

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
ННІ Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту

«Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету)

«Транспортна інфраструктура»

(назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Відновлення мосту на км 6+870 автомобільної дороги загального користування державного значення Т-05-21/М-03/ – під'їзд до м. Святогірська»

за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі»

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: МТ2321

Керівник:

Нормоконтролер:

/ Віталія ІВАНЧЕНКО /

(посад. № 19206212)

/ ст. вист. Віталія МІРОШНИК /

(посад. № 19206212)

/ зав. каф. Олександра ПЮТЬКІН /

(посад. № 19206212)

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

Студент

(підпис)

Дніпро – 2025 рік

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies
Dnipro Institute of Infrastructure and Transport**

Building, architecture and infrastructure
(faculty)

Transport infrastructure
(department)

**Explanatory Note
to Master's Thesis**
Master
(higher education degree)

on the topic: «Restoration of the bridge at km 6+870 of the public road of state value
T-05-21 /M-03/ – the entrance to the city of Sviatohirsk»

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: MT2321 / Vitalii IVANCHENKO /
(name, surname)

Scientific Supervisor: / Senior Lect. Vitalii MIROSHNYK /
(position, name, surname)

Normative controller : / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
ННІ Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Мости і транспортні тунелі»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

_____ **Олексій ТЮТЬКІН**
 (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту _____

Іванченко Віталію Сергійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Відновлення мосту на км 6+870 автомобільної дороги загального користування державного значення Т-05-21 /М-03/ – під'їзд до м. Святогірська»

Керівник роботи: Мірошник Віталій Анатолійович, PhD

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

«16» лютого 2024 р.

№ 157ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати спеціального обстеження мосту на автомобільній дорозі загального користування державного значення Т-05-21 /М-03/ - під'їзд до м. Святогірська, км 6+895

4. Зміст пояснювальної записки:

Вступ. Розділ 1. Загальні дані. Розділ 2. Навантаження та впливи. Розділ 3.

Розрахунок балок прогонових будов. Розділ 4. Розрахунок температурно-нерозрізної монолітної плити. Розділ 5. Розрахунок опор мосту. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 10...12 слайдів)..

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Розділ 1. Загальні дані. Розділ 2. Навантаження та впливи	02.09.2024- 29.09.2024	
2	Розділ 3. Розрахунок балок прогонових будов. Розділ 4. Розрахунок температурно-нерозрізної монолітної плити. Розділ 5. Розрахунок опор мосту.	30.09.2024- 03.11.2024	
3	Висновки. Оформлення ВКР.	04.11.2024- 05.12.2024	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	09.12.2024- 12.01.2025	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2025	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	22.01.2025	

Студент

_____ (підпис)

Віталій ІВАНЧЕНКО

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Віталій МІРОШНИК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

66 стор., 68 рис., 9 табл., 10 літературних джерел.

Об'єкт розробки – автодорожній міст на км 6+870 автомобільної дороги загального користування державного значення Т-05-21 /М-03/ – під'їзд до м. Святогірська який є одним із багатьох, якому довелося пережити страшні події цієї війни. Але як і інші об'єкти інфраструктури він буде відновлений у найближчий час.

Мета роботи – обґрунтування параметрів відновлення автодорожнього залізобетонного мосту.

Метод дослідження – аналітичний розрахунок. Розрахунок із допомогою розрахункового програмного комплексу Ліра-САПР.

В магістерській роботі виконано проєкт відновлення автодорожнього залізобетонного мосту через річку Сіверський Донець. В рамках роботи проведено аналіз технічного стану мосту. На основі проведених розрахунків в програмному комплексі Ліра-САПР, прийнято рішення по виконанню таких робіт: демонтаж мостового полотна; влаштування нових шафових стінок та відкрилків на стоянах моста (ОП№1 та №10); відновлення стійок, влаштування нових монолітних ригелів та опорних тумб на проміжних опор №1÷9; влаштувати гумові опорні частини; влаштування нових балок усіх прогонових будов; влаштування монолітної залізобетонної об'єднуючої плита проїзної частини із монолітними тротуарами.

Обґрунтовано виконання робіт з відновлення проєктних характеристик мосту. Наведені розрахунки навантаження і впливи забезпечують перевірку конструкцій та елементів мосту. Забезпечено послідовність виконання робіт при будівництві.

Ключові слова: АВТОДОРОЖНІЙ МІСТ, ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ, ВІДНОВЛЕННЯ, НАВАНТАЖЕННЯ І ВПЛИВИ, РОЗРАХУНОК

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ.....	9
1.1 Коротка характеристика автодорожнього мосту	9
1.2 Результати обстеження:	17
РОЗДІЛ 2 НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВПЛИВИ.....	25
2.1 Постійні навантаження і впливи.....	27
2.1.1 Власна вага елементів мосту.....	28
2.2 Тимчасові навантаження і впливи	29
2.2.1 Горизонтальне поперечне навантаження від ударів рухомого складу	33
2.2.2 Горизонтальні поздовжні навантаження від гальмування або сили тяги рухомого складу	34
2.2.3 Температурні кліматичні навантаження.....	34
2.2.4 Вітрові навантаження поперек мосту	36
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК БАЛОК ПРОГОНОВИХ БУДОВ	38
3.1 Балка прогонової будови довжиною 22,16 м	39
3.1.1. Визначення внутрішніх зусиль в балці довжиною 22,16 м	40
3.2 Балка прогонової будови довжиною 32,96 м	47
3.2.1 Визначення внутрішніх зусиль в балці довжиною 32,96 м	48
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНО-НЕРОЗРІЗНОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ	51
4.1 Навантаження на плиту	53
4.2 Необхідне армування	53
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ОПОР МОСТУ	55
5.1 Монолітний ригель:	56
5.2 Стійка проміжної опори (ПБ 32,96 + 22,16):	57
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65

ВСТУП

Відновлення – це питання часу для будь якої споруди побудованої у попередньому столітті. У кожної споруди є «термін придатності», після закінчення якого догляд за такою спорудою стає більш кропіткий і вимагає втручання в будову самої конструкції та заміни/ремонту більшої її частини або навіть всієї споруди.

Міст є надзвичайною відповідальною спорудою як на автомобільній дорозі так і на будь-яких інших шляхах сполучення. Він розрахований на постійну експлуатацію з екстремальними навантаженнями, через які в подальшому і відбуваються руйнація.

Із початком війни до всіх факторів, які впливають протягом всього терміну експлуатації додався ще «один», який здатний зруйнувати міст за лічені секунди – це військові дії. І саме цей фактор ми розглянемо.

Багато мостів України пошкоджені у наслідок бойових дій:

- Одна їх частина зазнала косметичних пошкоджень і може експлуатуватися після перевірки фахівцями та огляду мосту. Витрати на їх відновлення відносно малі.

- Друга частина зруйнована частково – підірвані опорні частини, пошкоджена прогонова будова, зруйновані опори, непридатні під'їзні шляхи тощо. В такому випадку буде виконана перевірка та огляд мосту сертифікованими експертами з наданням технічного звіту за результатами обстеження, а також висновків та рекомендації по подальшій експлуатації споруди. В даному випадку постає питання чи є сенс відновлювати старий міст або краще побудувати новий міст, так як ремонт мостового переходу буде займати багато часу та ресурсів.

- Третя частина зруйновані повністю – тут немає що оглядати, отже потрібні спеціалісти, які запроектують новий міст по старій осі чи виберуть

альтернативне місце переходу через перешкоду.

Відновлення мосту або його капітальний ремонт завжди проводиться відповідно до діючих норм з закладанням запасу для підвищення вантажопідйомності або вантажообігу на період його служби.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

1.1 Коротка характеристика автодорожнього мосту

Даний міст через р. Сіверський Донець розташований на автомобільній дорозі Т-05-21 від /М-03/ - під'їзд до м. Святогірська, км 6+895, Донецька область. Категорія дороги IV. Міст знаходиться на межі населеного пункту с. Богородичне. По мостовому переходу здійснювався рух автотранспорту в обидва напрямки та рух пішоходів. Міст частково зруйнований в наслідок військової агресії з боку РФ, на даний момент рух по мосту не можливий (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Фрагмент загального виду мостового переходу



Рис. 1.2. Фрагмент загального виду мостового переходу

Міст в прогонах 6-7÷8-9 перетинає несудноплавну річку Сіверський Донець. Ширина русла – 91 м, глибина – 2,5 м.

Міст розташований на прямій в плані і являє розрізний збірний балковий дев'ятипрогоновий залізобетонний міст.

Схема мосту – $5 \times 22,16 + 3 \times 33,0 + 22,16$ м.

Довжина – 232,94 м.

Габарит – $7,5 \text{ м} + 2 \times 1,25 \text{ м}$.

Міст збудований в 1972 році під тимчасові вертикальні навантаження Н-30, НК-80. В 2019 році виконаний поточний середній ремонт споруди без підняття вантажопідйомності.

Опори №1 та №10 – обсіпні козлового типу, переріз стійок $0,35 \times 0,35$ м, кількість 10 шт., об'єднані поверху монолітним ригелем перерізом $0,5 \times 1,45$ м довжиною 11,37 м, по верху ригеля влаштовані монолітні підферменники.

Опори №2÷№9 – збірні залізобетонні двохстовпчасті. Складаються з 2 стовпів, діаметром $\varnothing 1,2$ м. Стовпи об'єднані поверху збірними залізобетонними П-подібними ригелями. Розміри ригелів – довжина 11,37 м, висота – 1,0 м, ширина – 1,45 м. На ригелі влаштовані монолітні підферменники.

До опор прибудовані металеві ферми, які утворюють консолі, на яких, в свою чергу, спираються службові оглядові проходи виконані з металевої ферми по якій прокладений газопровід.

Під час поточного середнього ремонту споруди був виконаний ремонт всіх опор з відновленням захисного шару бетону та нанесення гідрофобізуючого захисного покриття.

Фундаменти опор – не визначено.

Опорні частини:

- Нерухомі – металеві тангенціальні;
- Рухомі – залізобетонні валкові під балки 22,16м, металеві каткові – під балки 32,96м.



