

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

ННЦ «Мости і тунелі»

(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

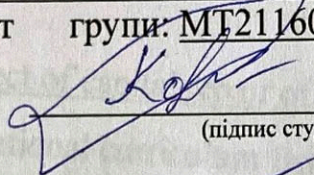
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи

ОС «бакалавр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Проект капітального ремонту залізобетонного мосту
за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі»
зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

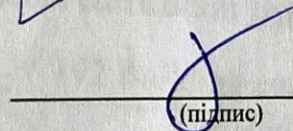
Виконав: студент групи: МТ21160


(підпис студента)

/ Олексій КОВАЛЬ /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

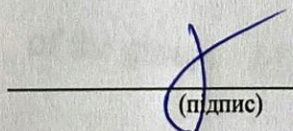
Керівник:


(підпис)

/ ст. викл. Павло
ОВЧИННИКОВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

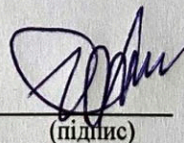
/ ст. викл. Павло
ОВЧИННИКОВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях

(назва розділу)

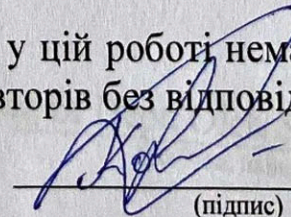

(підпис)

/ зав. каф. Олег САБЛІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

ЗАЯВА

Я, Коваль Олексія Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

студента(ки) групи МГ20160 факультет «БАІ»

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код та назва спеціальності)

освітньої програми «Мости і транспортні тунелі»

(назва освітньої програми)

освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр, магістр)

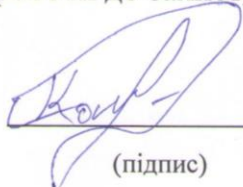
заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

Проект конігального рішення захисного
мосту

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання. Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомлений(а) з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

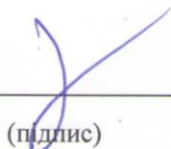
Студент(ка)


(підпис)

Коваль Олексія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Дата 19.06.2023

Керівник ВКР


(підпис)

П.Овчинников
(прізвище, ім'я, по батькові)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

ДОВІДКА

про відсутність плагіату у випускній кваліфікаційній роботі

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи (ВКР)
здобувача вищої освіти освітнього ступеня (ОС) «бакалавр»

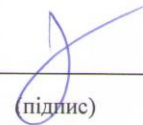
Ковалю Олексія Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Проект капітального ремонту залізобетонного
мосту»

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР


(підпис)

Овчинников П. А.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Bridges and tunnels

(faculty/TRC)

"Transport infrastructure"

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

Bachelor

(higher education degree)

on the topic: Project of capital repair of reinforced concrete bridge

according to educational curriculum Bridges and vehicular traffic tunnels

in the Specialization: 192 Building and civil engineering

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: MT2160 / Oleksiy KOVAL/

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Sr. Lect. Pavlo

OVCHYNNYKOV /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Sr. Lect. Pavlo

OVCHYNNYKOV /

(position, name, surname)

Supervisors

Occupational health

and safety in emergencies

(Chapter title heading)

/ Head of Dept. Oleh SABLIN /

(position, name, surname)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура» Кафедра «Транспортна інфраструктура»

Спеціальність 192 « Будівництво та цивільна інженерія »

ОПП « Мости і транспортні тунелі »

«ЗАТВЕРДЖУЮ»:

Завідувач кафедри ТІ

_____ Олексій ТЮТКІН

« » _____ 202 р.

ЗАВДАННЯ

до випускної кваліфікаційної роботи на здобуття ОС «бакалавр»

студента MT21160 _____ Ковалю Олексія Сергійовича _____

(номер групи)

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема ВКР на здобуття ОС «бакалавр» Проект капітального ремонту залізобетонного мосту

затверджена наказом по університету № 157 ст від « 13 » лютого 2023 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи « 12 » червня 2023 р.

3. Вихідні дані до ВКР на здобуття ОС «бакалавр»

Звіт з обстеження існуючого мосту, технічні креслення існуючого мосту, інженерно-геологічні та гідрологічні умови із звітом з відповідних вишукувань.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань до розробки)

Вихідні дані та умови будівництва; Визначення стану мосту; Варіанти капітального ремонту; Розробка варіанту капітального ремонту; організація будівництва

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

___ Вихідні дані _____

___ Варіанти капітального ремонту _____

___ Дефекти споруди _____

___ Розробка варіанту _____

___ Організація будівництва _____

6. Консультанти (з назвами розділів)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу ВКР на здобуття ОС «бакалавр»	Термін виконання розділу ВКР	Примітка (обсяг розділу, %)
1.	Вихідні дані Варіанти капітального ремонту	01.05 - 07.05.2023	30%
2.	Розробка обраного варіанту	22.05 - 28.05.2023	60%
3.	Організація будівництва Оформлення роботи	12.06 - 18.06.2023	100%
4.			

Дата видачі завдання « 17 » квітня 2023 р.

Керівник ВКР

(підпис)

Павло ОВЧИННИКОВ

(Ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Олексій КОВАЛЬ

(Ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота представлена на 67 сторінках та містить 51 рисунок, 5 таблиць, 13 літературних джерел, 1 додатки та 5 креслень.

Об'єкт розробки: ремонт аварійного автодорожнього мосту.

Мета роботи: визначення оптимального варіанту ремонту та розробка визначеного варіанту.

У бакалаврській роботі виконано проєкт капітального ремонту залізобетонного мосту. В рамках роботи було розроблено 3 варіанти капітального ремонту мосту. Перший варіант це ремонт та підсилення прогонової будови мосту. Другий варіант це заміна арки на балкову прогонову будову. Третій варіант це заміна арки на сталезалізобетонну прогонову будову.

Було виконано техніко-економічне порівняння варіантів реконструкції мосту, та обрано оптимальний варіант ремонту мосту. Далі для обраного варіанту було виконано розрахунки перевірок несучої здатності.

Ключові слова: мости, залізобетонні мости, капітальний ремонт, прогонова будова, організація робіт, охорона праці.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ВИХІДНІ ДАНІ	8
1.1 Загальні дані.....	8
1.2. Прогонова будова.....	10
1.3 Опори.....	11
РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ.....	15
2.1 Прогонові будови	15
2.2 Опори.....	20
2.3 Мостове полотну	22
2.4 Підходи, регуляційні споруди та підмостовій зоні.....	24
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МОСТУ.....	28
3.1 Варіант 1	28
3.2 Варіант 2.....	32
3.3 Варіант 3	35
3.4 Порівняння варіантів.....	38
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ	39
4.1 Визначення зусиль в прогоновій будові	40
4.2 Загальний висновок.....	47
РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА МОСТУ.....	48
5.1 Відновлення бетонної поверхні. Вимоги до бетонної основи.....	48
5.2 Підготовка бетонної поверхні до ремонту	48
5.3 Захист арматурних стержнів	49
5.4 Порядок відновлення асфальтобетонного покриття мосту	51
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	54
6.1 Дії працівників у аварійній ситуації.....	54
ВИСНОВОК.....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58

ВСТУП

Мости складають лише невелику частину загальної протяжності шляхів сполучення, але мають значний вплив на функціонування доріг. Це пояснюється тим, що мости є вузловими точками для транспортних потоків. Проте забезпечення надійної та довговічної роботи мостів є набагато складнішою задачею, ніж для доріг самого шляху. Це пояснюється тим, що мости є складнішими інженерними спорудами та піддаються більш різноманітним навантаженням, таким як динамічне навантаження від тимчасових навантажень, вплив вітру, навантаження від гальмування та прискорення транспортних засобів, льодовий тиск, навал суден, а також вплив сейсмічних подій в сейсмічно активних районах. За результатами реальних оглядів мостів, найпоширенішими дефектами у несучих конструкціях є наступні: пошкодження захисних покриттів та корозія металу в металевих мостах, відколи, тріщини та раковини в бетоні, корозія арматури та карбонізація захисного шару бетону. Фактичний термін експлуатації залізобетонних мостових конструкцій становить 25-30 років, після чого потрібний дорогий ремонт. У зв'язку з цим існує потреба у використанні не лише новітніх методів утримання автомобільних мостів, але й у використанні новітніх методів та технологій проектування та будівництва нових мостових конструкцій для зниження вартості їх будівництва, утримання та ремонту. Особлива увага має бути приділена несучим конструкціям, оскільки вони найбільш піддаються навантаженням та негативним факторам, і тому виходять з ладу швидше і частіше, ніж інші елементи мостових конструкцій.

РОЗДІЛ 1 ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Загальні дані

Міст розташований на одній із центральних алей Центрального міського дитячого парку Лазаря Глоби у м. Дніпро і слугує для пропуску пішохідного руху через парковий ставок. Раніше по мосту здійснювався і рух автотранспорту. В якому році рух автотранспорту було відмінено встановити не вдалося. На сьогодні по мосту відбувається тільки пішохідний рух.

За даними технічного паспорту № 33 на штучну споруду, складеного РПІ «Укркомунремдорпроект» у 1981 р., міст побудовано у 1930-1934 рр., а за даними звіту про обстеження, виконаного цією ж організацією у 1991 року, міст побудовано у 1926 році спеціалізованою мостобудівною організацією «УКРУМТ» за проектом її керівника А. А. Гармаша. За відсутності технічної документації на міст, на сьогодні встановити точну дату його будівництва не вдалося.

Міст побудовано за однопрогоновою схемою $1 \times 24,80$ м із монолітним арковим зведенням і масивними опорами просторової конфігурації. Повна довжина мостової споруди – 37,0 м. Ширина пішохідної частини – 10,20 м.

Прогонова будова представляє собою монолітну залізобетонну безшарнірну арку із жорстким закріпленням п'ят у опорах. Арка індивідуального проектування. Довжина арки 24,80 м.

В плані міст розташований на прямій ділянці пішохідної алеї. В профілі ділянка мостового переходу розташована на односторонньому ухилі із підвищенням в бік вул. Старокозацької (вул. Комсомольська).

Технічна документація на даний міст представлена технічним паспортом на штучну споруду № 33, складеним РПІ «Укркомунремдорпроект» у 1981 р. (11 сторінок із фотографіями та 2 креслення) та технічним звітом із обстеження, складеним РПІ «Укркомунремдорпроект» у 1991 р. (20 сторінок із фотографіями та розрахунками і одне креслення).

За розрахунками вантажопідйомності, наведеними в звіті про обстеження 1991 р., по мосту дозволяється пропуск нормативного пішохідного навантаження – 400кг/м² та нормативних навантажень Н-10 і 0,5□НГ-60.

У рекомендаціях до звіту із обстеження, наданих РПП«Укркомунремдорпроект» у 1991 р., вказано, що пропуск пішоходів і транспортних одиниць масою до 13 т можливий по усій ширині пішохідної частини мосту. Пропуск транспортних одиниць масою до 30 т можливий в одиничному порядку по осі мосту із швидкістю не більше 10 км/год. На сьогодні рух автомобільного навантаження по мосту не здійснюється.

Загальний вид мосту наведено на рис. 1.1. На вкопійованні із карти м. Дніпропетровська (рис. 1.2) місцезнаходження мосту вказане обведенням.



Рисунок 1.1 – Загальний вид аркового пішохідного мосту в Центральному міському дитячому парку Лазаря Глоби



Рисунок 1.2 – Викопіювання із карти м. Дніпропетровська

1.2. Прогонова будова

Міст має одну аркову прогонову будову індивідуального проектування, виконану із монолітного залізобетонну. Арка безшарнірна із жорстким закріпленням п'ят в опорах. Довжина аркової прогонової будови становить 24,80 м. Стріла підйому арки – 3,0 м. Зведення арки монолітне. Аркова прогонова будова оздоблена штукатуркою і пофарбована в білий колір.

Плита надаркової будови – монолітна, залізобетонна, має висоту 0,32 м і спирається на арку через стійки, що встановлені з кроком 2,24 м.

Дані про клас арматури і бетону прогонової будови і її основних несучих елементів відсутні. На рис. 1.3 показано вид на аркову прогонову будову знизу.



Рисунок 1.3 – Вид на аркову прогонову будову знизу

1.3 Опори

Опори аркового моста (стояни) – масивні, монолітні, не обсипного типу. Мають просторову конструкцію. Висота опор від обрізу фундаменту складає 4,0 м. Ширина поперек мосту – 10,86 м. Довжина вздовж мосту 6,25 м.

В тілі опори влаштовані аркові наскрізні проходи, які дозволяють пропуск пішоходів алеями парку, що проходять вздовж ставка і розташовані в нижній частині мосту (рис. 1.4). По зовнішній поверхні опори мосту мають декоративну розшивку, поштукатурені і пофарбовані в білий колір.



Рисунок 1.4 – Наскрізний прохід в опорі №1

За даними звіту із обстеження 1991 року фундаменти опор (стоянів) – масивні, глибокого закладання. Із опускних колодязів, що спираються на скалу. Із-за відсутності технічної документації підтвердження цієї інформації не знайдено.

1.3.4 Мостове полотно та експлуатаційні облаштування

Ширина пішохідної частини на мосту складає 10,20 м. Покриття асфальтобетонне (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Вид на пішохідну частину аркового мосту в Центральному міському дитячому парку Лазаря Глоби

Водовідвідні трубки не передбачені. Відвід води з мостового полотна здійснюється за допомогою поздовжнього і поперечного ухилів покриття.

Деформаційні шви закритого типу на сьогодні заповнені асфальтобетоном.

Перила – металеві секційні, висотою 100 см. Стійки перил залізобетонні із жорсткою арматурою, в якості жорсткої арматури використані рейки. Поручні перильної огорожі виконані із швелера № 12. В якості перильного заповнення використані металеві прутки квадратного перерізу розміром 15×15 мм (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Вид на перильне огородження на мосту

Освітлення мосту в темний період доби здійснюється за допомогою чотирьох світильників. Світильники встановлені на металеві щогли і розташовані паралельно по два з обох сторін на початку і в кінці прогонової будови.

В якості оглядових пристосувань для прогонової будови проектом були передбачені наскрізні отвори в середині суцільних стійок (в поперечному напрямку) на які спирається надаркова будова. Отвори мають ширину 0,5 м і висоту 0,67 м. На сьогодні отвори в крайніх стійках замуровані, а інші експлуатаційні облаштування для огляду прогонової будови не передбачені.

Вздовж фасаду арки під плитою надаркової будови праворуч по ходу нумерації опор розташовані 5 труб міських комунікацій, ліворуч – 6 труб.

По окресленню арки влаштована металева труба Ø 120 мм із відведенням вниз трубок меншого діаметру. Труба була призначена для імітування водопаду по окресленню арки. На сьогодні знаходиться в неробочому стані.

Підходи до моста, регуляційні споруди, підмостова зона

На підходах до мосту пішохідна алея має асфальтобетонне покриття. Підхід з боку вул. Старокозацької (вул. Комсомольська) розташований на ухилі в бік мосту.

Регуляційні споруди на підходах відсутні.

Зі сторони вул. Старокозацької (вул. Комсомольська) перед стояном № 2 влаштовані водоуловлюючі ніші і зливні колодязі. Ще один оглядовий зливний колодязь влаштований на відкосі конусу насипу праворуч біля стояна № 2. Вода, що уловлюється перед мостом під час зливи, відводиться в ставок через труби влаштовані з обох сторін від стояна.

Укріплення конусу насипу біля стояна № 2 праворуч виконане каменем. Відкоси насипів ліворуч біля стояна № 2 і праворуч біля стояна № 1 укріплені посівом трав.

В підшві конусів насипів біля стоянів № 1 і 2 влаштовані підпірні стінки.

Береги ставка з обох сторін укріплені бетонною стяжкою і відгороджені металевою огорожею.

Інші елементи та споруди

На відстані 14,2 м з боку пр. Дмитра Яворницького (пр. Карла Маркса) знаходиться залізничний тунель ім. Маяковського, що належить Придніпровській залізниці і через нього здійснюється рух потягів дитячої залізниці.

Відразу перед задньою гранню стояна № 1 зліва по ходу нумерації опор влаштовані пішохідні сходи виконані із червоної цегли. Східці укріплені металевими кутиками і поштукатурені. Сходи призначені для спуску пішоходів із рівня верхньої пішохідної алеї на рівень нижньої пішохідної алеї, що проходить вздовж ставка.

На відстані 7,14 м за задньою гранню стояна № 2 влаштований пандус шириною 3,27 м і довжиною 58,5 м.

На відстані 25 м за задньою гранню стояна № 2 ліворуч по відкосу насипувлаштовані сходи для спуску пішоходів на алеї парку.

РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ

2.1 Прогонові будови

При обстеженні аркової прогонової будови не виявлено дефектів, викликаних експлуатаційними навантаженнями. Відсутні силові тріщини як в зведенні арки так і надарковій будові.

