з поліетилену діам. 225 мм /90 град. для зварювання ПЕ труб "Встик"	шт	9.0	2 805.37	2 740.53	9.83	55.01	30.0 км
					25 248	24 665	88	495	
32	C113-1717	Коліно 45 град. із поліпропілену діам. 50 мм	шт	1.0	52.79	51.67	0.08	1.04	30.0 км
					53	52	-	1	
33	C113-1718	Коліно 45 град. із поліпропілену діам. 63 мм	шт	1.0	115.63	113.25	0.11	2.27	30.0 км
					116	113	-	2	
34	C113-1719	Коліно 45 град. із поліпропілену діам. 75 мм	шт	3.0	240.69	235.82	0.15	4.72	30.0 км
					722	707	-	14	
35	C113-1706	Коліно 90 град. із поліпропілену діам. 25 мм	шт	20.0	8.29	8.05	0.08	0.16	30.0 км
					166	161	2	3	
36	C113-1707	Коліно 90 град. із поліпропілену діам. 32 мм	шт	38.0	18.74	18.29	0.08	0.37	30.0 км
					712	695	3	14	
37	C113-1709	Коліно 90 град. із поліпропілену діам. 50 мм	шт	13.0	57.18	55.98	0.08	1.12	30.0 км
					743	728	1	15	
38	C113-1710	Коліно 90 град. із поліпропілену діам. 63 мм	шт	7.0	106.90	104.72	0.08	2.10	30.0 км
					748	733	1	15	
39	C113-1711	Коліно 90 град. із поліпропілену діам. 75 мм	шт	10.0	228.99	224.42	0.08	4.49	30.0 км
					2 290	2 244	1	45	
40	C113-118	Контргайки [фітинги] з ковкого чавуну з циліндричною різьбою, максимальний умовний прохід 15 мм	10шт	44.8	85.62	83.80	0.14	1.68	30.0 км
					3 836	3 754	6	75	
41	C1545-90	Коробка розгалужувальна	100шт	0.88	1 246.75	1 220.55	1.75	24.45	30.0 км
					1 097	1 074	2	22	
42	C130-465	Крани водорозбірні настінні латунні поліровані для раковин та мийок, марка KB-15, діаметр 15 мм	шт	1.0	136.09	133.30	0.12	2.67	30.0 км
					136	133	-	3	
43	C111-1639	Круги армовані абразивні зачисні, діаметр 180x6 мм	шт	6.964095	75.61	73.87	0.26	1.48	30.0 км
					527	514	2	10	
44	C111-1638	Круги армовані абразивні відрізні, діаметр 180x3 мм	шт	8.6031	48.54	47.46	0.13	0.95	30.0 км
					418	408	1	8	
45	C111-1861	Ланцюг-ланка спільна, 37 мм	т	0.011	105 155.97	102 747.79	346.30	2 061.88	30.0 км