Рис. 1.3. Опора №1. Загальний вид (фото до проведення бойових дій, стан опори не змінився)



Рис. 1.4. Опора №2. Загальний вид (фото до проведення бойових дій, стан опори не змінився)



Рис. 1.5. Опора №7. Загальний вид до руйнування . Важливо звернути увагу на спирання колонн – фундамент ймовірно буронабивні стовпи діаметром 1,5м



Рис. 1.6. Загальний вигляд ОП№7 на теперішній час



Рис. 1.7. Опора №9 до руйнування споруди



Рис. 1.8. Опора №9 на теперішній час

Прогонові будови мосту 1-2÷5-6 та 9-10 – залізобетонні розрізні збірні балочні, у поперечному перерізі складаються з 6 балок виконаних за т. пр. 122-62. Довжина балок – 22,16 м, висота – 1,2 м, відстань між балками в осях – 1,67 м. Об'єднання балок – по діафрагмам.

Прогонові будови мосту 6-7, 7-8, 8-9 – залізобетонні розрізні збірні балочні, у поперечному перерізі складаються з 6 балок виконаних за т. пр. 149-62. Довжина балок – 32,96 м, висота – 1,7 м, відстань між балками в осях – 1,67 м. Об'єднання балок – по діафрагмам.

Під час виконання поточного середнього ремонту мосту по верху балок був влаштований новий стічний трикутник армований одним рядом сіток з арматури А400С Ø12мм з кроком 200x200.

Покриття проїзної частини моста складається з асфальтобетону середньою товщиною 11,0 см вкладеного по стічному трикутнику, та шару

гідроізоляції 0,5 см.

На опорах влаштовані деформаційні шви закритого типу.

Тротуари – збірні залізобетонні підвищені.

Перильне огороження – металеве висотою 1,15 м над проголою частиною. Частково відсутнє по всьому мосту та має значні пошкодження внаслідок попадання снарядів.

Відвід води з проїзної частини мосту за допомогою повздовжніх та поперечних ухилів у водовідвідні трубки. Водовідвідний колектор зруйнований, підлягає заміні, відсутня значна частина решіток на водовідвідних трубках. Очисні споруди зруйновані.

Огороження проїзної частини – збірні підвищені тротуарні блоки з монолітним цоколем з металевим бар'єрним огороженням, крок стійок – 2,0 м. Частково відсутнє по всьому мосту та має значні пошкодження внаслідок попадання снарядів.

Освітлення моста виконане на залізобетонних стовпах влаштованих на проміжних опорах з кожного боку споруди.



Рис. 1.9. Загальний вигляд проїзної частини мосту (збережена діляниця)

Габарит підходів до мосту: Г – 7,5+узбічча зліва – 4,0м, з права – 3,0м. З низового боку на підходах влаштовані тротуари шириною 1,5м, з боку м. Святогірськ – 10,0м, з боку М-03 – 70,0м.

Покриття проїзної частини на підходах – асфальтобетон.

Огородження проїзної частини підходів до споруди – металеве бар'єрне.

Перехідні плити – збірні залізобетонні.

Освітлення на підходах – на залізобетонних стовпах з боку М-03.

Регуляційні споруди – відсутні.

Сходи – монолітні залізобетонні з верхового боку біля ОП10.

Висота насипу конусів – до 9м.

Тип укріплення насипу – збірними залізобетонними плитами.

Дорожня розмітка – суцільно-осьова та крайові.



Рис. 1.10. Загальний вигляд підходів з боку ОП№1 в бік м. Святогірськ



Рис. 1.11. Загальний вигляд підходів з боку ОПН№10 в бік М-03

1.2 Результати обстеження:

Мостове полотно фактично повністю зруйноване.

Прогонові будови моста №4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10 зруйновані, та потребують заміни.

Повне руйнування опор №6, 7, 8.

Відсоток зносу підходів – 20%.

Через військову агресію з боку РФ міст став непрацездатним, рух по ньому не можливий. Через значні руйнування залишковий ресурс моста вичерпаний, хоча вціліли елементи мають належний стан.

Основні дефекти конструкції наведено в таблиці 1.1

№ зп	Місцезнаходження дефекту	Опис і розміри дефектів	Причина виникнення та вплив на несучу здатність споруди	Рекомендації щодо усунення дефектів
1	2	3	4	
Опори та опорні частини				
1.1 Опора 1,2,3				
1.1.1	Опорні частини, підферменники, ригеля, колони,	10% поверхонь ригеля та стійок – збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Внаслідок влучання осколків	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами
		Сліди іржі на стінках ригеля в місцях кріплення кронштейну під комунікацію, забруднення гідрофобізуючого покриття	Вплив часу	Очистити, пофарбувати
		Сліди горіння (копоть) на стійці С1 та частині ригеля над ним на ОП№3	Внаслідок горіння (ймовірно від снаряду)	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами
1.2 Опора №4				
1.2.1	Опорні частини, підферменники, ригеля, колони,	10% поверхонь ригеля та стійок – збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Внаслідок влучання осколків	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами
		Сліди іржі на стінках ригеля в місцях кріплення кронштейну під комунікацію, забруднення гідрофобізуючого покриття	Вплив часу	Очистити, пофарбувати
		Торець ригеля з низового боку – збиття захисного шару бетону з оголенням арматури внаслідок влучання	Внаслідок влучання снаряду	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами

		снаряду в тротуар над ригелем, корозія арматури поверхнева		
		Тріщина з розкриттям до 2мм в ребрі ригеля бід Балкою Б1 (замокання та набухання арматури в бетоні)	Внаслідок влучання снаряду	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами
1.3 Опора №5				
1.3.1	Опорні частини, підферменники, ригеля, колони,	Угон та повне руйнування залізобетонних рухомих опорних частин під балками Б2-Б6 прогону 4-5	Внаслідок потужного вибуху	Демонтувати, замінити на нові згідно розрахунку
		Значне пошкодження залізобетонних рухомих опорних частин під балками Б1 та Б7 прогону 4-5	Внаслідок потужного вибуху	Демонтувати, замінити на нові згідно розрахунку
		Руйнування підферменників (захисного шару бетону, оголення арматури, сітки тріщин по поверхням) всіх підферменників	Внаслідок потужного вибуху	Демонтувати, влаштувати нові підферменники
		Руйнування захисного шару, оголення та корозія арматури на 50% площі фасадної поверхні ригеля з боку ОП№6	Внаслідок потужного вибуху	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами. Влаштувати нову гідроізоляцію та нові деформаційні шви. Виконати гідрофобізацію бетонних поверхонь
		Руйнування захисного шару бетону без оголення арматури на фасадній стороні ригеля на площі 20% з боку ОП№4	Внаслідок потужного вибуху	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами. Влаштувати нову гідроізоляцію та нові деформаційні шви. Виконати

				гідрофобізацію бетонних поверхонь
		5% поверхонь стійок– збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Внаслідок потужного вибуху	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами. Виконати гідрофобізацію бетонних поверхонь
1.4 Опора №6				
1.4.1	Опорні частини, підферменники, ригеля, колони,	Повне руйнування ригеля та насадок на стійках	Внаслідок потужного вибуху	Влаштувати новий ригель, підферменники, опорні частини
		Руйнування стійок на висоту 0,3м від низу насадок з оголенням та корозією арматури	Внаслідок потужного вибуху	Збити на висоту 0,5м, влаштувати нове армування, забетонувати
		10% поверхонь стійок– збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Внаслідок влучання осколків	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами.
1.5 Опора №7				
1.5.1	Опорні частини, підферменники, ригеля, колони,	Повне руйнування ригеля та насадок на стійках	Внаслідок потужного вибуху	Влаштувати новий ригель, підферменники, опорні частини
		Руйнування стійок на висоту 0,3м від низу насадок з оголенням та корозією арматури	Внаслідок потужного вибуху	Влаштувати новий ригель, підферменники, опорні частини
		10% поверхонь стійок– збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Внаслідок влучання осколків	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами.
		Руйнування захисного шару бетону в місці об'єднання стійок та паль на висоту до 1,0 м шириною 0,8м, оголення та поверхнева корозія арматури	Внаслідок влучання осколків	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами.
1.6 Опора №8				
1.6.1	Опорні частини, підферменник	Повне руйнування опори, засипана уламками	Пошкоджено вибухом	Влаштувати нові стійки та ригеля

	и, ригеля, колони			
1.7 Опора №9				
1.7.1	Опорні частини, підферменник и, ригеля,	Сліди пожежі по всій опорі	Пошкоджено вибухом	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами.
		Руйнування підферменника під балкою Б1 прогону 9-10	Пошкоджено вибухом	Демонтувати, влаштувати нові
		Вся поверхня ригеля засипана уламками	Пошкоджено вибухом	Очистити
		30% поверхонь стійок та ригеля– збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Пошкоджено вибухом	Очистити пошкоджений бетон. За необхідністю очистити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами.
		60% поверхні підферменника під балкою Б7 прогону 9-10 - збиття захисного шару бетону без оголення арматури від осколків	Пошкоджено вибухом	Демонтувати, влаштувати нові
		Підферменники під прогоном 8-9 ймовірно повністю зруйновані, доступ до них не можливий	Пошкоджено вибухом	Демонтувати, влаштувати нові
18 Опора №10				
1.8.1	Опорні частини, підферменник и, шафова стінка	Сліди пожежі по всій опорі	Пошкоджено вибухом	Очистити пошкоджений бетон. Відновити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами
		Руйнування всіх підферменників в наслідок зсуву прогону	Пошкоджено вибухом	Влаштувати нові
		Нахил опорних частин в бік шафової стінки	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові
		30% поверхонь шафової стінки та ригеля– збиття захисного шару	Пошкоджено вибухом	Очистити пошкоджений бетон. Відновити арматуру, відновити захисний шар