Загальним дефектом для аркової прогонової будови 1-2 є лущення і відшаровування штукатурки. Це пов'язано із постійною дією природних умов, таких як вітер, дощ, сніг і ін. та відсутністю ремонтних робіт по відновленню зовнішнього вигляду прогонової будови (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Лущення штукатурки по усій поверхні аркової прогонової будови

При обстеженні прогонової будови виявлені наступні дефекти і пошкодження: поверхні арки спостерігаються окремі ділянки сколювання бетону з оголенням і корозією арматури (рис. 2.2). Причина в корозійних процесах, які відбуваються в бетоні і з часом приводять до руйнування його структури.



Рисунок 2.2 – Сколювання захисного шару бетону на поверхні арки

По поверхні арочного зведення (зверху) в бетоні біля країв утворюються хаотичні тріщини, бетон розколюється і руйнується (рис. 2.3). Причина в корозійних процесах, які відбуваються в бетоні і з часом приводять до руйнування його структури



Рисунок 2.3 – Хаотичні тріщини зверху по поверхні аркового зведення



Рисунок 2.4 – Скупчення сміття і дрантя за стійкою С1

Патьоки замокання знизу на поверхні плити надаркової будови, вилугування цементного каменю і відшаровування штукатурки (рис. 2.6). Причиною є порушення гідроізоляції плити і відсутність асфальтобетонного покриття біля перильного огороження на пішохідній частині. Що приводить до корозії бетону І виду.



Рисунок 2.5 – Патьоки води знизу по поверхні плити та руйнування штукатурки і захисного шару бетону

Між стійками С2 і С3 знизу по поверхні надаркової будови патьоки вилуговування цементного каменю з утворенням сталактитів (рис. 2.7). Причиною є порушення гідроізоляції і просочування води скрізь бетон.



Рисунок 2.6 – Вилуговування цементного каменю знизу по поверхні надаркової будови і утворення сталактитів

Руйнування бетону, оголення і корозія арматури в місці стикування стійки С2 із аркою (рис. 2.8). Причиною є корозія бетону з вилуговуванням цементного каменю і порушенням структури бетону.

Поперечна тріщина в місці примикання плити надаркової будови прогонової будови 1-2 до стояна № 1 (рис. 2.9).

Відшарування захисного шару бетону, патьоки вилуговування і корозія оголеної арматури поряд із місцем примикання плити надаркової будови до стояна (див. рис. 2.9).

Білі і зеленуваті патьоки вилуговування цементного каменю бетону і біологічної корозії знизу по поверхні аркового зведення (праворуч), починаючи від середини арки і до місця обпирання арки на опору № 2 (рис. 2.10). Причина в постійному просочуванні та переливанні води скрізь консоль плити надаркової будови і попаданні її на фасадну поверхню арки та затікання на

аркове зведення. Все це може відбуватися із-за порушення водовідведення за задньою стінкою стояна № 2. Із-за чого на міст попадає велика кількість води і відбувається її просочування і переливання через плиту на аркове зведення.



Рисунок 2.7 – Руйнування бетону в місці стикування стійки С2 із аркою



Рисунок 2.8 – Поперечна тріщина в місці примикання плити надаркової будови прогонової будови до стояна № 1



Рисунок 2.9 – Патьоки вилуговування цементного каменю бетону табіологічна корозія на зведенні арки

10. Точкова корозія по поверхні аркового зведення із декількома місцями оголення і корозії арматури (див. рис. 2.10).

2.2 Опори

При обстеженні опор мосту небезпечних кренів і просядок не виявлено. Загальними дефектами для опор є лущення і відшаровування штукатурки.

Це пов'язано із постійною дією природних умов, таких як вітер, дощ, сніг і ін. та відсутністю ремонтних робіт по відновленню зовнішнього вигляду мосту. Також по поверхні обох опор спостерігаються білі патьоки вилуговування цементного каменю. Що є свідченням корозії бетону I виду, яка відбувається бетоні опор.

При обстеженні опор виявлені наступні дефекти і пошкодження:

По поверхні опори № 1 з боку прогонової будови 1-2 брудні патьоки від води, що постійно просочується крізь розладнаний деформаційний зазор (рис. 2.11). Це явище призводить до корозії бетону I виду із вилуговуванням цементного каменю.



Рисунок 2.10 – Корозія бетону по торцевій поверхні опори №1 (праворуч)

Знизу по поверхні ригеля в середині наскрізного проходу в опорі № 2 по усій довжині відбувається руйнування захисного шару бетону, оголення і корозія поздовжньої робочої арматури (рис. 2.12). Арматура кородувала і зменшилась в діаметрі. Цей процес відбувається із-за порушень у

водовідведенні із пішохідної частини за стояном № 2. Вода із пішохідної частини із-за поганого водовідведення, обходячи стоян з обох боків по відкосу насипу попадає на конструкції стона і арки, постійно замочуючи їх.



Рисунок 2.11 – Руйнування ригеля з корозією арматури в результаті замокання стояна № 2

Із-за постійного замокання ригель в середині наскрізного проходу в опорі № 2 по усій довжині має поздовжню тріщину в місці примикання його до стелі стояна (рис. 2.13).



Рисунок 2.12 – Поздовжня тріщина в місці примикання ригеля до стелі стояна № 2

2.3 Мостове полотну

При обстеженні мостового полотна пішохідної частини виявлені наступні дефекти і пошкодження:

Поперечні тріщини в асфальтобетонному покритті в місцях влаштування деформаційних швів з обох сторін мосту (рис. 2.14).



Рисунок 2.13 – Поперечна тріщина в місці деформаційного шва за стояном № 2

В цегляній огорожі над стояном № 1 в місці влаштування декоративних отворів (внизу огорожі) дві перемички зруйновані і утворився отвір небезпечний для пішоходів на мосту, особливо дітей. Є небезпека випадання малих дітей через отвір на нижню алею (рис. 2.15).



Рисунок 2.14 – Зруйноване декоративне заповнення цегляної огорожі на стояні № 1

Штукатурка на цегляній огорожі над стоянами руйнується і оголена цегла вивірюється (див. рис. 2.15).

Асфальтобетон на пішохідній частині мосту має зернисту структуру і недостатню товщину. Біля перильного огороження з обох сторін мосту асфальтобетонне покриття відсутнє (рис. 2.16). На відкритій поверхні плити відсутня гідроізоляція.



Рисунок 2.15 – Зернистий і відсутній біля перильної огорожі асфальтобетон

Руйнування залізобетонних стовпчиків перильної огорожі і корозія металевих поручнів і перильного заповнення (рис. 2.17).

Руйнування кладки залізобетонної огорожі на стоянці № 2 (ліворуч) по ходу нумерування опор (рис. 2.18).



Рисунок 2.16 – Руйнування стовпчика перильного огороження

2.4 Підходи, регуляційні споруди та підмостовій зоні

Підходи до пішохідного мосту з обох боків мають ухил в бік мосту. На підході з боку пр. Дмитра Яворницького (пр. Карла Маркса) водовідвідні споруди відсутні. Тому вода прямує на міст та в обхід стоянка № 1 через насип

до ставка. В цьому місці праворуч по ходу нумерування опор підмите і зміщене з місця металеве перильне огородження



Рисунок 2.17 – Зруйновані всередині і засипані сміттям водовідвідні канали за стояном №2

За мостом з боку вул. Старокозацької (вул. Комсомольська) асфальтобетонне покриття на підходах має тріщинуватий характер (див. рис. 2.14).

Конус насипу праворуч стояна № 2 має зруйноване кам'яне укріплення (рис. 2.21).



Рисунок 2.18 – Зруйноване кам'яне укріплення конусу насипу праворуч стояна № 2

На конусах насипів з обох сторін мосту ростуть дерева, які своїм

корінням руйнують насипи і їх укріплення (див. рис. 2.18). На конусі насипу праворуч стояна № 1 дерево знаходиться впритул до бокової стінки стояна, що є небезпечним і якщо не буде усунене, то приведе до руйнування не тільки конусу насипу і підпірної стінки а і бокової стінки стояна (рис. 2.19).



Рисунок 2.19 – Дерево на конусі насипу праворуч стояна № 1

На конусах насипів з обох сторін від мосту знаходяться не демонтовані залізобетонні опори, що раніше були влаштовані під стовпи для освітлення мосту. Опори руйнуються і сприяють руйнуванню конусів (рис. 2.20).



Рисунок 2.20 – Деревя і не демонтована залізобетонна опора на конусі насипу праворуч стояна № 1

В підшві конусів насипів влаштовані підпірні стінки виконані із червоної цегли. Усі стінки мають небезпечний нахил, а їх цегляна кладка руйнується (рис. 2.24 і 2.25).

При обстеженні сходів, що влаштовані ліворуч перед стояном № 1, встановлено що на сьогодні вони не придатні до експлуатації. Мають зруйновані сходинки до 80 %. Руйнується цегляна огорожа (рис. 2.26).



Рисунок 2.21 – Небезпечний нахил і руйнування підпірної стінки праворуч стояна № 2



Рис. 2.22 Руйнування сходинок пішохідних сходів і їх огорожі

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МОСТУ

3.1 Варіант 1

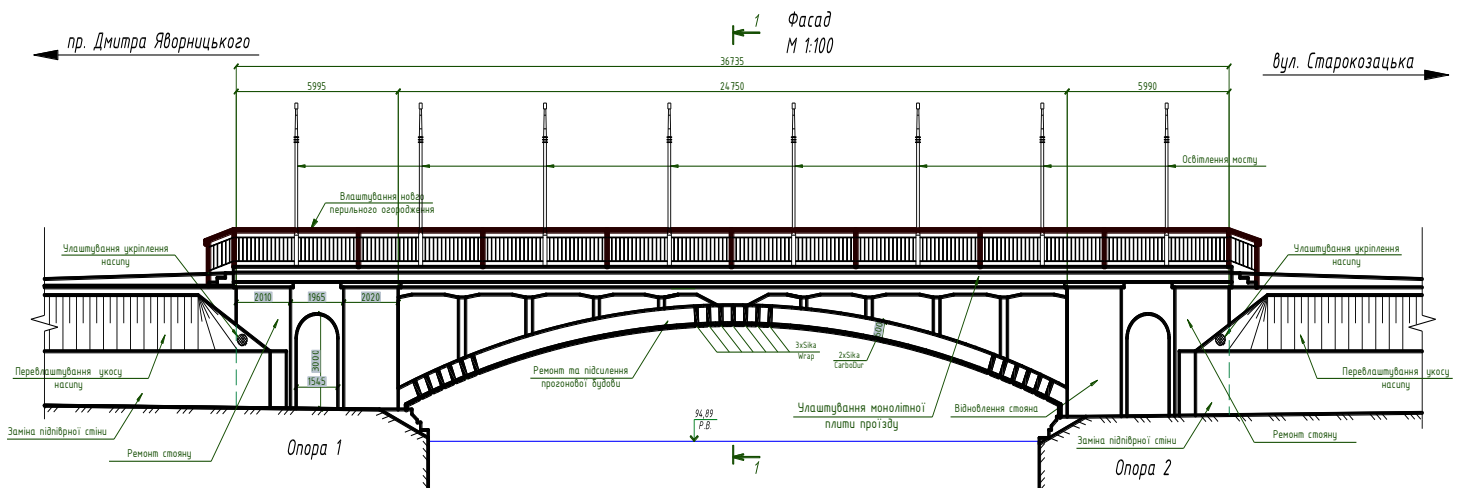


Рисунок 3.1 – Схема варіанта №1

Варіант №1- У цьому варіанті ремонту залізобетонного мосту передбачається відновлення рух автотранспорту для цього потрібно відновити та підсилити прогонову будову, улаштувати монолітну плиту. Також потрібно відновити міст за сучасними нормами.

- Ремонт аркової прогонової будови та підсилення її за допомогою наклеювання стрічок сіка.
- Ремонт стоянів мосту
- Пофарбувати арочну прогонову будову і опори захисною фарбою.
- Замінити металеве перильне огороження і огорожу із цегли на мосту
- Відновити гідроізоляцію поверхні плит надаркової будови відповідно до вимог сучасних нормативних документів.
- Улаштувати монолітну плиту
- Влаштувати відведення води з мосту відповідно до вимог

сучасних нормативних документів

- Влаштувати нове асфальтобетонне покриття.
- Влаштувати освітлення відповідно до вимог сучасних нормативних документів.
- Вирубати дерева на відкосах насипів біля стоянів і демонтувати старі залізобетонні опори під освітлення.
- Демонтувати усі підпірні стінки біля стоянів № 1 і 2 та побудувати нові, відповідно до вимог сучасних нормативних документів
- Спланувати відкоси конусів насипів і укріпити їх кріпленням, що відповідає сучасним нормативним документам.