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
46	C1630-113	Манометри загального призначення з триходовим краном, ОБМ1-100	комплект	2.0	1 157 160.78	1 130 156.69	4 0.94	23 3.15	30.0 км
47	C111-962	Масило, солідол жировий "Ж"	т	0.000435	322 127 045.35	313 123 949.18	2 605.08	6 2 491.09	30.0 км
48	C1545-112	Металеві прокладки	т	0.12695	55 67 199.24	54 65 508.11	- 373.50	1 1 317.63	30.0 км
49	C113-1799	Муфта із внутрішньою різьбою діам. 20x1/2" мм	шт	3.0	8 531 40.37	8 316 39.50	47 0.08	167 0.79	30.0 км
50	C113-1816	Муфта із зовнішньою різьбою діам. 63x2" мм	шт	2.0	121 806.23	119 790.34	- 0.08	2 15.81	30.0 км
51	C113-1793	Муфта діам. 25 мм	шт	1.0	1 612 6.33	1 581 6.13	- 0.08	32 0.12	30.0 км
52	C113-1794	Муфта діам. 32 мм	шт	9.0	6 10.42	6 10.14	- 0.08	- 0.20	30.0 км
53	C113-2276	Муфта до каналізаційних труб із поліпропілену діам. 110 мм	шт	5.0	94 52.16	91 51.06	1 0.08	2 1.02	30.0 км
54	C113-1293	Муфти з поліетилену діам. 110 мм для терморезисторного зварювання ПЕ труб	шт	77.0	261 478.29	255 466.64	- 2.27	5 9.38	30.0 км
55	C113-1280	Муфти з поліетилену діам. 32 мм для ПЕ труб, з'єднання методом "Врозтруб"	шт	1.0	36 828 56.34	35 931 55.09	175 0.15	722 1.10	30.0 км
56	C113-1873	Настінне коліно із внутрішньою різьбою з поліпропілену діам. 25x1/2" мм	шт	17.0	56 80.49	55 78.83	- 0.08	1 1.58	30.0 км
57	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	0.03	1 368 111.34	1 340 108.62	1 0.54	27 2.18	30.0 км
58	C1545-159	Очіс льняний	т	0.00003	3 70 368.77	3 68 584.07	- 404.92	- 1 379.78	30.0 км
59	C113-1778	Перехід редукційний /редукція/ діам. 32x25 мм	шт	1.0	2 10.99	2 10.54	- 0.23	- 0.22	30.0 км
60	C113-1781	Перехід редукційний /редукція/ діам. 40x32 мм	шт	1.0	11 16.21	11 15.66	- 0.23	- 0.32	30.0 км
61	C113-1782	Перехід редукційний /редукція/ діам. 50x32 мм	шт	3.0	16 23.36	16 22.67	- 0.23	- 0.46	30.0 км
62	C113-1783	Перехід редукційний /редукція/ діам. 50x40 мм	шт	2.0	70 24.30	68 23.59	1 0.23	1 0.48	30.0 км
63	C113-1849	Перехідник /внутрішня різьба/ діам. 20x1/2" мм	шт	1.0	49 51.62	47 50.53	- 0.08	1 1.01	30.0 км
64	C113-1853	Перехідник /внутрішня різьба/ діам. 32x1" мм	шт	5.0	52 199.48	51 195.49	- 0.08	1 3.91	30.0 км
					997	977	-	20	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
65	C113-1839	Перехідник /зовнішня різьба/ діам. 20x1/2" мм	шт	2.0	65.71	64.34	0.08	1.29	30.0 км
					131	129	-	3	
66	C113-1843	Перехідник /зовнішня різьба/ діам. 32x1" мм	шт	7.0	278.30	272.76	0.08	5.46	30.0 км
					1 948	1 909	1	38	
67	C113-2075	Перехідник ред. Н-В, Ду 3/4"x1" мм	шт	1.0	213.68	209.41	0.08	4.19	30.0 км
					214	209	-	4	
68	C1545-176	Підвіс тросовий У2193	100шт	0.1	1 962.56	1 920.24	3.84	38.48	30.0 км
					196	192	-	4	
69	C1421-10634	Пісок природний, рядовий	м3	2.75	797.54	292.22	489.68	15.64	30.0 км
					2 193	804	1 347	43	
70	C111-849	Пластина гумова рулонна вулканізована	кг	3.64	200.93	196.59	0.40	3.94	30.0 км
					731	716	1	14	
71	C111-782	Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8 кг	т	0.233068	58 966.20	57 457.40	352.60	1 156.20	30.0 км
					13 743	13 391	82	269	
72	C1541-64	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 1 мм, діаметр 100 мм	1000шт	0.003	8 357.91	8 180.08	13.95	163.88	30.0 км
					25	25	-	-	
73	C1541-67-2	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 100 мм	1000шт	0.004	95 542.95	93 599.75	69.81	1 873.39	30.0 км
					382	374	-	7	
74	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м3	1.80962	43.28	33.66	8.77	0.85	30.0 км
					78	61	16	2	
75	C113-1122	Рівносторонні трійники з поліетилену діам. 63 мм для зварювання ПЕ труб "Встик"	шт	1.0	208.05	203.21	0.76	4.08	30.0 км
					208	203	1	4	
76	C113-1115	Сідлові трійники з поліетилену діам. 160/63 мм для терморезисторного зварювання ПЕ труб	шт	3.0	1 321.90	1 295.53	0.45	25.92	30.0 км
					3 966	3 887	1	78	
77	C113-2123	Скоба для термічної ізоляції	шт	8.0	3.21	3.07	0.08	0.06	30.0 км
					26	25	1	-	
78	C1545-248	Скоби будівельні	кг	50.92	182.88	178.91	0.38	3.59	30.0 км
					9 312	9 110	19	183	
79	C1545-101	Стрічка монтажна ЛМ	100м	0.22	379.44	371.56	0.44	7.44	30.0 км
					83	82	-	2	
80	C113-1739	Трійник із поліпропілену діам. 32 мм	шт	1.0	25.37	24.79	0.08	0.50	30.0 км
					25	25	-	1	
81	C113-1745	Трійник редукційний із поліпропілену діам. 25x16 мм	шт	1.0	13.20	12.86	0.08	0.26	30.0 км
					13	13	-	-	
82	C113-2257	Трійники каналізаційні 45 град. із поліпропілену діам. 110x110 мм	шт	3.0	111.44	109.17	0.08	2.19	30.0 км
					334	328	-	7	
83	C113-2256	Трійники каналізаційні 45 град. із поліпропілену діам. 110x50 мм	шт	3.0	81.29	79.62	0.08	1.59	30.0 км
					244	239	-	5	
84	C113-2266	Трійники каналізаційні 90 град. із поліпропілену діам. 110x110 мм	шт	2.0	111.44	109.17	0.08	2.19	30.0 км