		бетону без оголення арматури від осколків		полімерними розчинами
		Балки прогонової будови впираються в шафову стінку	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові
2.1 Прогін 1-2,2-3,3-4				
2.1.1	Балки, полки балок, діафрагми	Сколювання бетону на 10% площі на глибину до 2см внаслідок влучання осколків по фасаді крайніх балок та по низу інших балок	Пошкоджено вибухом	Очистити пошкоджений бетон. Відновити арматуру, відновити захисний шар полімерними розчинами
2.2 Прогін 4-5				
2.2.1	Балки, полки балок, діафрагми	Падіння опорних частин Б2-Б6, в наслідок цього просідання даних балок	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові балки
		Руйнування діафрагм між всіма балками над ОП№5, та від ОП5 до середини прогону	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові балки
		Руйнування об'єднання та всіх діафрагм між балками Б1-Б2 та б6-Б7	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові балки
		Руйнування полки балки Б1 над ОП№4 в наслідок влучання снаряду	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові балки
		Зміщення всього прогону в бік ОП№4 з упиранням балок в прогон 3-4	Пошкоджено вибухом	Демонтувати. Влаштувати нові балки
2.3 Прогін 5-6,6-7,7-8,8-9				
2.3.1	Балки, полки балок, діафрагми	Повне руйнування прогону	Пошкоджено вибухом	Влаштувати нові опори, ригеля, підферменники, опорні частини, влаштувати нові балки
2.4 Прогін 9-10				
2.4.1	Балки, полки балок, діафрагми	Значне руйнування балки Б1 в місці спирання на ОП№9, оголення та корозія пучків канатів, балка відновленню не підлягає	Пошкоджено вибухом	Влаштувати новий прогон

		Руйнування діафрагми між балками Б2 та Б3 над ОП№9	Пошкоджено вибухом	Влаштувати новий прогон
		Сліди пожежі під прогоном – значне пошкодження захисного шару бетону балок, сколювання бетону та значне падіння міцності	Пошкоджено вибухом	Влаштувати новий прогон
		Зміщення всього прогону та упирання балок в шафову стінку	Пошкоджено вибухом	Влаштувати новий прогон
		Пробиття снарядом полки балки Б7 над ОП№10, розриви арматури	Пошкоджено вибухом	Влаштувати новий прогон
3. По мостовому полотну				
3.1	Проїзна частина	Руйнування асфальтобетонного покриття в результаті влучання снарядів на 70% площі не зруйнованого моста	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати новий дорожній одяг
		Руйнування асфальтобетонного покриття в результаті влучання снарядів на 30% площі не зруйнованого моста	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати новий дорожній одяг
		Відсутня значна кількість рещіток на водовідвідних трубках	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нові
		Пошкодження у вигляді пробоїв від осколків, або повне руйнування 80% стовпів освітлення	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нові
		Розриви та відсутність комунікаційних каналів освітлення мосту	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нові
3.2	Огородження проїзної частини	Значне руйнування бар'єрного огороження з вириванням стійок з бетону та значним	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нове

		розривом всіх елементів		
3.3	Тротуари	Влучання снарядів та осколків в збірні тротуарні блоки – пошкодження монолітних плит тротуарів з повним руйнуванням, численні пробої від снарядів, руйнування окремих блоків	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нові тротуари
		Повне руйнування стовпів освітлення на ОПН№№ 5-9	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нові
		Розриви та відсутність комунікаційних каналів освітлення мосту	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нові
4. По підходам до мостового переходу, по регуляційних спорудах та підмостовій зоні				
4.1	Підходи	Вибоїни в асфальтобетонному покритті підходів від влучання снарядів	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати новий дорожній одяг
		Розриви в бар'єрному огороженні підходів	Пошкоджено снарядами та осколками	Влаштувати нове
		Часткове руйнування укріплення конусу (2 плити) на ОПН№10 через влучання снарядів	Пошкоджено снарядами та осколками	Укріпити монолітним бетоном
		Під мостом та на підходах до нього залишилось багато не розірваних снарядів, що складає значну небезпеку перебування на мосту та більш детального його обстеження	Не проведено розмінування	Перед початком будь яких робіт на мосту (в т.ч. більш детальне обстеження та вишукувальні роботи) виконати розмінування території із зазначенням безпечних місць

РОЗДІЛ 2

НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВПЛИВИ

Наведені в цьому розрахунку навантаження і впливи забезпечують перевірку конструкцій та елементів мосту:

- на міцність, стійкість і витривалість за першою групою граничних станів;
- жорсткість і тріщиностійкість за другою групою граничних станів.

Далі приведені навантаження, враховані в даному розрахунку:

Постійні:

- *власна вага конструкцій -1;*
- *тиск ґрунту насипу -3;*

Тимчасові від рухомого складу і пішоходів:

- *вертикальні навантаження -7;*
- *[1] [2] [3] горизонтальні поперечні удари рухомого складу -10;*
- *[1] [2] горизонтальні поздовжні навантаження від гальмування або сили тяги -11;*

Інші:

- *[1] [3] вітрові навантаження -12;*
- *температурні кліматичні навантаження -15;*
- *тертя в опорних частинах (задана, як жорсткість для РОЧ) -18.*

Примітки:

[1] – навантаження (впливи), які є взаємовиключні в одній комбінації.

Розрахунки за граничними станами другої групи виконуємо тільки на сполучення навантажень і впливів 1, 3 і 15. При цьому в розрахунках залізобетонних конструкцій мосту за тріщиностійкістю розрахунком враховувано навантаження 11, а при розрахунку горизонтальних переміщень верху опор – навантаження 10.

Коефіцієнт комбінацій η , що враховує ймовірність одночасної появи розрахункових навантажень при сполученнях тимчасових навантажень наведений в таблиці 2.1.

Слід зауважити, що деякі з навантажень для відновлювальних конструкцій мосту не суттєві та не включені до даного розрахунку, як наприклад: льодове навантаження, що діє нижче ліній влаштування нових конструкцій опор та не має безпосереднього впливу на них і т.д.

Таблиця 2.1

Коефіцієнт η для тимчасових навантажень та впливів при їх комбінаціях														
Номери навантажень (впливів), що створюють найбільш несприят-ливий ефект для даного розрахунку		№7				№10	№11	№12	№15					
Номери навантажень (впливів), що діють одночасно або окремо, для створення найбільш несприятливого ефекту		-	№10	№11, №12, №15	№12, №15	№10, №15	№7, №13, №15	№7, №12, №15	№15	-	№7, №11, №12	№7, №12, №10,	№7, №10,	№12
№7	Тимчасові вертикальні навантаження	1	1	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	-	-	0,7	0,7	0,7	-
№10	Поперечні удари рухомого складу	-	1	-	-	0,7	0,8	-	-	-	-	-	0,7	-
№11	Гальмування або сила тяги	-	-	0,7	-	-	-	0,8	-	-	0,7	-	-	-
№12	Вітрове навантаження	-	-	0,25	0,25	-	-	0,25	0,5	-	0,25	0,25	-	0,5
№15	Температурно-кліматичні впливи	-	-	0,7	0,7	0,7	-	0,7	0,7	1	0,8	0,8	0,8	0,8

При розрахунку конструкцій мосту за першою та другою групою відповідальності, до розрахункових значень навантажень вводимо коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n . Цей коефіцієнт використовуємо як множник до ефекту дії (прогину, зусилля, напруження), за винятків тих випадків, коли цей ефект є розвантажувальним. Коефіцієнт дорівнює:

- для першої групи граничних станів – $\gamma_n = 1,100$
- для другої групи граничних станів – $\gamma_n = 0,975$

Згідно ДБН В.2.3-22:2009 (п. 8.3), визначення зусиль в елементах моста при поновленні його первісної вантажопідйомності, тимчасове рухоме навантаження та схеми його розташування приймаються за нормами, за якими

міст проектувався вперше, а саме СН 200-62 для часу спорудження моста 1962 – 1986 роки.

Отже тимчасові навантаження і впливи для розрахунку конструкцій за всіма групами граничних станів приймаємо з коефіцієнтами надійності за навантаженням γ_f та коефіцієнтами динаміки $(1+\mu)$.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти до навантажень

Група граничного стану	Вид розрахунку	Коефіцієнт, що вводиться	
		до всіх навантажень, крім рухомих вертикальних	до рухомих вертикальних навантажень*
I	1. Усі розрахунки, крім перерахованих у пунктах 2-4	γ_f	$\gamma_f; 1 + \mu$
	2. На витривалість	$\gamma_f = 1$	$\gamma_f=1; 1 + 2/3\mu$
	3. За стійкістю положення	γ_f	γ_f^{**}
	4. За сполученнями, що включають сейсмічні навантаження	$\gamma_f = 1$	γ_f
II	Усі розрахунки, включаючи розрахунки на виникнення і розкриття тріщин у залізобетоні	$\gamma_f = 1$	$\gamma_f=1$

2.1 Постійні навантаження і впливи

Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f для постійних навантажень і впливів приймаємо згідно з таблицею 6.2 (табл. 2.3 даного розрахунку) ДБН В.1.2-15:2009 «Мости та труби навантаження і впливи» для визначення внутрішніх зусиль у балках та .

Таблиця 2.3

Навантаження та впливи	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_f	
	для автодорожніх мостів	для залізничних мостів
Всі навантаження та впливи, крім наведених нижче в даній таблиці	1,25(0,9)	–
Вага покриття їздового полотна і тротуарів автодорожніх і міських мостів	2,0(0,9)	–

2.1.1 Власна вага елементів мосту

Характеристичне вертикальне навантаження слід визначати від власної ваги всіх елементів мосту.

Характеристична питома вага матеріалів:

- асфальтобетон – 23,0 кН/м³;
- гідроізоляція – 20,0 кН/м³;
- залізобетон – 25,0 кН/м³.

Власна вага усіх залізобетонних конструкцій мосту автоматично враховується програмою відповідно до геометричних параметрів перерізів попередньо заданих в таблиці жорсткості.

Розрахункове значення питомої ваги залізобетону = $25,0 \cdot 1,25 = 31,25$ кН/м³.