Визначення вартості робіт варіанту №1 наведено в таблиці 1

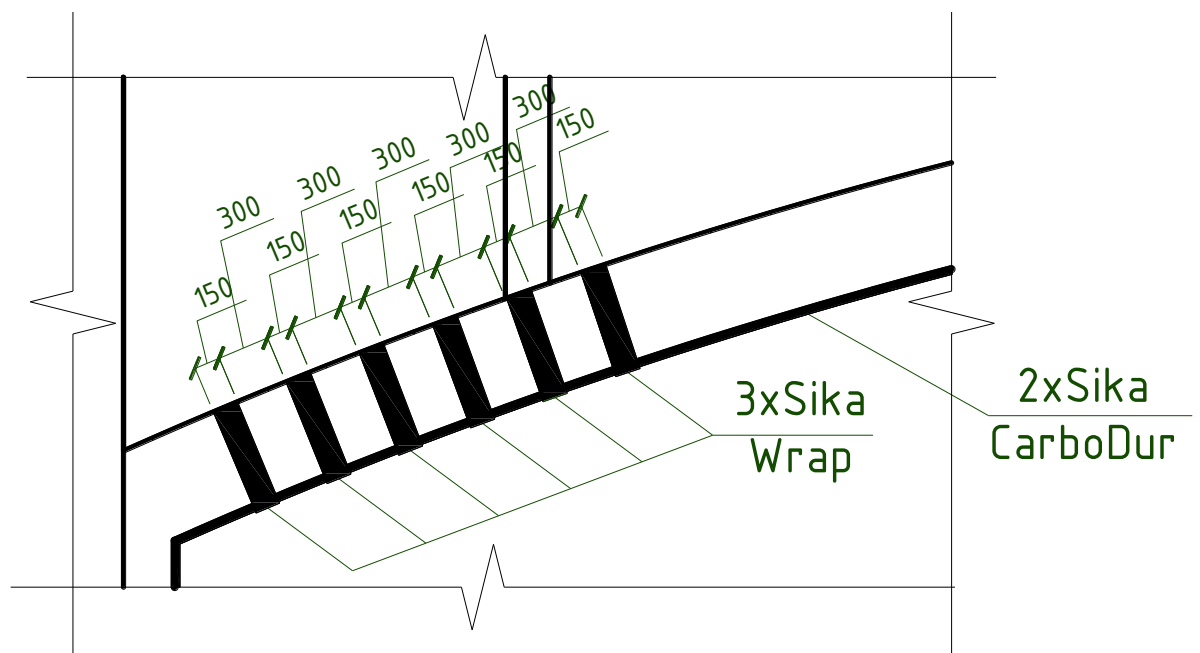


Рисунок 3.2 – Схема посилення прогонової будови стрічками sika

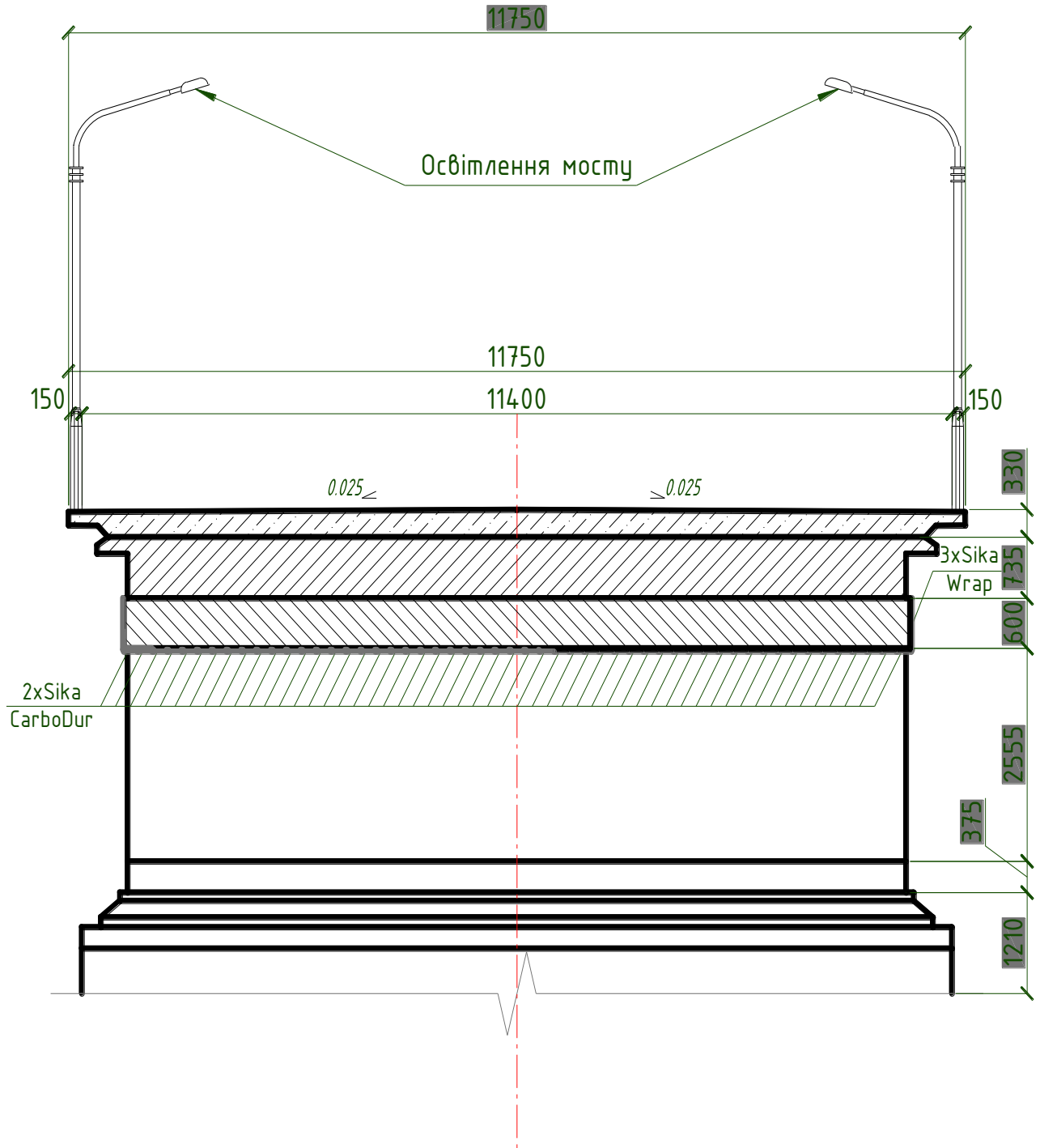


Рисунок 3.3 – Поперечний переріз мосту

Таблиця 3.1 – Визначення вартості варіанту №1

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
		1. Основні роботи 1 варіант			
1	Демонтаж старого мостового полотна	100 м ²	5.19	4060	21071.4
2	Демонтаж старих деформаційних швів	м ³	0.8	2500	5250
3	Ремонт та посилення прогонових будова	м ²	399.1	3500	1 39 6850
4	Фарбування арки	м ²	399.1	250	99 775
5	Ремонт сотояни	м ²	284.16	500	142 080
6	монолітнаа залізобетонна плити.	м ³	132.22	5000	661 100
7	Укладка нового полотна автодороги	м ²	220.5	1000	220 500
8	Установка освітлення мосту	шт	16	15000	240 000
9	Установка перильного огородження	м.п.	74.5	4000	298 000
всього					3078426.4

3.2 Варіант 2

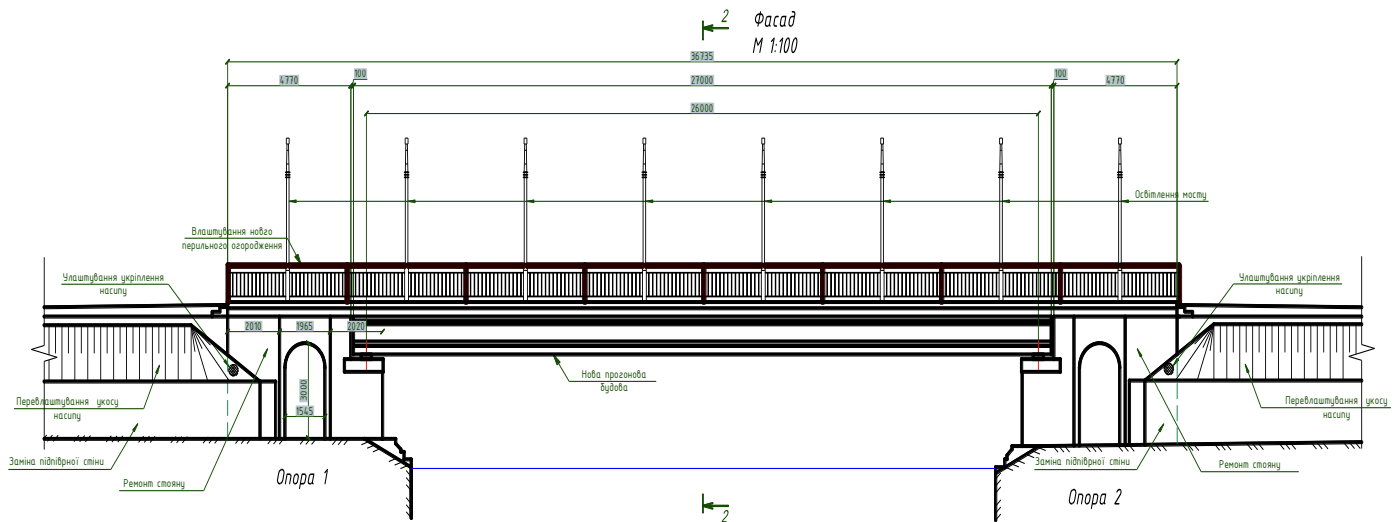


Рисунок 3.4 – Схема варіанта №1

Варіант №2- У цьому варіанті ремонту залізобетонного мосту передбачається заміну аркової прогонової будову на нову з попередньо напруженими залізобетонними балками довжиною до 27 м з висотою перерізу 1.2 м, улаштувати монолітну плиту. Також потрібно відновити міст за сучасними нормами.

- Заміна арки на балкову прогонову будову
- Ремонт стоянів мосту
- Перевлаштування стояну під балкову прогонову будову
- Замінити металеве перильне огороження і огорожу із цегли на мосту
- Улаштувати монолітну плиту
- Влаштувати нове асфальтобетонне покриття частини.
- Влаштувати відведення води з мосту відповідно до вимог сучасних нормативних документів
- Влаштувати освітлення відповідно до вимог сучасних нормативних документів.

- Вирубати дерева на відкосах насипів біля стоянів і демонтувати старі залізобетонні опори під освітлення.
- Демонтувати усі підпірні стінки біля стоянів № 1 і 2 та побудувати нові, відповідно до вимог сучасних нормативних документів
- Спланувати відкоси конусів насипів і укріпити їх кріпленням, що відповідає сучасним нормативним документам.

Визначення вартості робіт варіанту №2 наведено в таблиці 3.2

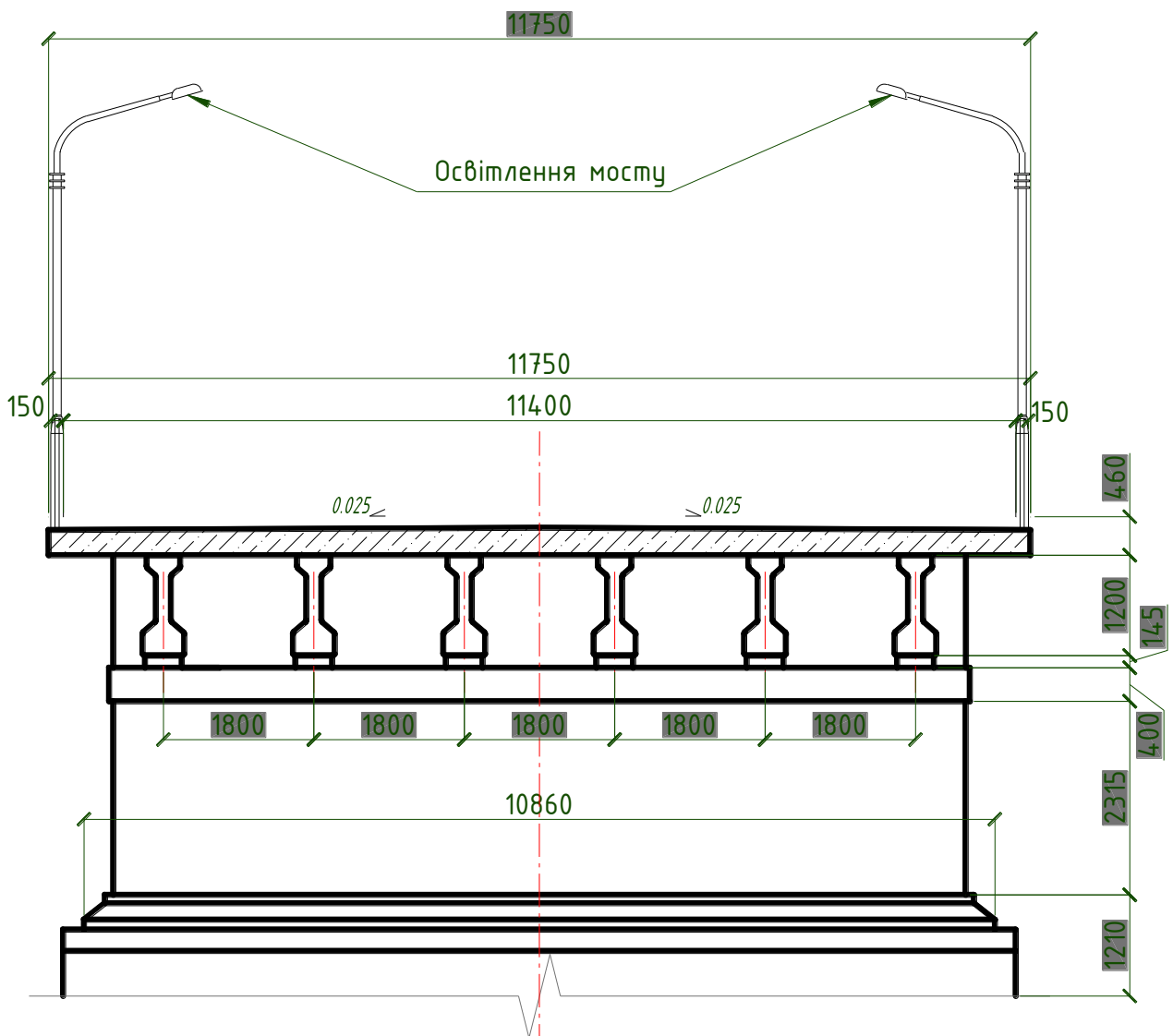


Рисунок 3.5 – Поперечний переріз мосту

Таблиця 3.2 – Визначення вартості варіанту №2

2	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
		1. Основні роботи 2 варіант			
1	Демонтаж старого мостового полотна	100 м ²	5.19	4060	21 071.4
2	Демонтаж старих деформаційних швів	м ³	0.8	2500	2000
3	Демонтаж аркової прогонової будови	м ³	289.37	2500	723 425
4	Ремонт соотояни	м ²	284.16	500	142 080
5	Перевлаштування стояну під балкову прогонову будову	м ³	45.69	5000	228 450
6	Балки залізобитонні 27 м	шт	6	291 600	1 749 600
7	Опорні частини	шт	12	1150	13 800
8	монолітнаа залізобетонна плити.	м ³	132.22	5000	661 100
9	Укладка нового полотна автодороги	м ²	220.5	1000	220 500
10	Установка освітлення мосту	шт	16	15000	240 000
11	Установка перильного огороження	м.п.	74.5	4000	298 000
всього					4 300 025.4

3.3 Варіант 3

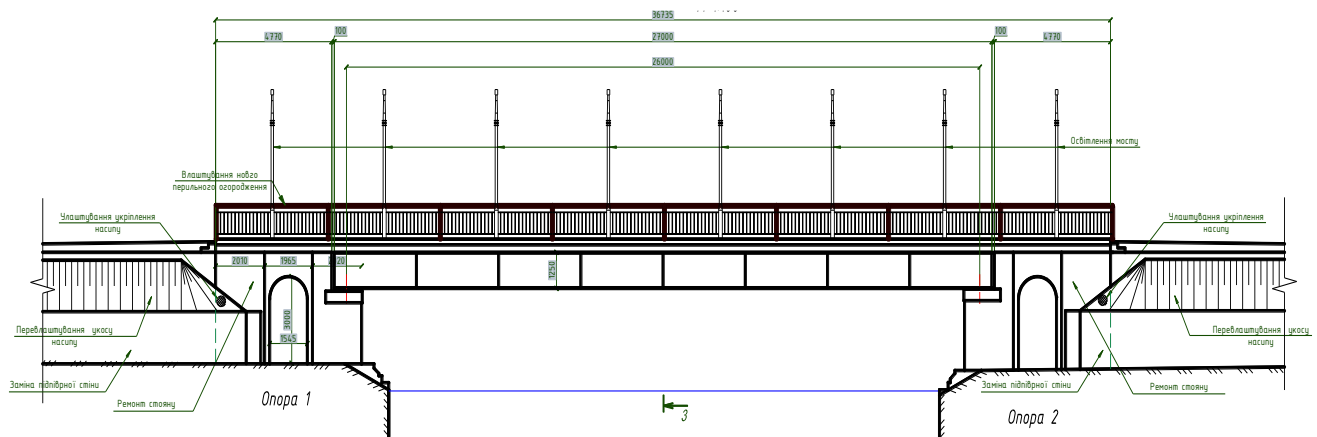


Рисунок 3.6 – Схема варіанта №2

Варіант №3- У цьому варіанті ремонту залізобетонного мосту передбачається заміну аркової прогонової будови на нову сталезалізобетонну прогонову будову довжиною до 27 м з висотою перерізу 1.25 м улаштувати монолітну плиту. Також потрібно відновити міст за сучасними нормами.

- Заміна арки на балкову прогонову будову
- Ремонт стоянів мосту
- Перевлаштування стояну під балкову прогонову будову
- Замінити металеве перильне огороження і огорожу із цегли на мосту
- Улаштувати монолітну плиту.
- Влаштувати нове асфальтобетонне покриття.
- Влаштувати відведення води з мосту відповідно до вимог сучасних нормативних документів
- Влаштувати освітлення відповідно до вимог сучасних нормативних документів.
- Вирубати дерева на відкосах насипів біля стоянів і демонтувати старі залізобетонні опори під освітлення.
- Демонтувати усі підпирні стінки біля стоянів № 1 і 2 та побудувати нові, відповідно до вимог сучасних нормативних документів

- Спланувати відкоси конусів насипів і укріпити їх кріпленням, що відповідає сучасним нормативним документам.