1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
85	C113-2265	Трійники каналізаційні 90 град. із поліпропілену діам. 110x50 мм	шт	4.0	223 75.43	218 73.87	- 0.08	4 1.48	30.0 км
86	C1528-5	Труби електрозварні з корозійностійкої сталі, зовнішній діаметр 25 мм, товщина стінки 2,0 мм	10м	1.4	302 4 258.18	295 4 171.58	- 3.11	6 83.49	30.0 км
87	C1528-13	Труби електрозварні з корозійностійкої сталі, зовнішній діаметр 57 мм, товщина стінки 2 мм	10м	1.8	5 961 8 125.17	5 840 7 958.39	4 7.46	117 159.32	30.0 км
88	C113-1451	Труби зовнішньої каналізації ПВХ діаметром 110x3,2 мм	м	26.4	14 625 191.53	14 325 185.50	13 2.27	287 3.76	30.0 км
89	C113-1383	Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 100 SDR-17(1,0 МПа), зовнішній діаметр 160x9,5 мм	м	24.0	5 056 606.95	4 897 591.59	60 3.46	99 11.90	30.0 км
90	C113-1389	Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 100 SDR-17(1,0 МПа), зовнішній діаметр 315x18,7 мм	м	3.0	14 567 2 694.45	14 198 2 628.91	83 12.71	286 52.83	30.0 км
91	C113-1391	Труби поліетиленові для подачі холодної води PE 100 SDR-17(1,0 МПа), зовнішній діаметр 400x23,7 мм	м	39.0	8 083 3 869.33	7 887 3 773.04	38 20.42	158 75.87	30.0 км
92	C113-1676	Труби поліпропіленові PN 10 для холодної води діам. 40x3,7 мм	м	1.0	150 904 136.78	147 149 133.77	796 0.33	2 959 2.68	30.0 км
93	C113-1677	Труби поліпропіленові PN 10 для холодної води діам. 50x4,6 мм	м	1.5	137 193.92	134 189.61	- 0.51	3 3.80	30.0 км
94	C113-1682	Труби поліпропіленові PN 16 для теплої і холодної води діам. 25x3,5 мм	м	27.0	291 58.09	284 56.80	1 0.15	6 1.14	30.0 км
95	C113-1683	Труби поліпропіленові PN 16 для теплої і холодної води діам. 32x4,4 мм	м	133.5	1 568 96.40	1 534 94.28	4 0.23	31 1.89	30.0 км
96	C113-1686	Труби поліпропіленові PN 16 для теплої і холодної води діам. 63x8,6 мм	м	24.0	12 869 410.51	12 586 401.70	31 0.76	252 8.05	30.0 км
97	C113-203	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 325 мм, товщина стінки 7 мм	м	4.0	9 852 2 506.09	9 641 2 472.31	18 15.12	193 18.66	30.0 км
98	C113-139	Труби сталеві електрозварні прямошовні із сталі марки 20, зовнішній діаметр 57 мм, товщина стінки 3,5 мм	м	1.0	10 024 294.61	9 889 291.15	60 1.27	75 2.19	30.0 км
99	C113-221	Труби сталеві електрозварні прямошовні та спіральшовні з опором розриву не менше 38 кгс/мм <sup>2</sup> , зовнішній діаметр 426 мм, товщина стінки 10 мм	м	19.0	295 5 200.24	291 5 133.17	1 28.36	2 38.71	30.0 км
100	C113-220	Труби сталеві електрозварні прямошовні та спіральшовні з опором розриву не менше 38 кгс/мм <sup>2</sup> , зовнішній діаметр 426 мм, товщина стінки 9 мм	м	12.0	98 805 4 780.87	97 530 4 719.78	539 25.50	735 35.59	30.0 км
101	C113-230	Труби сталеві електрозварні прямошовні та спіральшовні з опором розриву не менше 38 кгс/мм <sup>2</sup> , зовнішній діаметр 530 мм, товщина стінки 10 мм	м	1.0	57 370 9 321.63	56 637 9 213.13	306 39.11	427 69.39	30.0 км
					9 322	9 213	39	69	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
102	C1533-87	Фланці з вуглецевої сталі ВСт3сп2,3 плоскі приварні із з'єднувальним виступом, Ру 1,6 МПа [16 кгс/см <sup>2</sup> ], діаметр умовного проходу 150 мм	шт	34.0	903.61	883.16	2.73	17.72	30.0 км
					30 723	30 027	93	602	
103	C113-1885	Хомут із шурупом діам. 75 мм	шт	179.0	63.27	61.95	0.08	1.24	30.0 км
					11 325	11 089	14	222	
104	C115-71	Шпали дерев'яні непросочені, І тип, довжина 2,75 м, для залізниці широкої колії	шт	11.65	434.12	397.40	28.21	8.51	30.0 км
					5 057	4 630	329	99	
105	C115-115	Шпали просочені для заліниць широкої колії, обрізні та необрізні хвойні [крім модрини], тип ІІ	шт	16.7	806.87	760.17	30.88	15.82	30.0 км
					13 475	12 695	516	264	
		Разом:	грн.	-	17 219 936	16 859 762	24 677	335 497	

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 17 грудня 2023 р.

\* Відмічені ресурси, ціну на які змінено.

Склав

Ніазов

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Паливода

\_\_\_\_\_ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]