Навантаження на залізобетонну температуро-нерозрізну плиту, кН/м²:

Таблиця 2.4

Вид навантаження	Товщина шару, см	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коеф. надійності γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Асфальтобетон покриття	11,0	$0,11 \cdot 23 = 2,53$	2,0	5,10
Гідроізоляція	0,5	$0,005 \cdot 20 = 0,1$	2,0	0,2
Повне постійне розрахункове навантаження на 1 м ² плити =				5,30

Навантаження на залізобетонну температуро-нерозрізну плиту, кН/мп:

Таблиця 2.5

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/мп	Коеф. надійн ості γ_f	Розрахункове навантаження, кН/мп
Бар'єрне огороження (одного)	0,30	1,25	0,375
Перильне огороження (одного)	0,30	1,25	0,375
Конструкція деформаційного шва (на один шов)	0,65	1,25	0,90

2.2 Тимчасові навантаження і впливи

Тимчасових навантажень від рухомого складу та натовпу

Характеристичне тимчасове вертикальне навантаження від автотранспорту при проектуванні мосту приймаємо за двома моделями:

модель 1 – автомобільна колона за схемою Н-30;

модель 2 – за схемою одиничного колісного навантаження НК-80.

Модель 1

Схема для моделі 1 приведена:

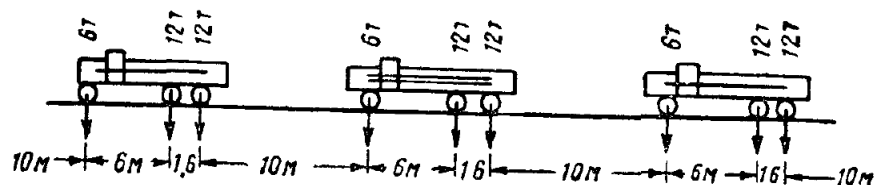


Рис. 2.1. Схема навантаження Н-30

Відповідно до пункту 117 СН 200-62, при всіх розрахунках елементів мосту, які сприймають навантаження з декількох смуг, при довжині завантаження більше 25 м, тимчасове навантаження Н-30 приймається з коефіцієнтом $s = 0,9$.

Для розрахунку прийнято два варіанти розташування навантаження Н-30 поперек мосту: випадок 1 – експлуатаційний; випадок 2 – ремонтний.

За експлуатаційним варіантом вісь першої смуги навантаження розташовувалась на відстані $\Pi+0,55+1,9/2=2,50$ м від краю бордюру, а вісь другої смуги розташовувалась на відстані 3,0 м від першої смуги.

За ремонтним варіантом вісь першої смуги навантаження розташовувалась на мінімально допустимій відстані 1,50 м від краю бордюру.

При розрахунку конструкцій мосту за граничними станами другої групи розглядаємо тільки перший експлуатаційний варіант розміщення рухомого навантаження.

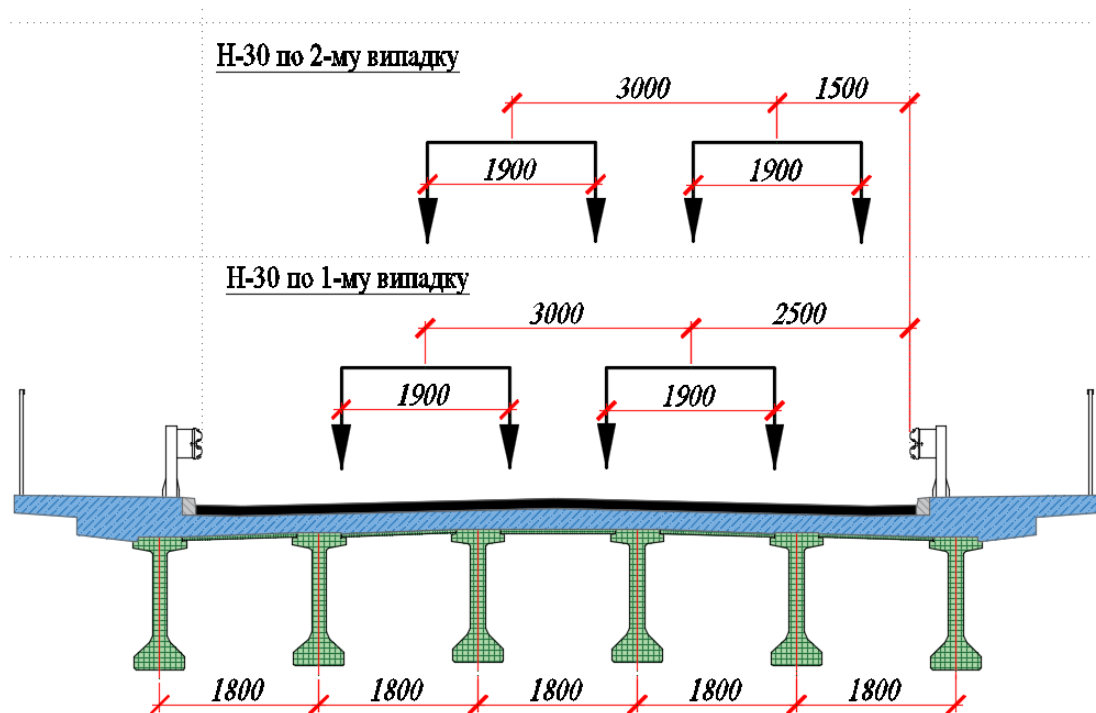
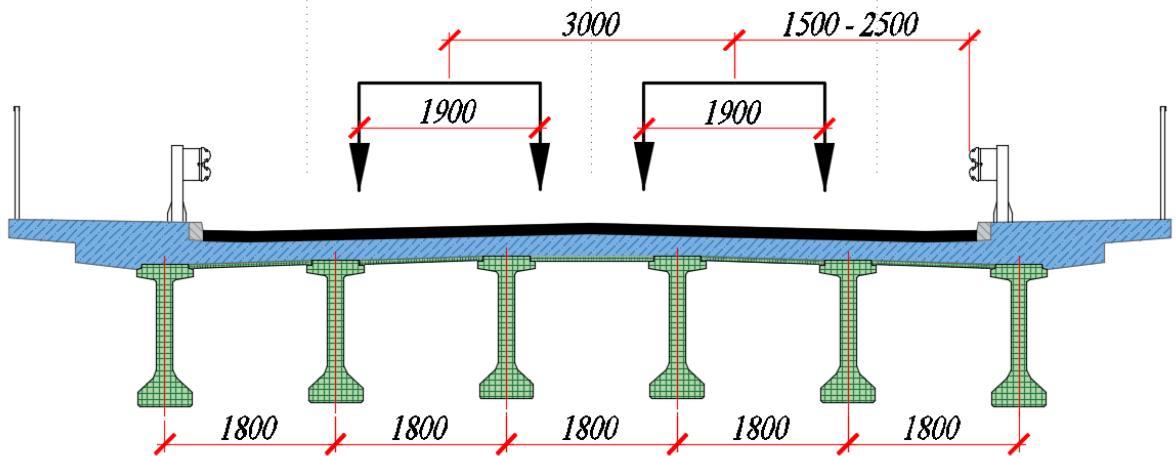


Рис. 2.2. Схема розташування тимчасового автомобільного навантаження за схемою Н-30 поперек мосту

Коефіцієнти s для смуг навантаження у випадках 1 та 2 для автомобільного навантаження Н30 приведені на рисунку 2.3:

Довжина лінії завантаження

- до 25 м	$s_2 = 1,0$	$s_1 = 1,0$
- більше 25 м	$s_2 = 0,9$	$s_1 = 0,9$

Рис. 2.3. Коефіцієнти s для смуг навантаження Н-30Модель 2

Модель 2 представлена одиночним навантаженням НК-80, що являє собою чотиривісний колісний екіпаж (див. рисунок нижче) з навантаженням на вісь $P=196$ кН (20 тс);

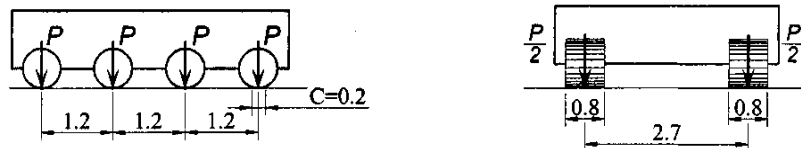


Рисунок 2.4. Автомобільне навантаження з схемою НК-80

Завантаження одиночним навантаженням НК-80 виконуємо за відсутності інших рухомих навантажень на мосту. Встановлюємо тільки в одне місце вздовж напрямку руху, в межах габариту проїзду (для одного навантаження). Вісь екіпажу встановлюємо на відстані 1,75 м до полоси безпеки $\Pi=1,0$ м, тобто $\Pi+1,75=2,75$ м.

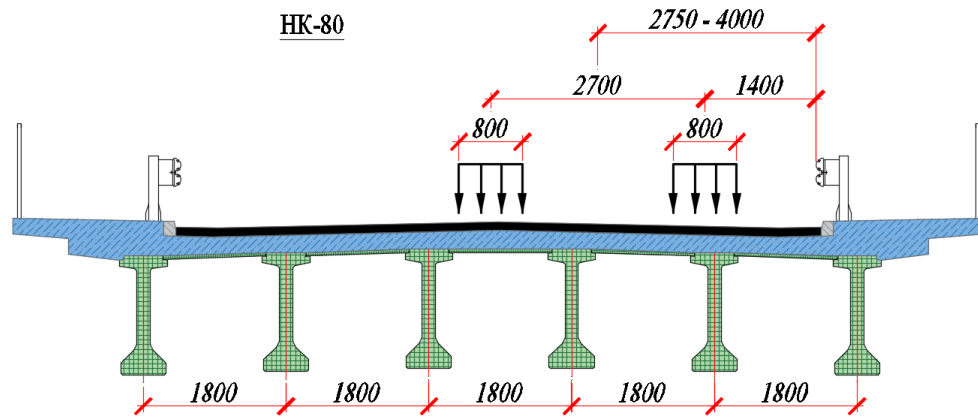


Рис. 2.5. Схема розташування тимчасового автомобільного навантаження за схемою НК-80 поперек мосту

Навантаження НК не враховуємо одночасно при розрахунках на витривалість і за граничними станами другої групи.