\Визначення вартості робіт варіанту №3 наведено в таблиці 3.2

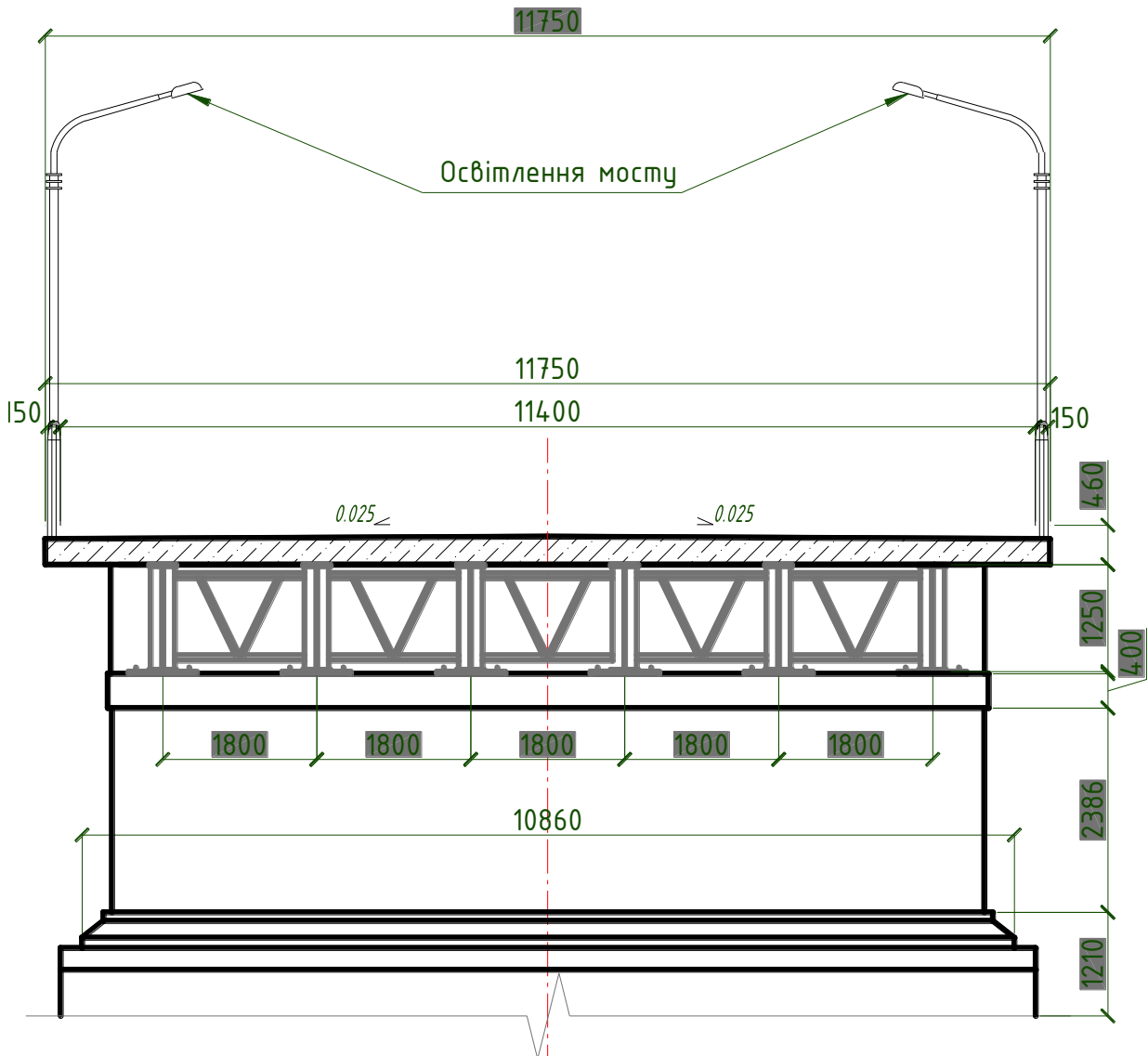


Рисунок 3.7 – Поперечний переріз мосту

Таблиця 3.3 – Визначення вартості варіанту №3

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
		1. Основні роботи 3 варіант			
1	Демонтаж старого мостового полотна	100 м ²	5.19	4060	21 071.4
2	Демонтаж старих деформаційних швів	м ³	0.8	2500	2000
3	Демонтаж аркової прогонової будови	м ³	289.37	2500	723 425
4	Ремонт соотояни	м ²	284.16	500	142 080
5	Перевлаштування стояну під балкову прогонову будову	м ³	45.69	5000	228 450
6	Металеві балки 27 м	т	47.25	50 000	2 362 500
7	Опорні частини	шт	10	1150	11 150
8	монолітнаа залізобетонна плити.	м ³	132.22	5000	661 100
9	Укладка нового полотна автодороги	м ²	220.5	1000	220 500
10	Установка освітлення мосту	шт	16	15000	240 000
11	Установка перильного огороження	м.п.	74.5	4000	298 000
всього					4 910 276.4

3.4 Порівняння варіантів

Таблиця 3.4 – Техніко-економічне порівняння

№ 3/п	Найменування	Од. Вим.	Об'єм		
			Варіант№1	Варіант№2	Варіант№3
1	Схема мосту	м	27	27	27
2	Вартість метеріалів	грн	3078426.4	4 300 025.4	4 910 276.4
3	Вартість одного ПМ	грн	114 015.79	159 260.2	181862.0

Висновок

Зробивши техніко-економічне порівняння варіантів бачимо, що найбільше вигідний з точки зору вартості матеріалів є перший варіант. Для подальшого розрахунку бермо перший варіант.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ

Аркову прогонову будову розраховано програмно-аналітичним способом: для отримання зусиль було використано програму Ліра, а перевірки за граничними станами виконані у програмі Маткад.

Розрахункову модель (рис. 4.1) створено за допомогою розбивки та заповнення головних окреслюючих контурів арки чотирикутними пластинчастими елементами зі сторонами 20 см. Закріплення моделі жорстке з двох кінців прогону у плиті та п'ятах склепіння арки.

Отримання зусиль виконувалось за двома схемами завантаження розрахункової моделі: комбінація пішохідного навантаження із одиничним візком АК (рис. 4.2) та виключно пішохідним розподіленим на весь міст (рис. 4.3). Власна вага прогону автоматично розрахована та прийнята у двох схемах розрахунку програмою із коефіцієнтом запасу 1,25.

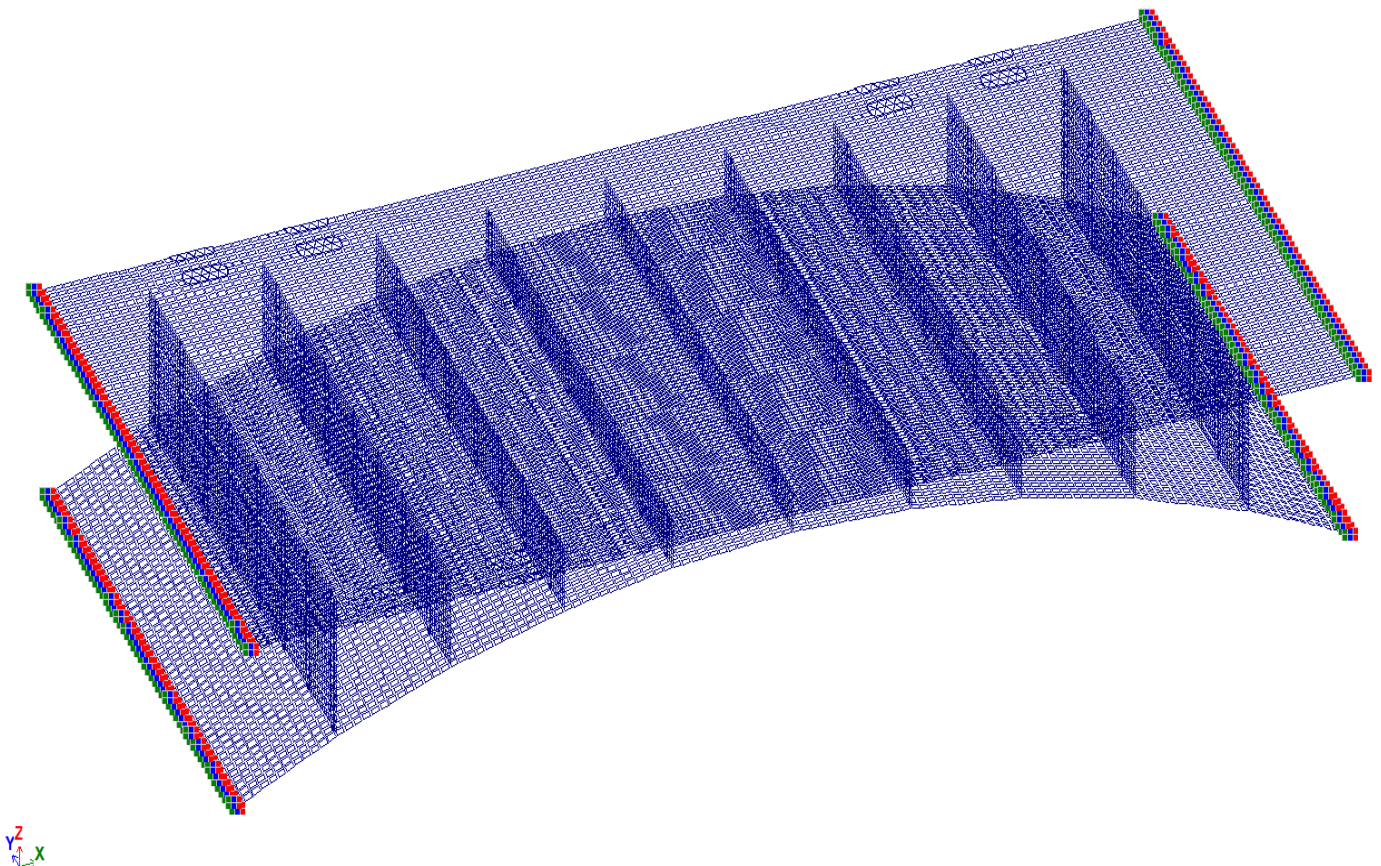


Рисунок 4.1 – Розрахункова модель аркової прогонової будови

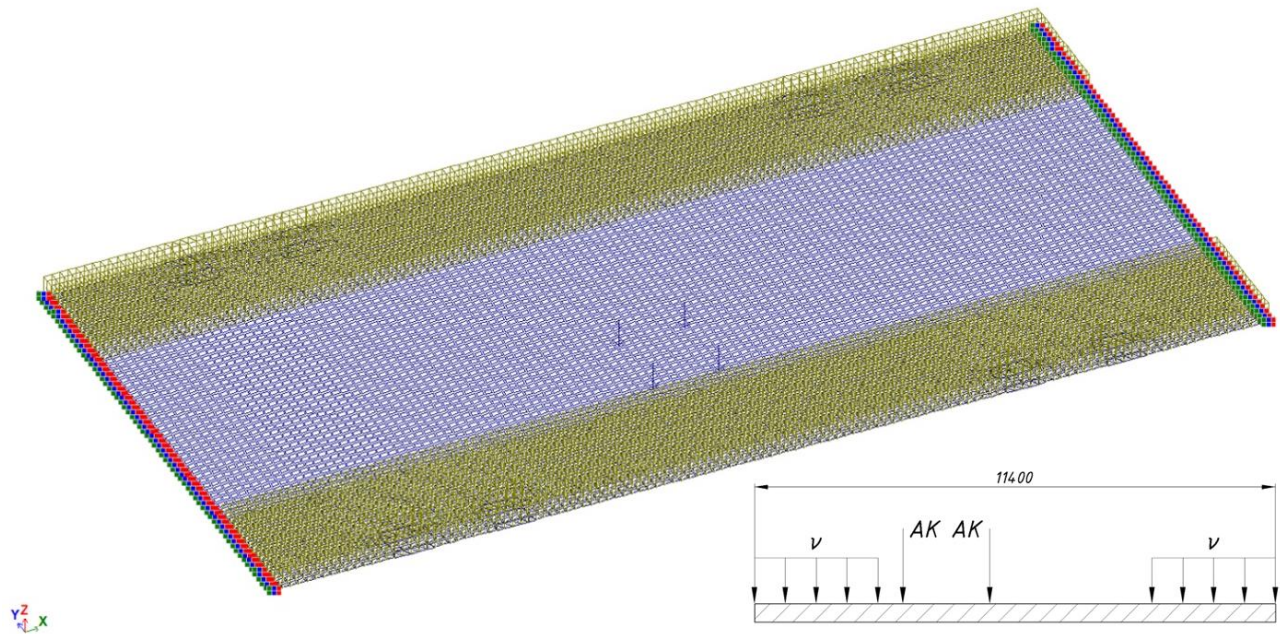


Рисунок 4.2 – Розрахункова модель за першою схемою завантаження – АК+П.
Арка та власна вага умовно не показано

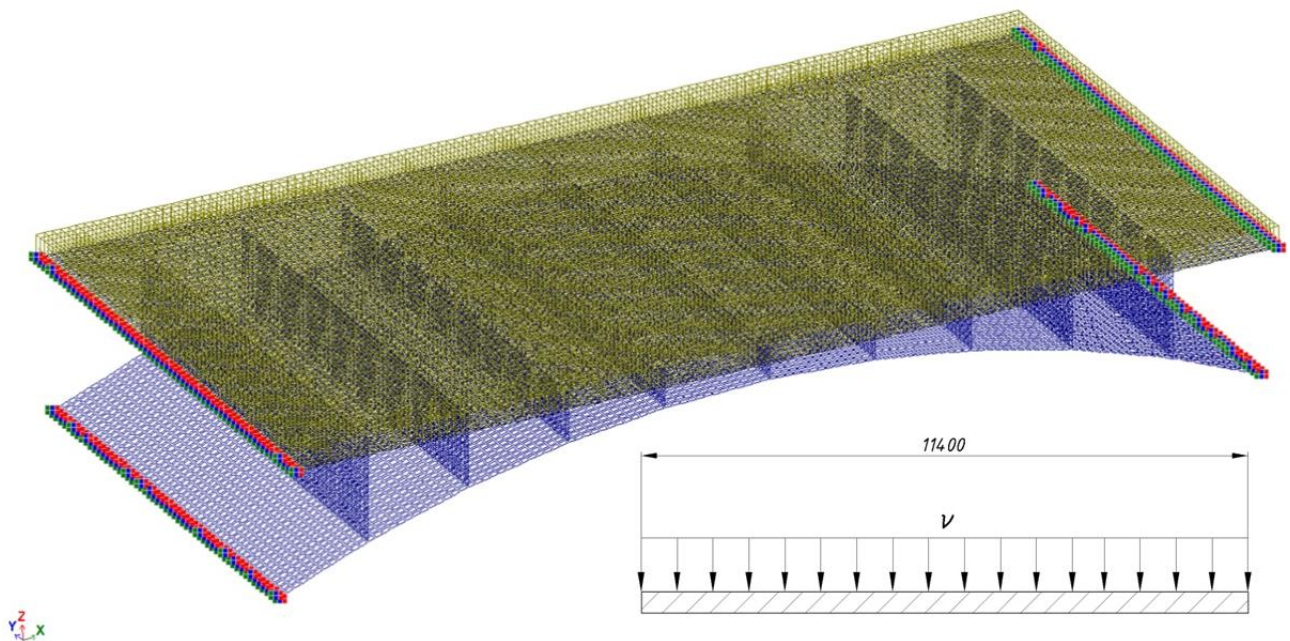


Рис. 3.3 – Розрахункова модель за другою схемою завантаження – П. Власну вагу умовно не показано

4.1 Визначення зусиль в прогоновій будові

Для аналітичних перевірок за граничними станами було отримано значення необхідних зусиль в плиті, стійці арки та у склепінні арки. Усі значення для подальшого розрахунку винесені у таблицю 4.1.

Перевірка перерізу арки виконувалась у місці максимальної руйнації бетону – приблизно 1/8 прогону, а саме на відстані 3,2 метри від місця спирання

склепіння біля другої стійки (рис. 4.4). Отримані результати зусиль показано на рисунках 4.5–4.11.

Перевірки плити виконувались в місцях максимальних згинальних моментів, а саме на приопорних ділянках прогону. Виконано перевірки плити на міцність та тріщиностійкість. Визначені зусилля максимальними виявилися за першою схемою (АК+П) зображені на рисунку 4.12.

Перевірки для стійки виконувалось для стійки із максимальним згинальним моментом – для стійки №3 відносно початку ординат моделі (рис. 4.13). Визначені зусилля максимальними виявилися за першою схемою (АК+П) зображені на рисунках 4.14-4.18.