Тротуари

Характеристичне тимчасове навантаження на тротуари приймаємо як вертикальне рівномірно розподілене навантаження – 3,92 кПа (400 кгс/м²).

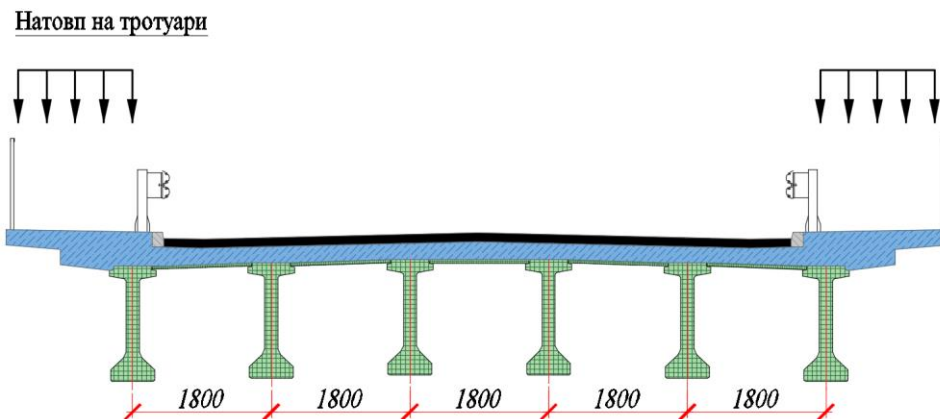


Рис. 2.6. Схема розташування тимчасового навантаження на тротуари поперек мосту

Коефіцієнт надійності γ_f за навантаженням та динамічний коефіцієнт

Коефіцієнт надійності γ_f за навантаженням (для горизонтальних та вертикальних) та динамічний коефіцієнт $1+\mu$ (для вертикальних) слід приймати

згідно приведених нижче таблиць 2.6 та 2.7:

Табл. 2.6 - значення коефіцієнтів для розрахунку за 1-ю групою граничних станів:

Навантаження	Коефіцієнт γ_f	Динамічний коефіцієнт
Колона Н-30	1,40	при $\lambda \leq 5 \text{ м}$ $1 + \mu = 1,3$; при $\lambda \geq 45 \text{ м}$ $1 + \mu = 1,0$; при $5 < \lambda < 45 \text{ м}$ $1 + \mu$ по інтерполяції. ; для Б 22м - $1 + \mu = 1,18$ для Б 33м - $1 + \mu = 1,10$
Екіпаж НК-80	1,10	$1 + \mu = 1,0$
Натовп (окремо)	1,40	$1 + \mu = 1,0$
Натовп (з Н-30)	$0,8 \cdot 1,40 = 1,12$	$1 + \mu = 1,0$

Табл. 2.7 - значення коефіцієнтів для розрахунку за 2-ю групою граничних станів:

Навантаження	Коефіцієнт γ_f	Динамічний коефіцієнт
Колона Н-30	1,0	$1 + \mu = 1,0$
Екіпаж НК	1,0	$1 + \mu = 1,0$
Натовп	1,0	$1 + \mu = 1,0$

Динамічний коефіцієнт для тимчасових горизонтальних навантажень дорівнює $1 + \mu = 1$ (згідно СН200-62, п126, 2)

Табл. 2.8 - Розрахункові значення рухомих вертикальних навантажень

Навантаження	Харак-не	* γ_f	* $(1 + \mu)$	Розрахункове
Колона Н-30_s=1,0 – Р, кН	120,0 60,0	1,40	перемінне	перемінне
Колона Н-30_s=0,9 – Р, кН	120,0 60,0	1,40	перемінне	перемінне
Екіпаж НК – Р, кН	196,0	1,10	$1 + \mu = 1,0$	215,6
Натовп (окремо) – р, кН/м ²	3,96	1,40	$1 + \mu = 1,0$	5,55
Натовп (з Н-30) – р, кН/м ²	3,96	1,12	$1 + \mu = 1,0$	4,45

2.2.1 Горизонтальне поперечне навантаження від ударів рухомого складу

Модель 1 (колона Н-30)

Нормативна величина горизонтального поперечного навантаження від Н30 приймається 0,2 т/м по всій довжині лінії завантаження незалежно від кількості смуг руху.

Розрахункове горизонтальне поперечне навантаження дорівнює:

- для проміжної опори з прилягаючими прогонами 22 та 22 м:

$$N_{\text{удар}} = 0,2 * 10 * 1,40 * 1,0 * (22,16 + 22,16) / 2 = 62,0 \text{ кН}$$

- для проміжної опори з прилягаючими прогонами 22 та 33 м:

$$N_{\text{удар}} = 0,2 * 10 * 1,40 * 1,0 * (22,16 + 32,96) / 2 = 77,2 \text{ кН}$$

- для проміжної опори з прилягаючими прогонами 33 та 33 м:

$$N_{\text{удар}} = 0,2 * 10 * 1,40 * 1,0 * (32,96 + 32,96) / 2 = 92,3 \text{ кН}$$

Модель 2 (екіпаж НК-80)

Нормативна величина горизонтального поперечного навантаження від НК80 приймається 5 т.

Отже $N_{\text{удар}} = 5,0 * 10 * 1,10 * 1,0 = 55,0 \text{ кН}$ (не є вирішальним $62,0 \text{ кН} > 55,0 \text{ кН}$)

2.2.2 Горизонтальні поздовжні навантаження від гальмування або сили тяги рухомого складу

Згідно п.124 СН200-62, поздовжнє навантаження на одну полосу розраховується, як $0,3 \cdot P = 90 \text{ кН}$; $0,6 \cdot P = 120 \text{ кН}$; $0,9 \cdot P = 270 \text{ кН}$ відповідно при довжині завантаження до 25м., від 25 до 50м. та більше 50м.

Розрахункове навантаження від гальмування/сили тяги на 2 смуги:

для ПБ22 $T = 90 * 2 * 1,4 = 252 \text{ кН}$

для ПБ33 $T = 120 * 2 * 1,4 = 336 \text{ кН}$

для ПБ22+22 $T = 120 * 2 * 1,4 = 336 \text{ кН}$

для ПБ22+33, ПБ33+33 $T = 270 * 2 * 1,4 = 756 \text{ кН}$

2.2.3 Температурні кліматичні навантаження

Для розрахунків переміщень деформаційних швів та опорних частин,

опор знаходимо характеристичні значення найбільшої та найменшої температур споруди за формулами:

$$\text{найбільша} \quad t_w = T_{max,W} + \Delta,$$

$$\text{найменша} \quad t_c = T_{n,C},$$

де $T_{max,W} = 41$ град – абсолютна найбільша температура, зареєстрована за весь час спостережень згідно ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 для району II;

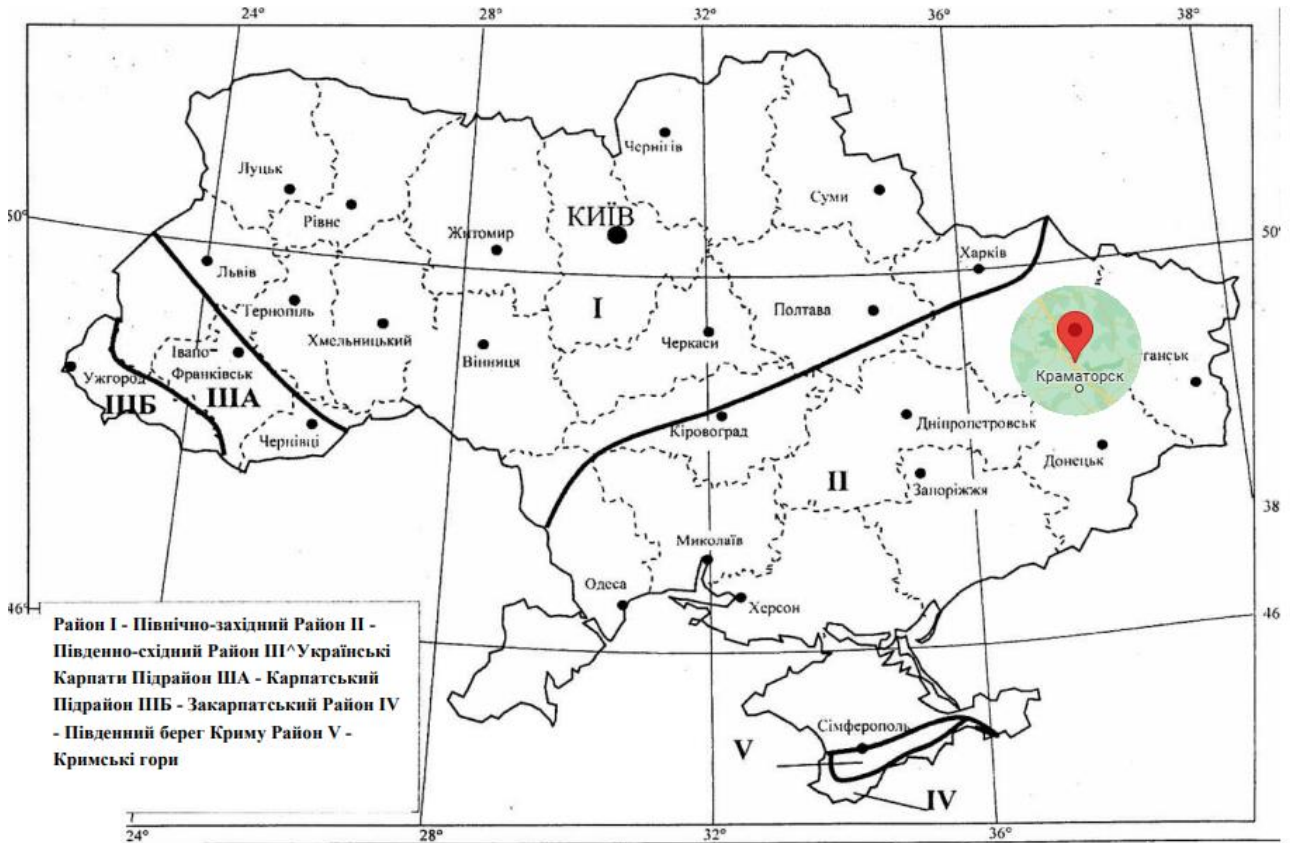


Рис. 2.7. Фактичне місцезоположення споруди за координатами GPS 49.022493, 37.513283

$T_{n,C} = -22$ град – температура повітря найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю для залізобетонних мостів 0,92;

$\Delta = 0$ – зростання температури конструкцій мостів під впливом сонячної радіації для залізобетонних мостів.