Таблиця 4.1 – Значення зусиль в елементах аркової прогонової будови за варіаціями завантаження

№	Назва елемента	№ схеми навантаження	Комбінації навантаження	N_x , кН/м ²	M_x , (кН·м)/м
1	Пояс арки	Схема 1 – АК+П	Повне навантаження	2630	72,7
2			Власна вага	2470	65,2
3			Тимчасове навантаження	160	7,5
4		Схема 2 – П	Повне навантаження	2570	83,6
5			Власна вага	2470	65,2
6			Тимчасове навантаження	100	18,4
7	Плита	Максимальні значення – за схемою 1 – АК+П	Повне навантаження	Стискальні – 758, розтягуючі – 580	У верхній грані – 63,4, у нижній – 92,9
8	Стійка арки	Максимальні значення – за схемою 1 – АК+П	Повне навантаження	680	76,6
9			Власна вага	540	67
10			Тимчасове навантаження	140	9,6

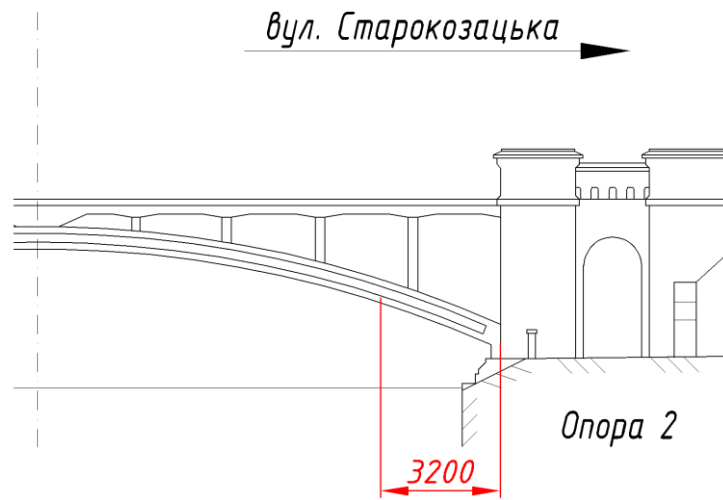


Рисунок 4.4 – Розташування розрахункового перерізу склепіння арки (мм)

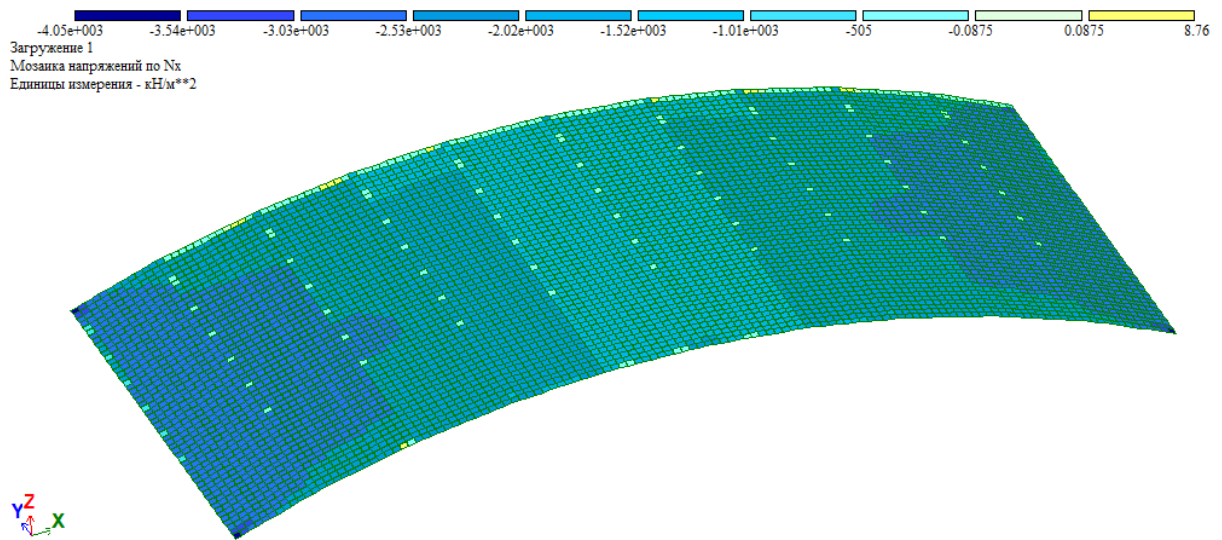


Рисунок 4.5 – Мозаїка нормальних напружень у склепінні арки від повного навантаження за схемою 1

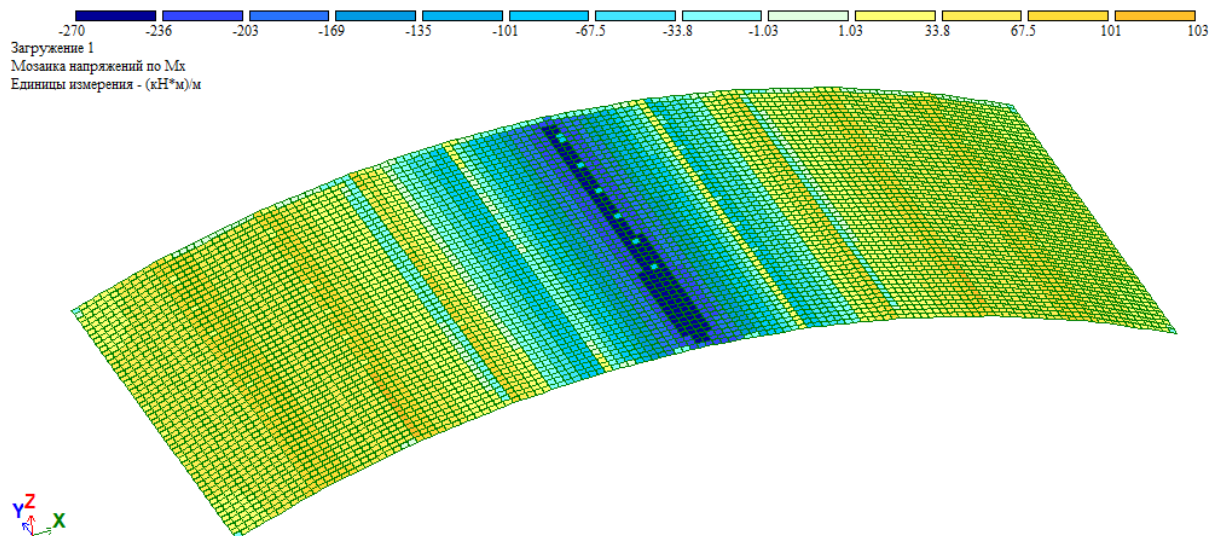


Рисунок 4.6 – Мозаїка поздовжнього згинального моменту в склепінні арки від повного навантаження за схемою 1

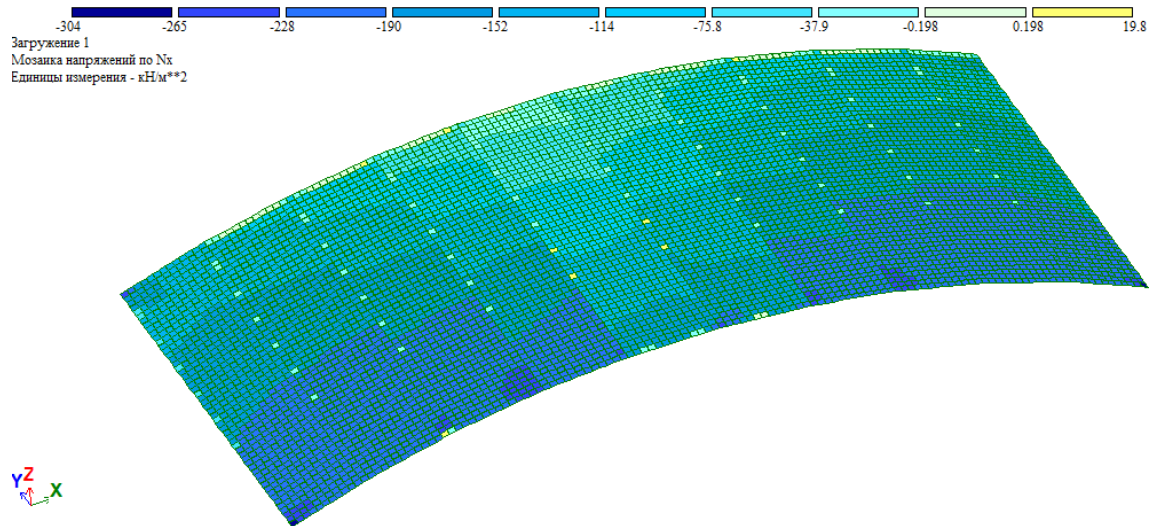


Рисунок 4.7 – Мозаїка нормальних напружень у склепінні арки від тимчасового навантаження за схемою 1

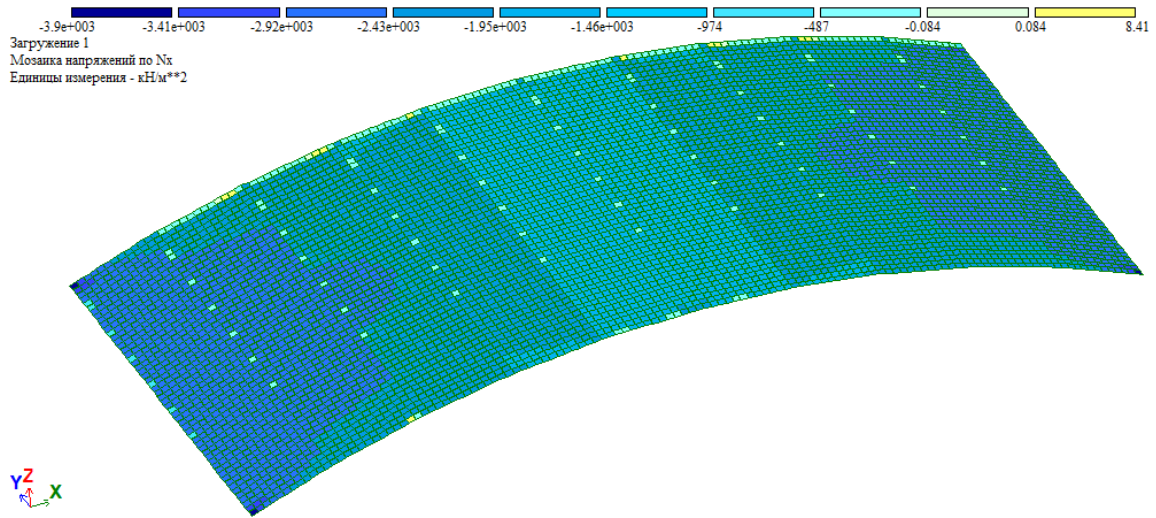


Рисунок 4.8 – Мозаїка нормальних напружень у склепінні арки від повного навантаження за схемою 2

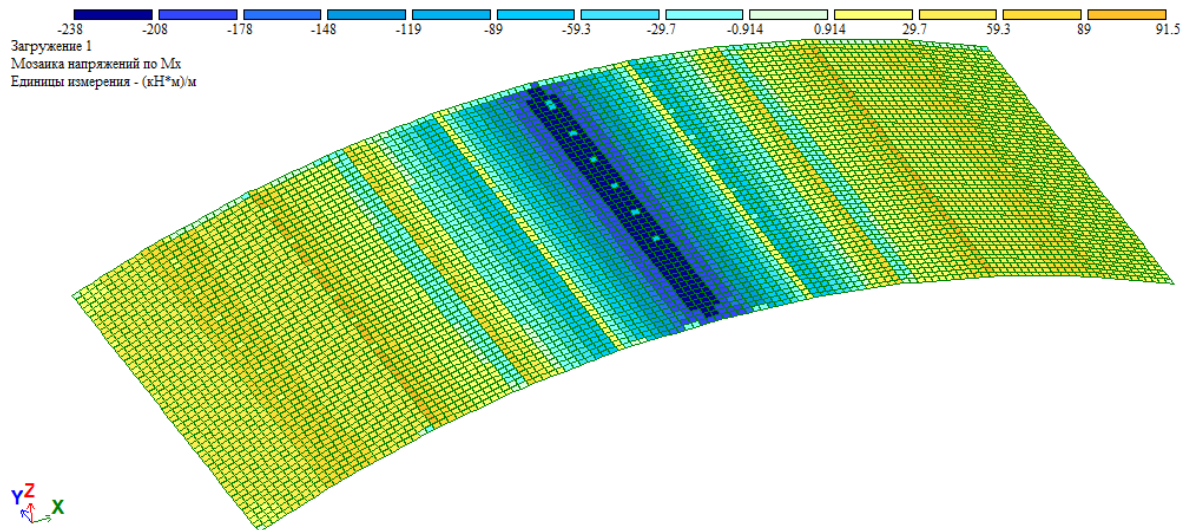


Рисунок 4.9 – Мозаїка поздовжнього згинального моменту в склепінні арки від повного навантаження за схемою 2

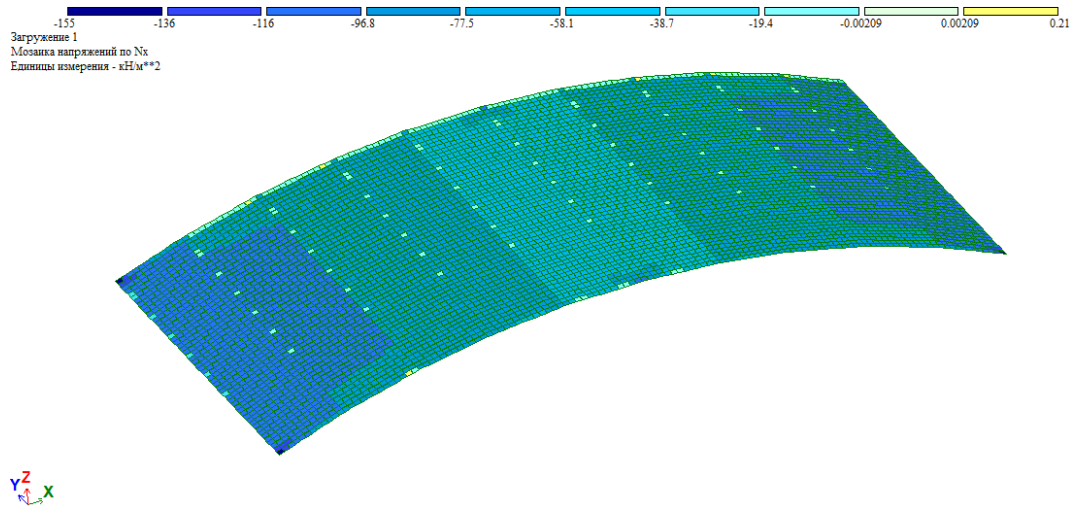


Рисунок 4.10 – Мозаїка нормальних напружень у склепінні арки від тимчасового навантаження за схемою 2

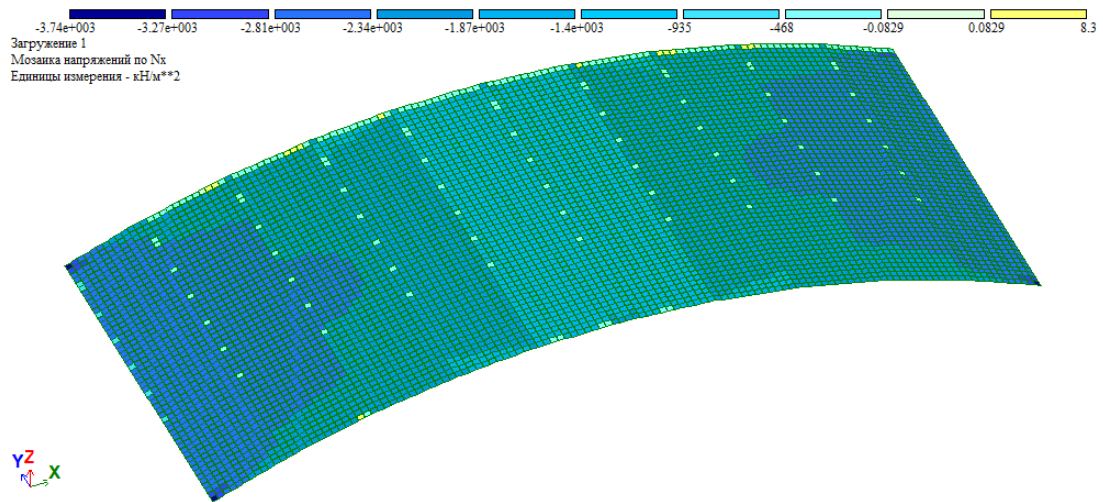


Рисунок 4.11 – Мозаїка нормальних напружень у склепінні арки від власної ваги

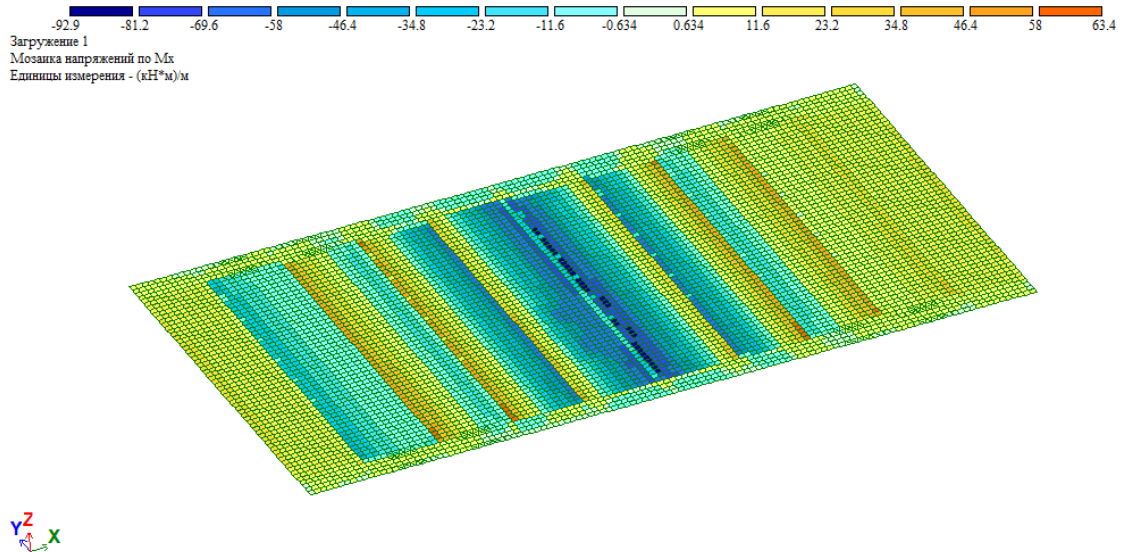


Рисунок 4.12 – Мозаїка поздовжнього згинального моменту в плиті від повного навантаження за максимальними значеннями схем – від схеми 1.

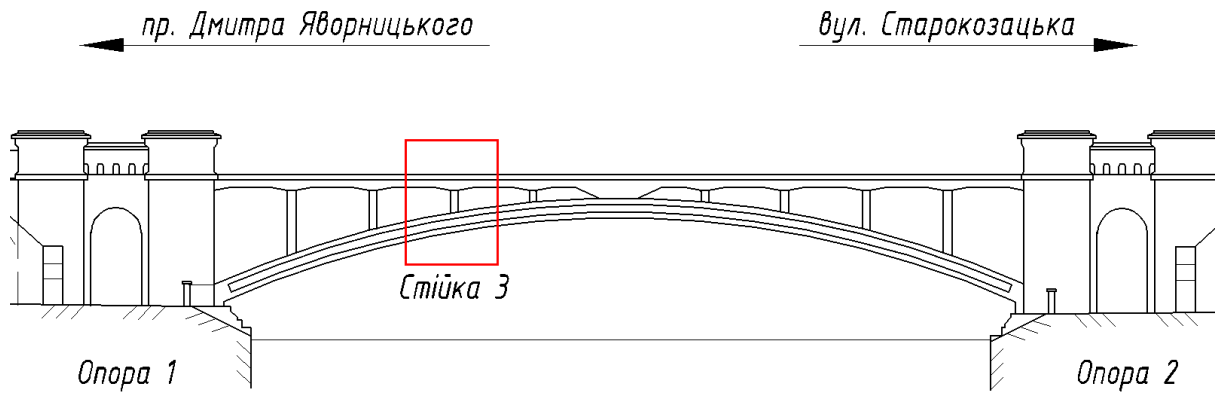


Рисунок 4.13 – Положення стійки до розрахунку

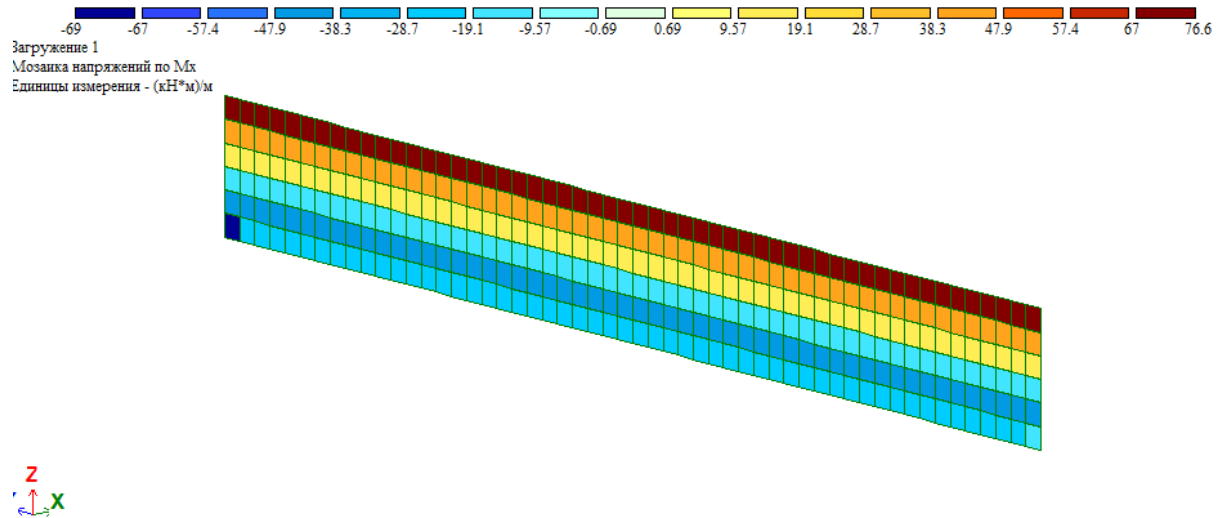


Рисунок 4.14 – Мозаїка поздовжнього згинального моменту в стійках арки від повного навантаження за максимальними значеннями схем – від схеми 1.

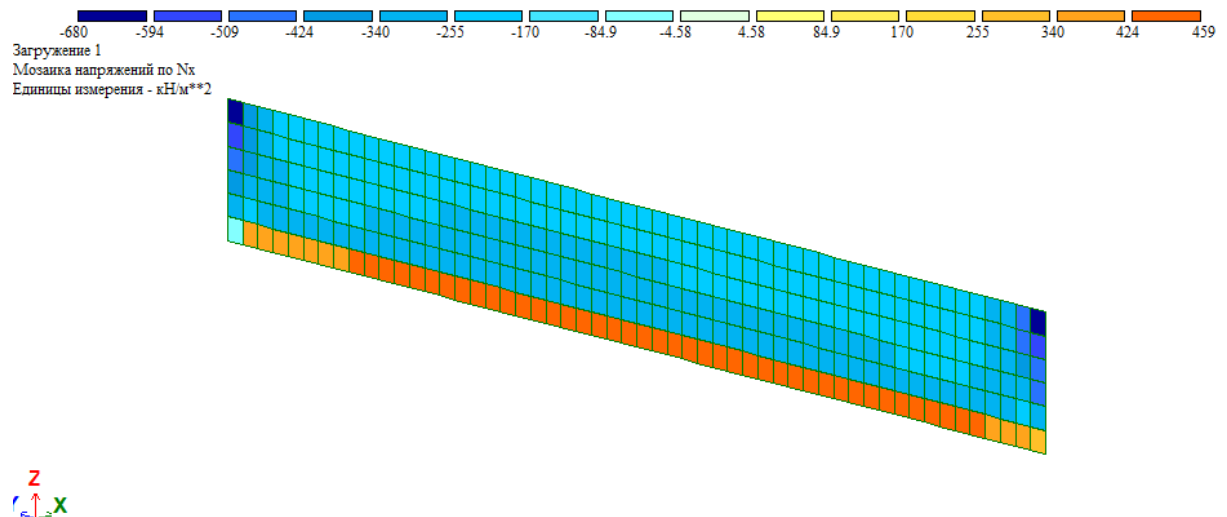


Рисунок 4.15 – Мозаїка нормальних напружень в стійках арки від повного навантаження за максимальними значеннями схем – від схеми 1.

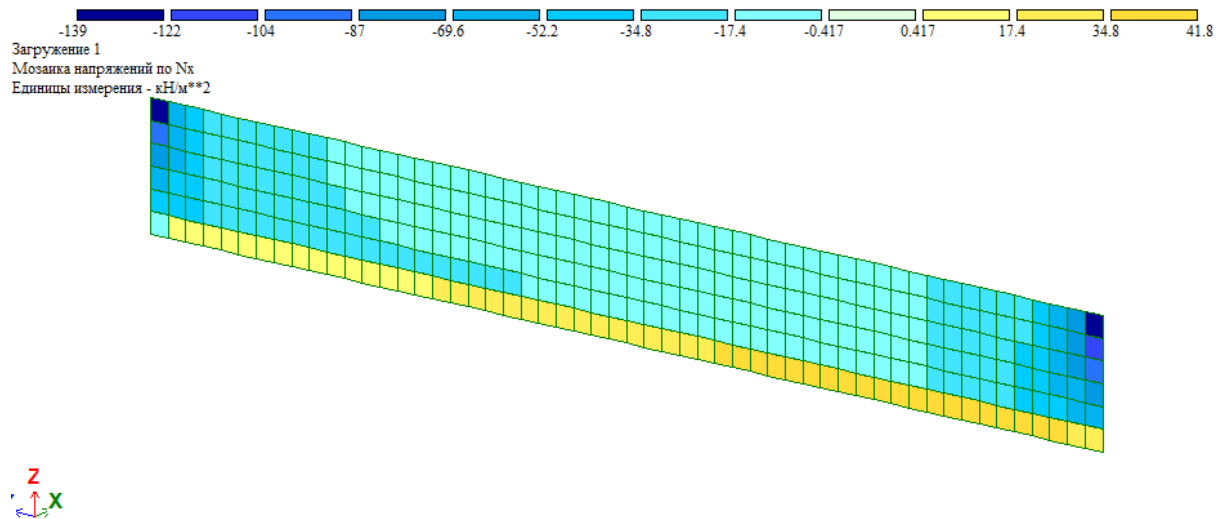


Рисунок 4.16 – Мозаїка нормальних напружень в стійках арки від тимчасового навантаження за максимальними значеннями схем – від схеми 1.

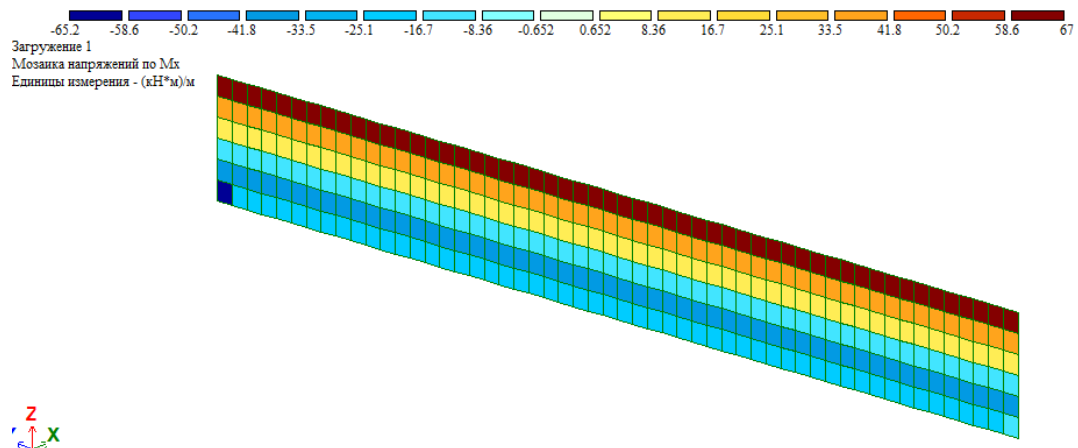


Рисунок 4.17 – Мозаїка поздовжнього згинального моменту в стійках арки від власної ваги

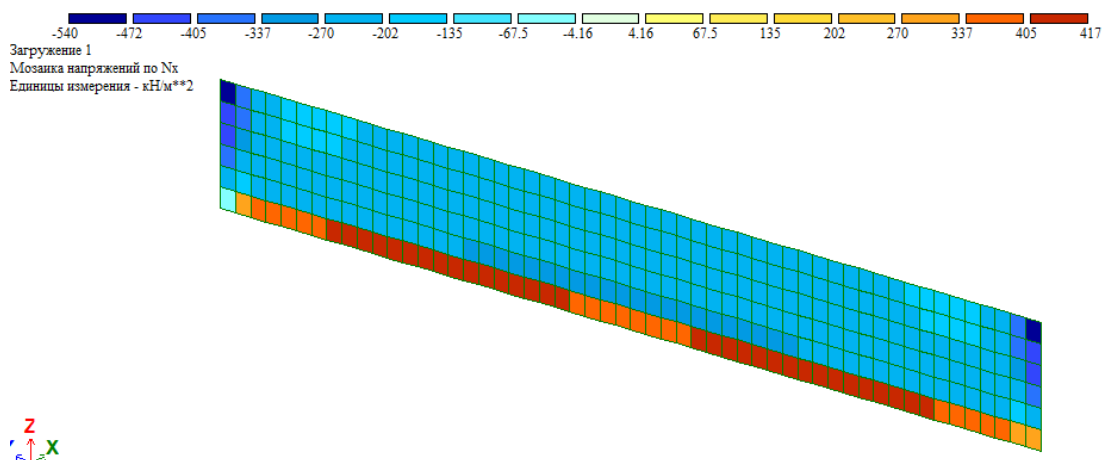


Рисунок 4.18 – Мозаїка нормальних напружень в стійках арки від власної ваги

Подальші розрахунки виконані у програмному забезпеченні Mathcad та наведено у додатку А.

4.2 Загальний висновок

Отримані результати зусиль в програмі Ліра було подальше використані в аналітичних перевірках у вказаних вище елементах та перерізах, а саме: склепіння арки на відстані 3,2 метри від підшви обпирання в місці максимального руйнування бетону, третя стійка зі сторони проспекта Дмитра Яворницького та в плиті в місцях максимальних згинальних моментів. За кінцевими результатами перевірок, мінімальні значенням запасу на міцність для вказаних елементів становлять: для склепіння арки $\delta = \frac{16253,4 - 88155,09}{16253,4} \cdot 100\% = 442,4\%$, для плити $\delta = \frac{92,9 - 172,12}{92,9} \cdot 100\% = 85,3\%$, для стійки №3 $\delta = \frac{2,77 - 28,15}{2,77} \cdot 100\% = 916,3\%$. Отже, робимо висновок, що ремонт даного мосту носить характер подовження терміну та комфорту його експлуатації, а також поліпшення зовнішнього вигляду.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА МОСТУ

5.1 Відновлення бетонної поверхні. Вимоги до бетонної основи

Підготовку основи бетонних і залізобетонних конструкцій до ремонту можна умовно розділити на підготовку бетонної поверхні і підготовку поверхні сталевих арматур. Їхня мета – очищення поверхні бетону й арматури для міцного і надійного зчеплення з шаром ремонтного матеріалу, що буде наноситись.

5.2 Підготовка бетонної поверхні до ремонту

Першочерговою умовою надійного і довговічного ремонту та захисту бетону є ретельна підготовки пошкодженої основи.

Незалежно від виконаних ремонтно-будівельних заходів, якість і структура матеріалу основи - характеристики, що визначають міцне зчеплення ремонтного матеріалу з основою.

Бетон в площині контакту з ремонтним матеріалом повинен бути однорідним, мати неушкоджену зовнішню поверхню, володіти достатньою міцністю.

Підготовчі роботи для відновлення пошкодженого бетону:

- очищення зовнішньої поверхні бетону (видалення залишків різних покриттів, захисних зовнішніх плівок, зовнішніх забруднень);
- видалення шарів бетону з пониженою міцністю;
- видалення ушкоджених ділянок бетону, в разі потреби очищення поверхні арматури від бетону (сліди корозії арматури, тріщини);
- очищення відкритої поверхні арматури й інших металевих частин від іржі;
- усунення надмірного зволоження.

До поверхні бетону можуть пред'являтися вимоги за наступними показниками:

- шорсткість зовнішньої поверхні;
- інтенсивність (частота розташування) і величина раковин і пор;

- міцність на відрив;
- міцність на стиск (в деяких випадках - модуль пружності);
- ступінь карбонізації;
- допустимий вміст хлоридів;
- вологість і температура бетонної поверхні;
- допустимі вібрації (залізобетонні конструкції мостів).

Шорсткість бетонної поверхні, має бути досягнута піскоструминною обробкою поверхні чи обробкою водою під високим тиском.

У місцях для покриття поверхні тонкими захисними плівками та шарами, наявність раковин і каверн на поверхні бетону неприпустима, у зв'язку з цим перед нанесенням захисних складів нерівності повинні бути зашпакльовані.

Тонкі тріщини на поверхні бетону, ширина розкриття яких не перевищує 0,1 мм, а глибина кількох міліметрів, не є приводом для додаткової обробки поверхні. У місцях з великою кількістю тонких тріщин обробити епоксидною смолою до повного всмоктування.

У місцях фізико-хімічної корозії (карбонізації) бетону проводиться видалення зовнішнього шару бетону. Поверхневі шари бетону, в яких вміст хлору перевищує допустимі значення повинні видалятись.

Глибина поверхневого шару бетону, що видаляється, за одну робочу операцію не повинна перевищувати визначеної дослідним шляхом величини.

Раковини та порожнини повинні бути відкриті й оброблені в повній мірі до міцних шарів бетону.

Арматура, пошкоджена корозією по всій зовнішній поверхні, повинна бути оброблена і звільнена від бетону з усіх боків.

5.3 Захист арматурних стержнів

1. Підготовка поверхні сталевій арматури.

Необхідність проведення додаткової обробки арматури перед ремонтом залежить від її стану (ступеня корозії), а також від запланованого виду і матеріалу покриття арматури.

Для проведення робіт необхідне відкриття всіх пошкоджених корозією ділянок арматури. Потрібно враховувати, що при розкритті арматури несущих конструкцій на значній площі може змінитися статична схема роботи конструкції, що в деяких випадках може привести до порушення її стійкості і руйнування.

За великої вологості повітря та зовнішніх агресивних впливів середовища, арматура має бути покрита достатнім захисним шаром бетону. Тому у питанні очищення арматури від іржі треба приділяти більшу увагу.

Для очищення арматури від продуктів корозії (іржі) згідно з вимогами міжнародної нормативної документації повинні застосовуватися тільки механічні способи очищення поверхні.

При наявності хлоридів (солей соляної кислоти) у бетоні поблизу арматури, в останній стадії обробки для їхнього видалення необхідно застосовувати метод обробки арматури водним струменем під високим тиском. Досвід виробництва робіт показує, що використання тільки піскоструминної обробки не дозволяє видалити хлориди з зони розташування арматури.

2. Видалення продуктів корозії з поверхні арматури

Арматура, що не буде покриватися додатковим захисним покриттям, повинна очищатися від іржі, що відокремлюється. Поверхня сталі повинна оброблятися таким чином, щоб вона відповідала нормативним показникам по чистоті поверхні.