Температуру замикання конструкцій приймаємо з урахуванням відсутності інформації відносно часу виконання робіт $+10$ °С. Можливе відхилення Δ_t фактичної температури замикання від прогнозованої $+10$ °С

оцінюємо при проектуванні змінами в напружено-деформованому стані мосту, приймаючи характеристичне значення відхилення $\Delta_t = \pm 15$ °С. Отже, при замиканні конструкція витримує перепад температур $\Delta T_n = \pm 25$ град. З урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,20$, розрахункова величина перепад температур при розрахунку опор складе $\Delta T_n = \pm 30$ град., при цьому для визначення переміщень деформаційних швів та опорних частин ця величина розрахункова II г. ГС величина складе $\Delta T_n = \pm 25$ град.

При розрахунках зусиль та переміщень приймаємо коефіцієнти лінійного розширення для залізобетонних конструкцій – $\alpha_c = 0,000010$.

Жорсткість РОЧ у горизонтальному напрямку приймаємо згідно рекомендацій розділу 24 ДБН В.1.2-15:2009, що є більш точними за приведені розрахунки згідно п.133 СН200-62.

2.2.4 Вітрові навантаження поперек мосту

Вітрові впливи на мостові споруди враховуємо як короточасні змінні навантаження, для яких встановлені граничні та експлуатаційні розрахункові значення:

граничне значення використовуємо для розрахунків стійкості та міцності; експлуатаційне значення використовується за другою групою граничних станів.

Характеристичне значення вітрового тиску приймаємо $W_0 = 0,5$ кПа згідно з ДБН В. 1.2-2, як для 3 вітрового району з коефіцієнтами надійності γ_f рівними:

- для граничного значення вітрового навантаження – 1,15;
- для експлуатаційного значення вітрового навантаження – 0,50.

Коеф. $C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_d$, приймаємо $1,30 \cdot 1,20 \cdot 1,0 = 1,56 \Rightarrow b/d = 6,20$ для а)

Л.1.2

Розрахункова підвітряна площа з наскрізною бар'єрною огорожою з двох

боків мосту дорівнює $A_{ref} = d + 0,6 \text{ м}$.

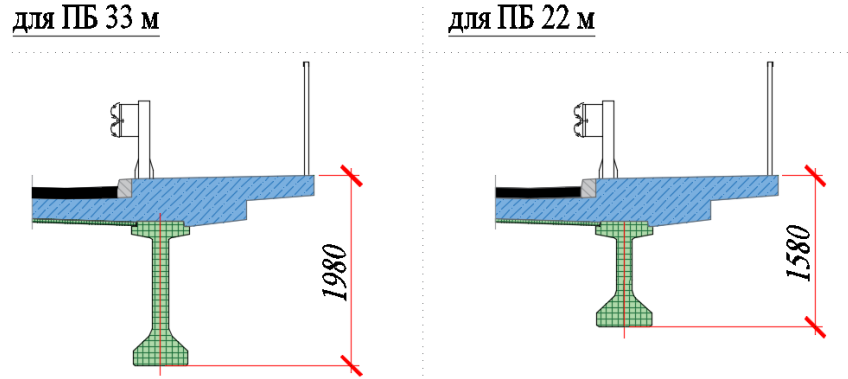


Рис. 2.8. Розрахункова висота дії вітрового навантаження

Розрахункова підвітряна площа ПБ складає:

ПБ22 => $A_{ref} = 1,58 + 0,6 = 2,2 \text{ м}$

ПБ33 => $A_{ref} = 1,98 + 0,6 = 2,6 \text{ м}$

Розрахункові значення вітрового навантаження визначаються за формулою:

$$W_m = \gamma_f \cdot W_o \cdot C_s$$

Розрахункове горизонтальне поперечне вітрове навантаження дорівнює:

- для проміжної опори з прилягаючими прогонами 22 та 22 м:

$$H_{\text{вітер}} = 0,5 * 1,15 * 1,56 * (2,2 * 22,16 + 2,2 * 22,16) / 2 = 43,8 \text{ кН}$$

- для проміжної опори з прилягаючими прогонами 22 та 33 м:

$$H_{\text{вітер}} = 0,5 * 1,15 * 1,56 * (2,2 * 22,16 + 2,6 * 32,96) / 2 = 60,4 \text{ кН}$$

- для проміжної опори з прилягаючими прогонами 33 та 33 м:

$$H_{\text{вітер}} = 0,5 * 1,15 * 1,56 * (2,6 * 32,96 + 2,6 * 32,96) / 2 = 76,9 \text{ кН}$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК БАЛОК ПРОГОНОВИХ БУДОВ

В проекті використані типові І-подібні балки прогонової будови довжиною 22,16м та 32,96м., розроблені стосовно до робочих креслень та розрахунків розроблених ТОВ «Міжнародний проектний інститут» у відповідності до вимог ДБН В.2.3.14:2006 та ДБН В.1.2-15:2009 від 09.2020 року.

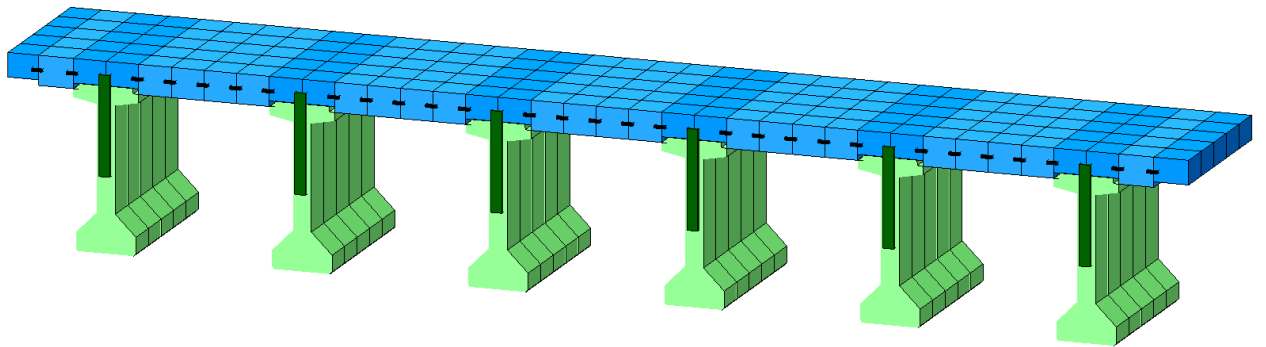


Рис. 3.1. Часткова візуалізація розрахункової моделі прогону в Ліра-САПР

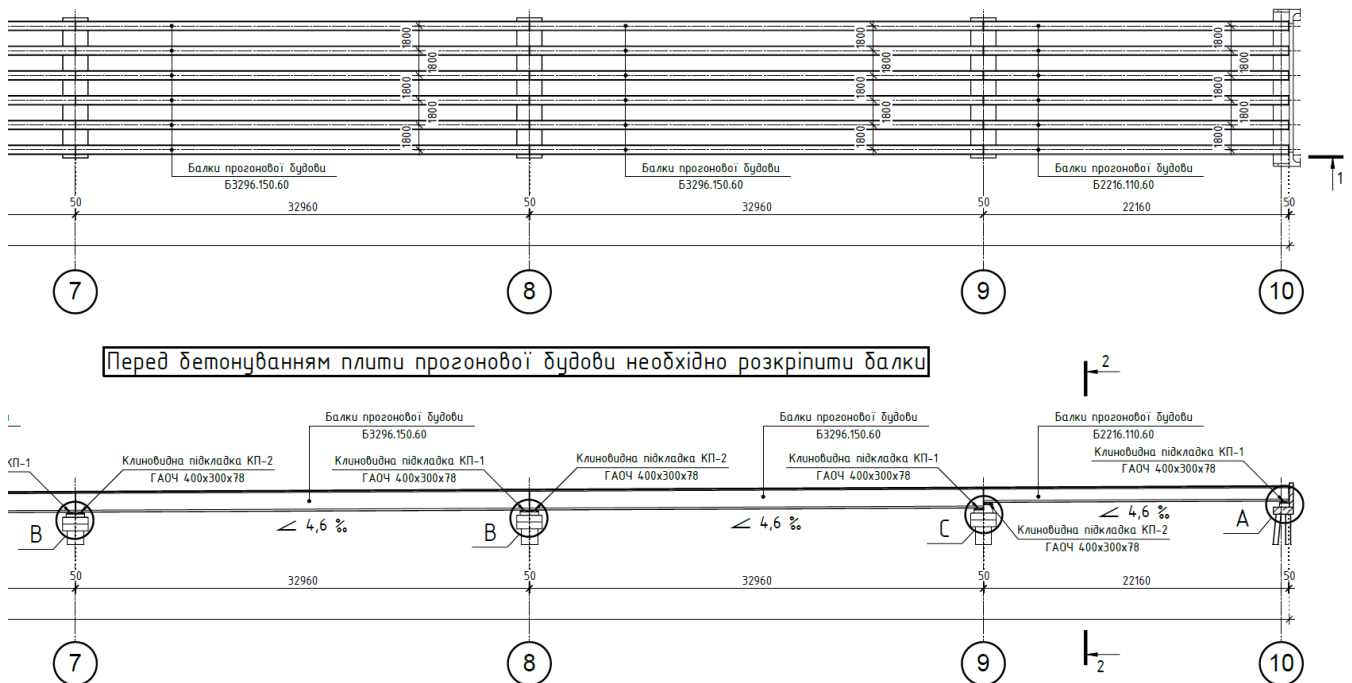


Рис. 3.2. Часткова показана схема розташування балок ПБ

Розрахункова довжина балок складає:

$$Б22 \Rightarrow 22,16 - 2 \cdot 0,35 = 21,46 \text{ м}$$

$$Б33 \Rightarrow 32,96 - 2 \cdot 0,35 = 32,26 \text{ м}$$

3.1 Балка прогонової будови довжиною 22,16 м

Балка прогонової будови висотою 1100 мм, І-подібного перерізу, армована попередньо – напруженими канатами:

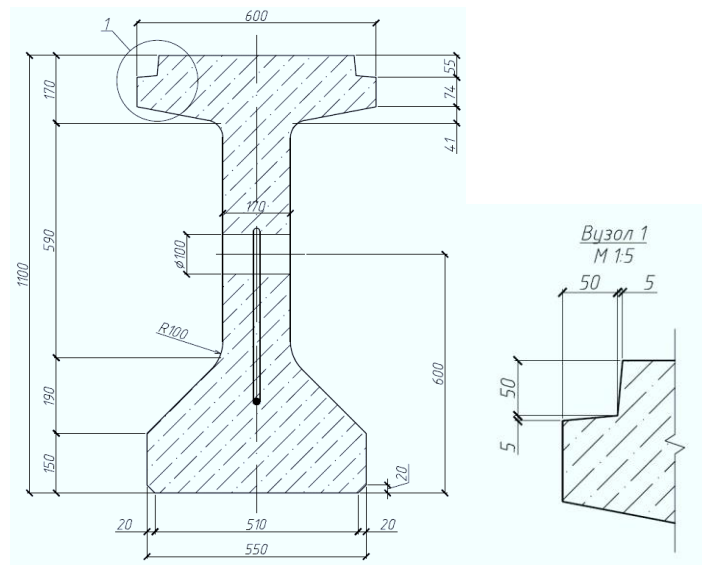


Рис. 3.3. Переріз балки 24 м згідно робочого креслення 124/20-К3.В-03

Несуча здатність перерізу далки за першим граничним станом (без включення плити в роботу):

$$M = 2500 \text{ кНм};$$

$$Q = 1300 \text{ кН}.$$

Мінімальна товщина плити 220 мм.

Розрахункові значення моментів та поперечної сили з урахуванням монолітної плити товщиною 22 см при розрахунковій її ширині 200 см.

Довжина балки, м	Січення X, м	Кількість канатів, шт	Розрахункове значення згинального моменту по першій групі гр. станів M_{gr1} , кН*м	Розрахункове значення згинального моменту по другій групі гр. станів M_{gr2} , кН*м	Розрахункове значення поперечної сили по першій групі гр. станів Q, кН
L=24	12	26	5000	3300	–
	8	24	4600	3050	–
	6	20	4050	2650	–
	0.5	12	900	600	920

Рис. 3.4. Розрахункові значенні внутрішніх сил для балки 24 м згідно робочого креслення 124/20-КЗ.В-02

3.1.1. Визначення внутрішніх зусиль в балці довжиною 22,16 м

Етап 1 – Бетонування плити, плита не включена в роботу.

На даному етапі враховується власна вага монолітного (не включеного в роботу) бетону плити та самої збірної балки.

Відомість витрат матеріалів							
Марка елемента	Клас бетону	Витрати матеріалів на об'єкт					Маса, т
		Бетон, м ³	К-7	A400C	A240C	СтЗсп	
B24.00.110.60	B4.0	8,15	729,7	981,1	351,1	56,6	20,38

Рис. 3.5. Власна вага балки згідно типового проекту

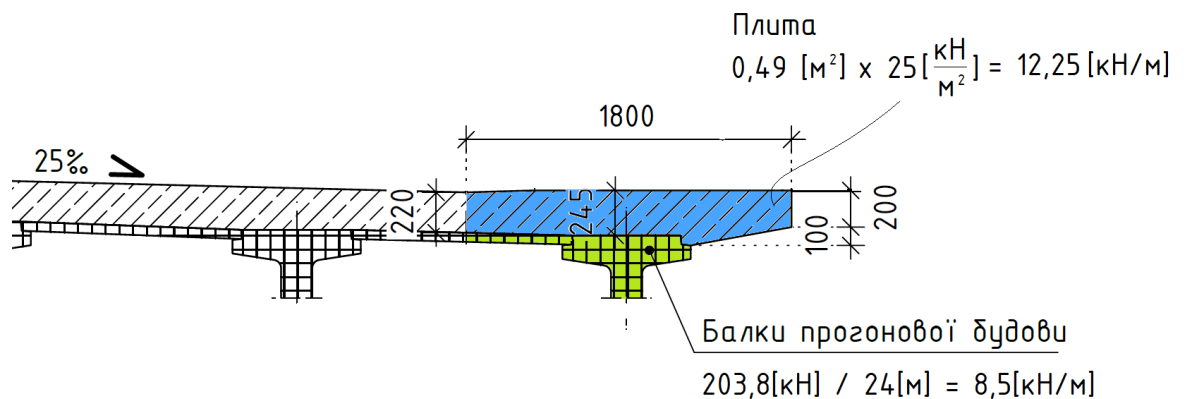


Рис. 3.6. Навантаження на балку відповідно етапу 1

Розрахунковий згинальний момент в середині прогону:

$$M_{d,1/2} = 1,25 \cdot (8,5 + 12,25) \cdot 21,46^2 / 8 = 1493,2 \text{ кНм}$$

Розрахункова поперечна сила на опорі:

$$Q_{d,1/1} = 1,25 \cdot (8,5 + 12,25) \cdot 21,46 / 2 = 278,3 \text{ кН}$$

Перевірка несучої здатності балки для першого етапу:

- за згинальним моментом: $2500 \text{ кНм} > 1493,2 \text{ кНм}$;
- за поперечною силою: $1300 \text{ кН} > 278,3 \text{ кН}$.

Умова виконана.

Етап 2 – Плита включена в роботу, бетонування тротуарів без включення в роботу, вкладання асфальтобетонного покриття, бар'єрне огороження (БО), поручневе огороження (ПО) та деформаційні шви (ДШ). Пропуск тимчасового навантаження.

Постійні навантаження:

GK1 - Власна вага (БО, ПО, ДШ)

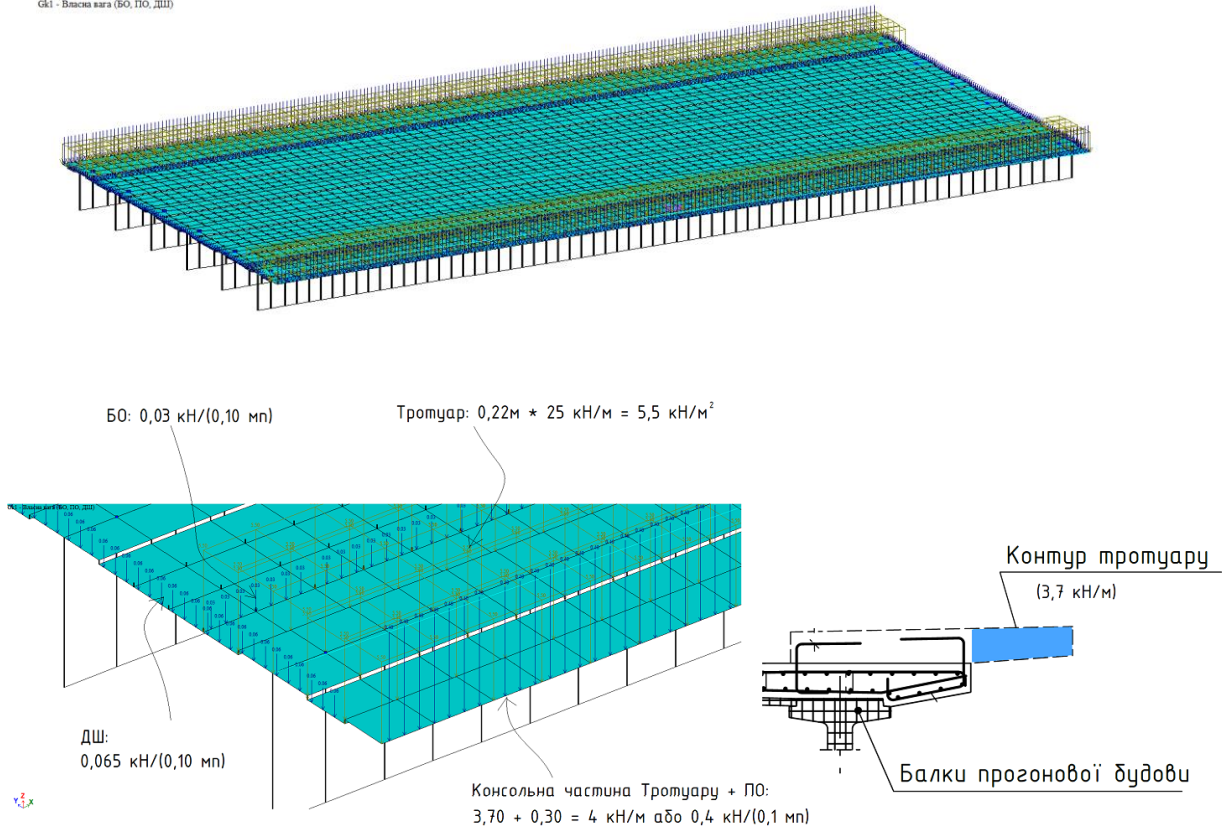


Рис. 3.7. Власна вага від тротуарів, БО, ПО та ДШ.

GK2 - Власна вага (асф. та гідроізоц.)