В даному випадку можна використовувати наступні методи: ручний метод очищення, піскоструминну обробку, обробку струменем води під тиском від 500 до 1000 бар.

При виявленні в процесі обробки явних слідів корозії, викликаних солями соляної кислоти, необхідно наприкінці обробки, незалежно від методу, арматуру обробити струменем води під високим тиском.

До арматури, що буде покриватися захисним покриттям пред'являються більш строгі вимоги по чистоті очищення від корозії. Досягнення такої чистоти

і ступеня обробки можливо тільки при піскоструминній обробці арматури. Задану чистоту поверхні арматури необхідно забезпечити з усіх її сторін.

Для цього арматура повинна бути відповідним чином «оголена» і піскоструминна обробка повинна вестися з різних сторін і під різними кутами.

3. Захисне покриття поверхні арматури

Як матеріал, що покриває арматуру при ремонті залізобетонних конструкцій, найчастіше використовуються захисні системи на основі епоксидної смоли без розчинників і свинцю.

Також для захисту арматури застосовуються спеціальні склади на основі цементних і мінеральних в'язучих з вмістом штучних смол. Вибір того або іншого матеріалу захисту повинен бути аргументований. Особлива увага повинна приділятися лугостійкості захисного матеріалу.

При нанесенні захисних складів на арматуру необхідно строго дотримуватись рекомендацій виробника, насамперед по температурі і вологості.

Покриття звичайно наносяться в два шари. При використанні захисних систем на базі епоксидної смоли товщина першого шару повинна складати не менше 0,20 мм. Другий шар для поліпшення зчеплення можна зверху посипати піском. Для того щоб піщинки другого шару не проникали в перший шар, покриття другим шаром необхідно здійснювати тільки після достатнього висихання першого шару.

При використанні захисних матеріалів на основі цементних або мінеральних в'язучих їх також наносять в два етапи. Загальна товщина такого подвійного покриття повинна бути не менше 1,0 мм.

Важливим моментом при нанесенні захисних складів на арматуру є забезпечення надійного з'єднання використовуваного матеріалу арматури і бетону.

5.4 Порядок відновлення асфальтобетонного покриття мосту

Роботи по ремонту покриття мосту виконуються після спорудження додаткової монолітної об'єднуючої безперервної плити.

Перед укладанням монолітного бетону поверхню плити очистити стислим повітрям та покрити адгезійним клеючим розчином типу Sika MonoTop-910N.

При виготовленні бетону обов'язково застосовувати домішки фірми Sika - суперпластифікатор Sika Plast-2508 W.

Напиляема 3-х шарова гідроізоляція типу Eliminator загальною товщиною 3мм наноситься на попередньо очищену стислим повітрям поверхню монолітної плити прогонової будови.

Нанесення 3-х шарової системи:

- обезпилення поверхні перед нанесенням PAR1 Primer;
- 1-й шар: PAR1 Primer - двохкомпонентний ґрунт, що не містить розчинник, активний, що швидко сохне, на основі метилметакрилатних смол. Наноситься рівномірно по поверхні пензлем, валиком або безповітряним розпилюванням з практичною витратою 0,25 кг / м²;
- обезпилення поверхні перед нанесенням Eliminator® ;
- 2-й шар: Eliminator® - високоефективна гідроізоляційна мембрана, в основі якої використовуються метилметакрилатні смоли (ММА), наноситься безповітряним розпилюванням товщиною мокрого шару 2 мм;
- обезпилювання поверхні перед нанесенням Bond Coat 3;
- 3-й шар: Bond Coat 3 - з'єднувальний шар під всі види асфальту на основі метилметакрилатних смол. Наноситься одразу ж на затверділу водонепрониклу мембрану Eliminator® розпилюванням.

Асфальтобетонне покриття укладається безпосередньо на напиляему гідроізоляцію типу Eliminator без улаштування захисного шару у наступній послідовності:

- укладається нижній шар дорожнього покриття товщиною 60 мм з щільного асфальтобетону;
- здійснюється проливка бітумноюемульсією ЕКШМ-60 по ДСТУ Б В.2.7-129:2013 нижнього шару асфальтобетонного покриття для якісного зчеплення з верхнім шаром;

- укладається верхній шар дорожнього покриття товщиною 50 мм з щебенево-мастикового асфальтобетону.

Поверхня прохідної частини після ретельного очищення та обезпилення покривається матеріалами системи SikaCor Elastomastic TF. Склад системи:

- ґрунтівка Sikafloor-156 - двохкомпонентна чиста епоксидна смола без вмісту розчинників для ґрунтівки бетонних поверхонь, які знаходяться під атмосферними впливами, з засипкою кварцевим піском фракції 0,4-0,8 мм;

- другий шар SikaCor Elastomastic TF з кварцевим піском фракції 0,4-0,8 мм - двохкомпонентний епоксидно-поліуретановий матеріал без вмісту розчинників з великою хімічною та механічною стійкістю для улаштування гідроізоляції та шару зношування (два в одному) поверхонь тротуарів;

- присипка кварцевим піском фракції 0,8-1,2 мм;

- завершальний шар Sikafloor-3570 - захисне еластичне двохкомпонентне поліуретанове покриття, стійке до впливу ультрафіолету, доступне в кольоровій гамі RAL, для улаштування завершальних шарів по матеріалу Sika Elastomastic TF.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Дії працівників у аварійній ситуації

Опис ситуації: Робітник отримав опіки хімічними речовинами при відновленні асфальтобетонного покриття.

Хімічні опіки поділяються на такі ступені:

- I ступінь (еритема) – почервоніння шкіри, набряклість і біль;
- II ступінь (утворення пухирів) – сильний біль з інтенсивним почервонінням, відшаруванням епідермісу з утворенням міхурів, наповнених прозорою або каламутною рідиною;
- III ступінь (ураження глибших шарів шкіри аж до підшкірної жирової тканини) – поява пухирів, наповнених мутнуватою рідиною або кров'ю, порушення чутливості (зона опіку безболісна);
- IV ступінь – ураження усіх тканин: шкіри, м'язів, сухожиль аж до кісток.

Дії з допомоги при опіках:

1. Зупинити роботу по улаштуванню покриття.
2. Оглянути постраждалого, визначити наявність у нього свідомості та дихання.
3. Викликати бригаду швидкої медичної допомоги.
4. Якщо у постраждалого відсутнє дихання, розпочати проведення серцево-легеневої реанімації.
5. При опіках першого або другого ступеня:
 - охолодити місце опіку прохолодною водою протягом 10–20 хвилин; при хімічних опіках – швидко видалити хімічну речовину з ураженої поверхні, знизити концентрацію її залишків на шкірі за рахунок інтенсивного промивання водою;
 - після охолодження (промивання) накрити пошкоджену ділянку чистою вологою серветкою;
 - не слід спеціально проколювати пухирі; якщо пухирі розірвались, накласти стерильну пов'язку;

- при опіках третього або четвертого ступеня;
- накрити місце опіку стерильною серветкою;
- за наявності ознак шоку дати постраждалому протишоковий препарат;

6. Не використовувати при опіках мазі, гелі та інші засоби до прибуття бригади швидкої медичної допомоги.

Не намагатися видалити хімічні речовини серветками, тампонами, змоченими водою, з ураженої ділянки шкіри — так ви ще більше втираєте хімічну речовину в шкіру.

7. При опіках, викликаних хімічними речовинами:

- негайно зняти одяг або прикраси, на які потрапили хімічні речовини;
- якщо агресивна речовина, що викликала опік, має порошкоподібну структуру (наприклад, вапно), то слід спочатку видалити залишки хімічної речовини і тільки після цього почати змивання, за винятком випадків, коли контакт речовини з водою протипоказаний (наприклад, органічні сполуки алюмінію, які при з'єднанні з водою займаються).

- якщо допомога при хімічному опіку затримується, тривалість обмивання збільшують до 30–40 хв;

- після змивання необхідно за можливості нейтралізувати дію хімічних речовин. При опіках кислотами слід обмити пошкоджену ділянку шкіри мильною водою або 2 % розчином питної соди. При опіках лугом пошкоджену ділянку шкіри слід промити слабким розчином лимонної кислоти або оцету.

ВИСНОВОК

У даному дипломному проєкті було виконано порівняльний розрахунок і визначення оптимального варіанту ремонту залізобетонного мосту що розташований на одній із центральних алей Центрального міського дитячого парку Лазаря Глоби у м. Дніпро і слугує для пропуску пішохідного руху через парковий ставок. Раніше по мосту здійснювався і рух автотранспорту. В якому році рух автотранспорту було відмінено встановити не вдалося. На сьогодні по мосту відбувається тільки пішохідний рух.

Було розроблено три варіанти капітального ремонту мосту. Перший варіант ремонту залізобетонного мосту передбачає відновлення та підсилення прогонової будови, улаштувати монолітну плиту. Підсилення здійснюється за допомогою наклейки стрічок sika. Другий варіант ремонту залізобетонного мосту передбачається заміну аркової прогонової будови на нову прогонову будову з попередньо напруженими залізобетонними балками довжиною до 27 м з висотою перерізу 1.2 м, улаштувати монолітну плиту. Третій варіант ремонту залізобетонного мосту передбачається заміну аркової прогонової будови на нову сталезалізобетонну прогонову будову довжиною до 27 м з висотою перерізу 1.25 м улаштувати монолітну плиту.

За техніко-економічним порівнянням варіантів, найбільше вигідний з точки зору вартості матеріалів був перший варіант. Зважаючи на техніко-економічне порівняння варіантів до подальшого розрахунку беремо варіант 1.

Отримані результати зусиль в програмі Ліра було подальше використані в аналітичних перевірках у вказаних вище елементах та перерізах, а саме: склепіння арки на відстані 3,2 метри від підшви обпирання в місці максимального руйнування бетону, третя стійка зі сторони проспекта Дмитра Яворницького та в плиті в місцях максимальних згинальних моментів. За кінцевими результатами перевірок у Маткад, мінімальні значенням запасу на міцність для вказаних елементів становлять: для склепіння арки $\delta = \frac{16253,4-87721,1}{16253,4} \cdot 100\% = 439\%$, для плити $\delta = \frac{92,9-172,12}{92,9} \cdot 100\% = 85,3\%$, для

стійки №3 $\delta = \frac{2,71-28,15}{2,71} \cdot 100\% = 938,8\%$. Отже, робимо висновок, що ремонт даного мосту носить характер подовження терміну та комфорту його експлуатації, а також поліпшення зовнішнього вигляду.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Текст]: ДБН В.2.3-14:2006 / затв.: наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства (Мінбуд України) від "06" травня 2006 р. № 160 / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства. – К., 2006.
2. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування [Текст]: ДБН В.2.3-22:2009 / затв.: наказ Мінрегіонбуду України від 11.11.2009 № 484 / Мінрегіонбуд України. – К., 2009.
3. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи [Текст]: ДБН В.1.2-15:2009 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 11.11.2009 р. № 484 / Мінрегіонбуд України. – К., 2009.
4. Закон України про охорону праці: / із змінами і доповненнями внесено Законами України 19.12.2017 р. № 2249–VIII – К.: 2017 р. – 668 с8. Закон України про пожежну безпеку: / із змінами і доповненнями внесено Законами України 05.07.2012 р. № 5081–VI – К.: 2013 р. – 458 с.
5. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) / наказ Мінрегіону від 30.12.2011 № 417 – К.:, 2012.
6. НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників / наказ від 25.01.2012 № 67 "Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників" / Міністерство надзвичайних ситуацій України (МНС) – К.:, 2012.
7. НПАОП 45.2-3.01-04. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві / наказ від 17.05.2004 р. № 129 /

- Держнаглядохоронпраці (Державний комітет України з нагляду за охороною праці) – К.:, 2007.
8. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання / наказ від 19.01.2018 № 62 Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання / Міністерство соціальної політики України – К.:, 2018.
 9. НПАОП 45.21-1.03-98. Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва мостів (укр) / наказ від 09.03.1998 р. № 31 / Українське державне виробничо-технологічне підприємство "Укрдортехнологія" – К.:, 1998.
 - 10.НПАОП 0.00-1.04-07. Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання / наказ від 28.12.2007 р. № 331 "Про затвердження Правил вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання" / Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду – К.:, 2007.
 - 11.ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Зміна № 2 / Наказ від 30.12.2011 № 438 / Інститут "Київпромелектропроект" – К.:, 2011.
 - 12.Алексеев В.В. Железнодорожные и автодорожные мосты / В.В. Алексеев, Г.И. Тередики, Л.С. Блинков. // – М.: – 1994. – 220 с.
 - 13.ДБН В.2.3-26:2010 Споруди транспорту. Мости та труби. Сталеві конструкції. Правила проектування. Част.1, 2. Національний транспортний університет. Чинні від 01.10.2011 р.– Київ:– 2011. – 108 с.

ДОДАТОК А

А.1. ЗБІР НАВАНТАЖЕНЬ

Прийнято одинична модель візка А11. Розрахункове значення на одне колесо - $11 \cdot 9,81 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 0,5 = 105,2$ кН.

Прийнято розподілене розрахункове навантаження від пішоходів тиском - $1,96 \cdot 1,25 = 2,45$ кПа.

Прийнято власну вагу визначено за ПК "Ліра" із коефіцієнтом запасу 1,25.

А.2. РОЗРАХУНОК ПОЯСУ АРКИ

У місці максимальних руйнацій бетону із оголонням арматури - 3,2 метри від вісі опираання арки

Висота поясу арки, м $h_{арк} := 0.6$

Ширина поясу арки, м $b_{арк} := 10.3$

Бетон - В27,5

- розрахунковий опір, кПа $R_b := 14300$

- модуль пружності, кПа $E_b := 31500000$

Поздовжня арматура - А400С

- розрахунковий опір, кПа $R_{sc} := 250000$

- модуль пружності, кПа $E_s := 206000000$

- кількість стрижнів у верхньому поясі $n'_{sc} := 41$

- кількість стрижнів у нижньому поясі $n_{sc} := 41$

- діаметр верхніх стрижнів, м $d'_{sc} := 0.014$

- діаметр нижніх стрижнів, м $d_{sc} := 0.02$

- відстань до верхніх стрижнів, м $a'_s := 0.06$

- відстань до нижніх стрижнів, м $a_s := 0.06$

За схемою 1 - навантаження АК + П

Одинична модель візка АК та пішоходи

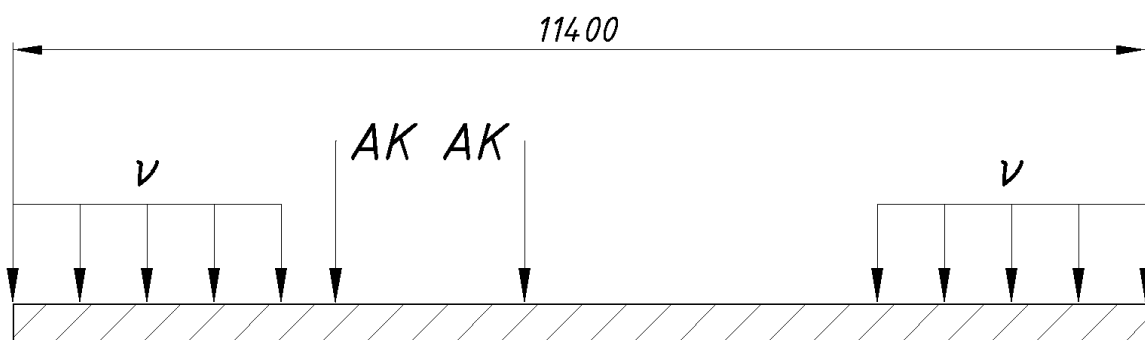


Рисунок А.1 - Положення тимчасовго навантаження за схемою 1

Визначення методу розрахунку

Ядро перерізу

$$A_b := h_{арк} \cdot b_{арк} = 6.18$$

$$n_{1s} := \frac{E_s}{E_b} = 6.54$$

$$A'_s := n'_{sc} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d'_{sc}}{2} \right)^2 = 0.00631$$

$$A_s := n_{sc} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{sc}}{2} \right)^2 = 0.01288$$

$$A_{red} := A_b + n_{1s} \cdot (A_s + A'_s) = 6.3055$$

$$S_{red} := A_b \cdot \frac{h_{apk}}{2} + A'_s \cdot (h_{apk} - a'_s) + A_s \cdot a_s = 1.86$$

$$x_c := \frac{S_{red}}{A_{red}} \rightarrow \frac{1.86}{6.31} = 0.29$$

$$I_{red} := \frac{b_{apk} \cdot h_{apk}^3}{12} + A_b \cdot \left[\left(\frac{h_{apk}}{2} - x_c \right) \right]^2 \dots = 0.19$$

$$+ n_{1s} \cdot n'_{sc} \cdot \left[\frac{\pi \cdot d'^4_{sc}}{64} + \pi \cdot \left(\frac{d'_{sc}}{2} \right)^2 \cdot \left[(h_{apk} - a'_s - x_c) \right]^2 \right] \dots$$

$$+ n_{1s} \cdot n_{sc} \cdot \left[\frac{\pi \cdot d^4_{sc}}{64} + \pi \cdot \left(\frac{d_{sc}}{2} \right)^2 \cdot \left[(a_s - x_c) \right]^2 \right]$$

$$y_{max} := \max(x_c, h_{apk} - x_c) = 0.31$$

$$W_{red} := \frac{I_{red}}{y_{max}} = 0.63$$

$$r := \frac{W_{red}}{A_{red}} = 0.1$$

Значення мозаїк напружень

- нормальні напруження від суми навантажень, кН/м²
- згинальний момент від суми навантажень, кН*м/м
- нормальні напруження від власної ваги, кН/м²
- нормальні напруження від тимчасового навантаження, кН/м²

$$N_{x_max} := 2630$$

$$M_{x_max} := 72.7$$

$$N_{l.x_max} := 2470$$

$$N_{m.x_max} := 160$$

Ексцентриситет, м

$$N_{max} := N_{x_max} \cdot A_b = 16253.4$$

$$e_c := \frac{M_{x_max} \cdot b_{apk}}{N_{max}} = 0.05$$

Умова

$$e_c \leq r = 1$$

Розрахунок виконується як для позацентрово стиснутих залізобетонних елементів

Перевірка на міцність

$$N_{cr} := R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s = 89951.86$$

Умова

$$N_{max} \leq N_{cr} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 16253.4 \leq 89951.86 = 1 \text{ Умова виконана}$$

Перевірка на стійкість

Умова

$$\frac{e_c}{r} \leq 1 = 1$$

Тому

$$N_l := N_{l.x_max} = 2470$$

$$N_x := N_{x_max} = 2630$$

$$N_m := N_{m.x_max} = 160$$

$$i := \sqrt{\frac{I_{red}}{A_{red}}} = 0.17$$

$$l_0 := 2.6$$

$$\frac{e_c}{r} = 0.46 \quad \frac{l_0}{i} = 14.87$$

$$\varphi_m := 0.823 \quad \varphi_l := 0.9923$$

$$\varphi := \frac{\varphi_m}{\frac{N_l \cdot \varphi_m}{N} + \frac{N_m}{N}} \text{ explicit, ALL} \rightarrow \frac{0.82}{\frac{2470 \cdot 0.82}{2630 \cdot 0.99} + \frac{160}{2630}} = 0.98$$

$$N_{ex} := \varphi \cdot (R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s) = 88155.99$$

$$N_{max} \leq N_{cr} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 16253.4 \leq 88155.99 = 1 \quad \text{Умова виконана}$$

За схемою 2 - навантаження П

Пішоходи

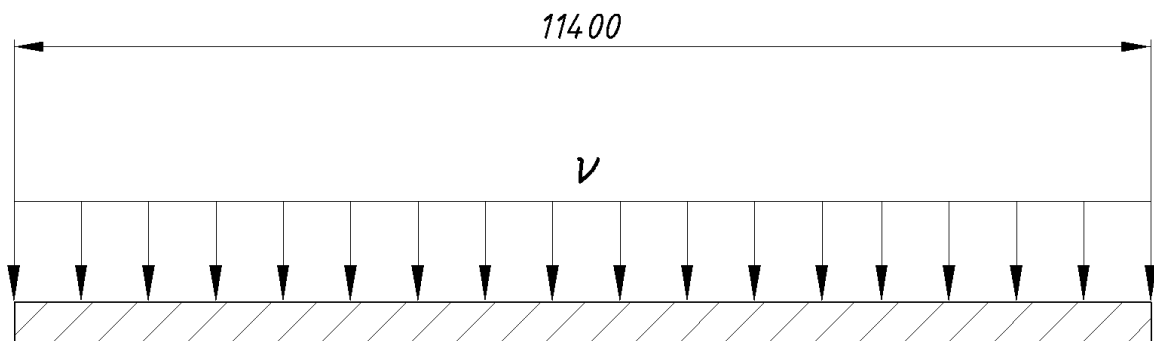


Рисунок А.2 - Положення тимчасовго навантаження за схемою 2

Визначення методу розрахунку

Значення мозаїк напружень

- нормальні напруження від суми навантажень, кН/м²
- згинальний момент від суми навантажень, кН*м/м
- нормальні напруження від власної ваги, кН/м²
- нормальні напруження від тимчасового навантаження, кН/м²

Ексцентриситет, м

$$N_{max} := N_{x_max} \cdot A_b = 15882.6$$

$$N_{x_max} := 2570$$

$$M_{x_max} := 83.6$$

$$N_{l.x_max} := N_{l.x_max} = 2470$$

$$N_{m.x_max} := 100$$

$$e_{\max} := \frac{M_{x_max} \cdot b_{арк}}{N_{max}} = 0.05$$

Умова

$$e_c \leq r = 1$$

Розрахунок виконується як для позацинтового стиснутих залізобетонних елементів

Перевірка на міцність

$$N_{max} := R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s = 89951.86$$

Умова

$$N_{max} \leq N_{cr} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 15882.6 \leq 89951.86 = 1 \text{ Умова виконана}$$

Перевірка на стійкість

Умова

$$\frac{e_c}{r} \leq 1 = 1$$

Тому

$$N_l := N_{l.x_max} = 2470$$

$$N_x := N_{x_max} = 2570$$

$$N_m := N_{m.x_max} = 100$$

$$i := \sqrt{\frac{I_{red}}{A_{red}}} = 0.17$$

$$l_0 := 2.6$$

$$\frac{e_c}{r} = 0.54$$

$$\varphi_m := 0.8 \quad \varphi_l = 0.99$$

$$\varphi := \frac{\varphi_m}{\frac{N_l}{N} \cdot \frac{\varphi_m}{\varphi_l} + \frac{N_m}{N}} \text{ explicit, ALL} \rightarrow \frac{0.8}{\frac{2470}{2570} \cdot \frac{0.8}{0.99} + \frac{100}{2570}} = 0.98$$

$$N_{cr} := \varphi \cdot (R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s) = 88432.12$$

$$N_{max} \leq N_{cr} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 15882.6 \leq 88432.12 = 1 \text{ Умова виконана}$$

А.3. РОЗРАХУНОК ПЛИТИ

За найбільшими показниками розглянутих схем - за схемою 1.

Максимальний момент у верхній зоні, кН*м

$$M'_{max} := 63.4$$

Максимальний момент у нижній зоні, кН*м

$$M_{max} := 92.9$$

Розрахункова довжина плити, м

$$b_{пл} := 1$$

Висота плити, м

$$h_{пл} := 0.4$$

Бетон - В27,5

Поздовжня арматура - А400С

- кількість стрижнів у верхньому поясі на п. м. $n'_{sc} := 4$
- кількість стрижнів у нижньому поясі на п. м. $n_{sc} := 4$
- діаметр верхніх стрижнів, м $d'_{sc} := 0.016$
- діаметр нижніх стрижнів, м $d_{sc} := 0.016$
- відстань до верхніх стрижнів, м $a'_s := 0.04$
- відстань до нижніх стрижнів, м $a_s := 0.04$
- захисний шар бетону верхніх стрижнів, м $a'_b := 0.02$
- захисний шар бетону нижніх стрижнів, м $a_b := 0.02$

Перевірка на міцність верхньої зони

$$A'_s := n'_{sc} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d'_{sc}}{2} \right)^2 = 0.0008$$

$$x' := \frac{R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot h_{пл}} = 0.03515$$

$$h'_0 := h_{пл} - a'_s = 0.36$$

$$M_{cr} := R_b \cdot b_{пл} \cdot x' \cdot \left(h'_0 - \frac{x'}{2} \right) = 172.12$$

$$M_{cr} > M'_{max} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 172.12 > 63.4 = 1 \text{ Умова виконана}$$

Перевірка на міцність нижньої зони

$$A_s := n_{sc} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{sc}}{2} \right)^2 = 0.0008$$

$$x := \frac{R_{sc} \cdot A_s}{R_b \cdot h_{пл}} = 0.03515$$

$$h_0 := h_{пл} - a_s = 0.36$$

$$M_{max} := R_b \cdot b_{пл} \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = 172.12$$

$$M_{cr} > M_{max} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 172.12 > 92.9 = 1 \text{ Умова виконана}$$

Перевірка на тріщиностійкість

$$\sigma'_s := \frac{M'_{max}}{A'_s \cdot \left(h'_0 - \frac{x'}{2} \right)} = 230215.41$$

$$\sigma_s := \frac{M_{max}}{A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)} = 337334.57$$

$$A'_r := b_{пл} \cdot \left(a'_b + \frac{d'_{sc}}{2} + d'_{sc} \right) = 0.044$$

$$A_r := b_{пл} \cdot \left(a_b + \frac{d_{sc}}{2} + d_{sc} \right) = 0.044$$

Коефіцієнт врахування ступеню зчеплення арматури із бетоном

$$\beta := 1$$

$$R'_r := \frac{A'_r}{\beta \cdot n'_{sc} \cdot d'_{sc}} = 0.688$$

$$R_r := \frac{A_r}{\beta \cdot n_{sc} \cdot d_{sc}} = 0.688$$

$$\psi'_s := 1.5 \sqrt{R'_r} = 1.24$$

$$\psi_s := 1.5 \sqrt{R_r} = 1.24$$

$$a_{cr'} := \frac{|\sigma'_s|}{E_s} \cdot \psi'_s = 0.00139$$

$$a_{cr} := \frac{|\sigma_s|}{E_s} \cdot \psi_s = 0.00204$$

$$a_{cr} \leq \Delta_{cr} \quad \Delta_{cr} := 0.02 \quad \text{УМОВИ ВИКОНАНІ}$$

А.4. РОЗРАХУНОК СТІЙКИ АРКИ

За найбільшими показниками розглянутих схем - за схемою 1.
Стійка 3

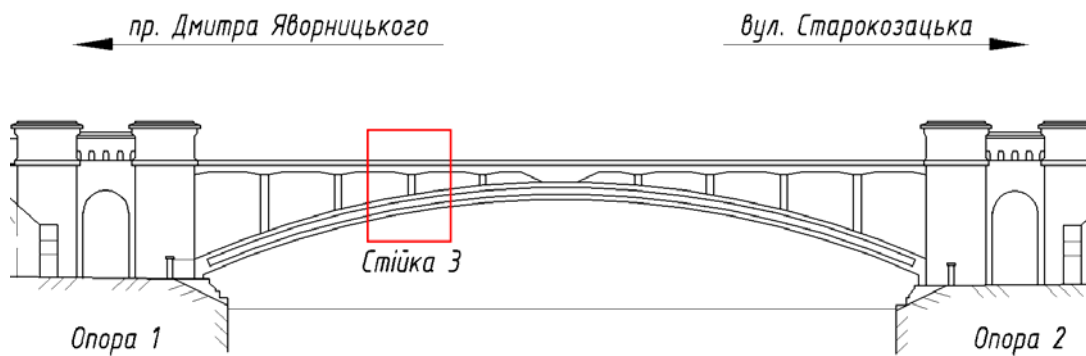


Рисунок А.3 - Розташування розрахункової стійки арки

$$b_p := 0.22$$

$$l_{p\lambda} := 1.24$$

$$l_p := 10.2$$

Бетон - В27,5

Поздовжня арматура - А400С

- кількість стрижнів у стиснутій стінці на п. м.

$$n'_{sc\lambda} := 4$$

- кількість стрижнів у розтягнутій стінці на п. м.

$$n_{sc\lambda} := 4$$

- діаметр верхніх стрижнів, м

$$d'_{sc\lambda} := 0.016$$

- діаметр нижніх стрижнів, м

$$d_{sc\lambda} := 0.016$$

- відстань до верхніх стрижнів, м

$$a'_{sc\lambda} := 0.04$$

- відстань до нижніх стрижнів, м

$$a_{sc\lambda} := 0.04$$

Визначення методу розрахунку

Ядро перерізу

$$A_{\lambda} := l_p \cdot b_p = 2.24$$

$$A'_{sc} := n'_{sc} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d'_{sc}}{2} \right)^2 = 0.0008$$

$$A_s := n_{sc} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{sc}}{2} \right)^2 = 0.0008$$

$$A_{red} := A_b + n_{1s} \cdot (A_s + A'_s) = 2.2545$$

$$S_{red} := A_b \cdot \frac{b_p}{2} + A'_s \cdot (b_p - a'_s) + A_s \cdot a_s = 0.25$$

$$x_{red} := \frac{S_{red}}{A_{red}} \rightarrow \frac{0.25}{2.25} = 0.11$$

$$I_{red} := \frac{I_p \cdot b_p^3}{12} + A_b \cdot \left[\left(\frac{b_p}{2} - x_c \right) \right]^2 \dots = 0.01$$

$$+ n_{1s} \cdot n'_{sc} \cdot \left[\frac{\pi \cdot d'^4_{sc}}{64} + \pi \cdot \left(\frac{d'_{sc}}{2} \right)^2 \cdot \left[(b_p - a'_s - x_c) \right]^2 \right] \dots$$

$$+ n_{1s} \cdot n_{sc} \cdot \left[\frac{\pi \cdot d^4_{sc}}{64} + \pi \cdot \left(\frac{d_{sc}}{2} \right)^2 \cdot \left[(a_s - x_c) \right]^2 \right]$$

$$y_{max} := \max(x_c, b_p - x_c) = 0.11$$

$$W_{red} := \frac{I_{red}}{y_{max}} = 0.08$$

$$r := \frac{W_{red}}{A_{red}} = 0.04$$

Значення мозаїк напружень

- нормальні напруження від суми навантажень, кН/м²
- згинальний момент від суми навантажень, кН*м/м
- згинальний момент від власної ваги, кН*м/м
- нормальні напруження від власної ваги, кН/м²
- нормальні напруження від тимчасового навантаження, кН/м²

$$N_{x_max} := 680$$

$$M_{x_max} := 76.6$$

$$M_{l.x_max} := 67$$

$$N_{l.x_max} := 540$$

$$N_{m.x_max} := 139$$

Ексцентриситет, м

$$N_{max} := N_{x_max} \cdot A_b = 1525.92$$

$$e_{cv} := \frac{M_{x_max} \cdot b_{арк}}{N_{max}} = 0.52$$

Умова

$$e_c \leq r = 0$$

Розрахунок виконується як для позакентрово стиснутих залізобетонних елементів

Перевірка на міцність

$$b := 1$$

$$h_0 := b_p - a_s = 0.18$$

$$h_{01} := h_0 = 0.18$$

$$x := \frac{R_{sc} \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot l_p} = 0$$

$$N_{ex} := R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_{01} - a'_s) = 28.15$$

$$e := 0$$

$$I_b := \frac{l_p \cdot b_p^3}{12} = 0.01$$

$$\varphi_l := 1 + \frac{M_{x_max}}{M_{l,x_max}} = 2.14$$

$$\delta := \frac{e_c}{b_p} = 2.35 \quad \text{але не менше} \quad \delta_{min} := 0.5 - 0.01 \cdot \frac{l_0}{b_p} - 0.01 \cdot \frac{R_b}{1000} = 0.3$$

$$\text{Приймаємо} \quad \delta := \delta = 2.35$$

$$\sigma_{bp} := 0$$

$$\varphi_p := 1 + 12 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_b} \cdot \frac{e_c}{b_p} = 1$$

$$I_s := n'_{sc} \cdot \left[\frac{\pi \cdot d'_{sc}{}^4}{64} + \pi \cdot \left(\frac{d'_{sc}}{2} \right)^2 \cdot [|(b_p - a'_s - x_c)|]^2 \right] \dots = 0.0000079$$

$$+ n_{sc} \cdot \left[\frac{\pi \cdot d_{sc}{}^4}{64} + \pi \cdot \left(\frac{d_{sc}}{2} \right)^2 \cdot [|(a_s - x_c)|]^2 \right]$$

$$N_{cr.1} := \frac{6.4 \cdot E_b}{l_0^2} \cdot \left[\frac{I_b}{\varphi_l} \cdot \left(\frac{0.11}{0.1 + \frac{\delta}{\varphi_p}} + 0.1 \right) + n_{1s} \cdot I_s \right] = 87004.25$$

$$\eta := \frac{1}{1 - \frac{N_{x_max}}{N_{cr.1}}} = 1.01$$

$$e_0 := e + e_c \cdot (\eta - 1) = 0.00407$$

$$N_{e.0} := N_{x_max} \cdot e_0 = 2.77$$

Умова

$$N_{e.0} \leq N_{cr} \text{ explicit, ALL} \rightarrow 2.77 \leq 28.15 = 1$$

Умова виконана