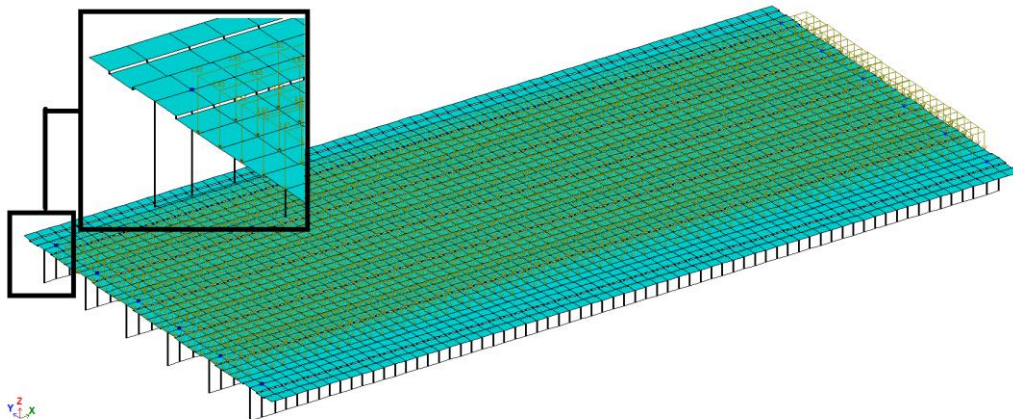


Рис. 3.8. Власна вага від асфальтобетону $2,65 \text{кН/м}^2$.

Тимчасові навантаження:

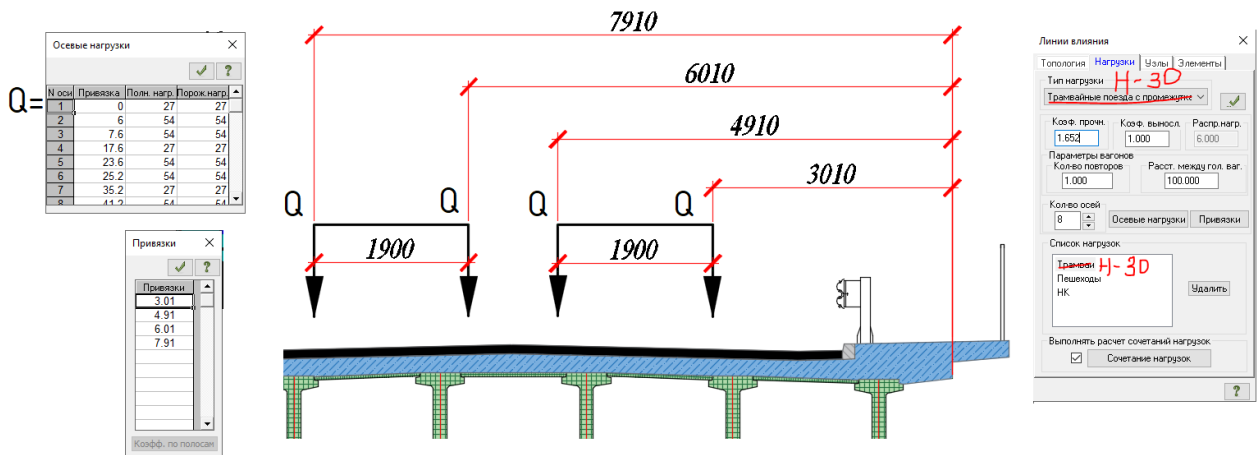


Рис. 3.9. Навантаження H-30 за експ. варіантом 1

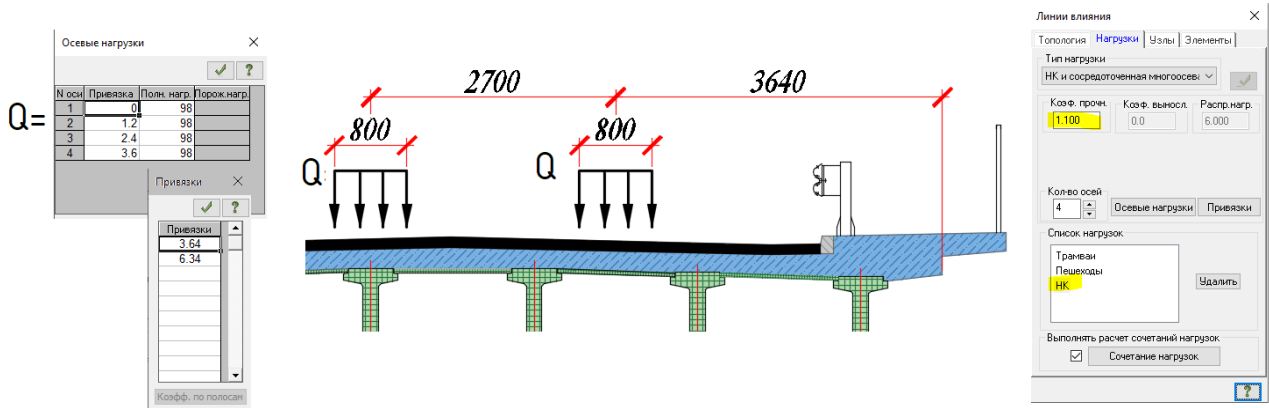


Рис. 3.10. Навантаження НК-80 ближче до осі мосту

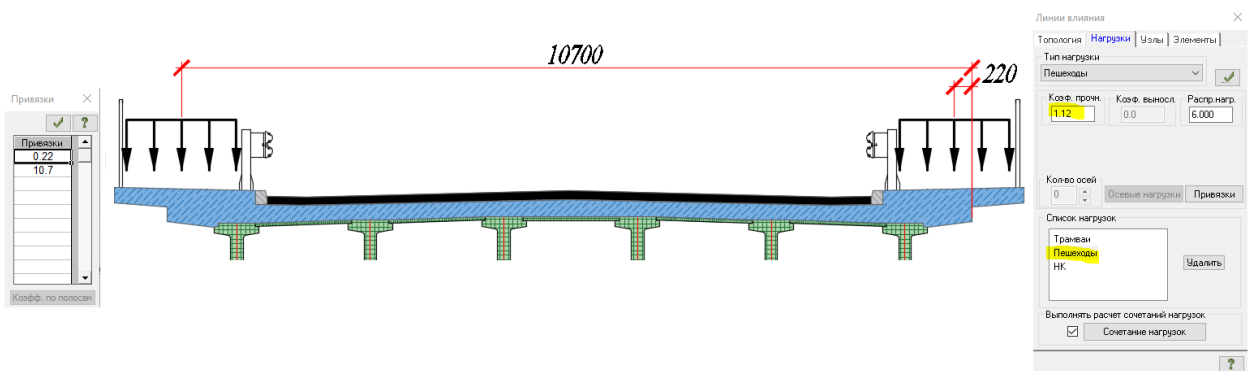


Рис. 3.11. Навантаження на обидва тротуари

Поперечна сила на опорі від повної власної ваги та тимчасовим завантаженням (варіант 1):

Расп.	Балка	Элемент	Тип	Сечение	Фактор	Постоянная нагрузка Этап 1			Постоянная нагрузка Этап 2		
						нормативная	g > 1	g < 1	нормативная	g > 1	g < 1
0	Б1	2	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	136,16	157,55	122,53
0	Б2	404	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	59,06	81,52	53,07
0	Б3	873	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	50,23	74,16	45,22
0	Б4	1342	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	50,03	74,07	45,03
0	Б5	1811	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	59,15	81,62	53,17
0	Б6	2280	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	133,02	154,21	119,78

Балка	Подвижные нагрузки											
	Завантаження 4 - Пешеходы на оба тротуара				Завантаження 3 - Автоколона Н-30				Завантаження 4 - Екипаж НК-80			
	нормативная		на прочность		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Б1	-1,08	62,59	-1,47	87,60	-3,14	27,08	-4,81	41,69	-5,30	46,21	-5,79	50,82
Б2	-6,18	11,09	-8,63	15,60	-0,88	116,74	-1,37	179,82	-0,69	181,49	-0,69	199,63
Б3	-0,69	2,06	-0,98	2,94	-0,78	142,93	-1,18	220,04	-2,45	219,45	-2,65	241,42
Б4	-2,75	4,32	-3,83	5,98	-0,78	145,48	-1,28	223,96	-1,47	302,83	-1,57	333,15
Б5	-2,26	14,62	-3,24	20,50	-0,88	119,29	-1,47	183,74	-2,35	89,37	-2,65	98,30
Б6	-0,88	47,77	-1,28	66,90	-3,04	27,86	-4,61	42,87	-5,69	18,84	-6,28	20,70

Балка	Суммарные нагрузки									
	Комбинация 1					Комбинация 2				
	нормативная		на прочность			нормативная		на прочность		
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Б1	354,58	448,37	316,62	565,14	353,51	405,01	317,12	486,66		
Б2	274,63	409,52	243,44	555,14	281,01	463,18	252,76	559,45		
Б3	271,40	417,86	243,34	575,44	270,41	492,32	242,85	593,89		
Б4	269,04	422,37	240,30	582,31	271,20	575,51	243,83	685,42		
Б5	278,56	415,70	248,94	564,07	279,34	371,07	251,00	458,12		
Б6	351,84	431,30	314,27	542,19	349,97	374,50	313,78	453,11		

Згинальний момент в середині прогону від власної ваги та тимчасовим завантаженням (варіант 1):

Расп.	Балка	Элемент	Тип	Сечение	Фактор	Постоянная нагрузка Этап 1			Постоянная нагрузка Этап 2		
						нормативная	g > 1	g < 1	нормативная	g > 1	g < 1
1/2	Б1	35	10	1	MY	1194,56	1493,2	1075,1	666,76	785,22	600,13
1/2	Б2	437	10	1	MY	1194,56	1493,2	1075,1	403,93	527,77	363,47
1/2	Б3	906	10	1	MY	1194,56	1493,2	1075,1	269,89	399,08	242,87
1/2	Б4	1375	10	1	MY	1194,56	1493,2	1075,1	269,34	398,52	242,40
1/2	Б5	1844	10	1	MY	1194,56	1493,2	1075,1	399,78	523,06	359,69
1/2	Б6	2313	10	1	MY	1194,56	1493,2	1075,1	653,80	770,97	588,44

Балка	Подвижные нагрузки											
	Завантаження 5 - Пешеходы на тротуар				Завантаження 3 - Автоколона Н-30				Завантаження 4 - Екипаж НК-80			
	нормативная		на прочность		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Б1	-6,93	282,50	-9,70	395,45	-9,60	185,76	-14,78	286,05	-12,51	333,89	-13,69	367,23
Б2	-9,53	101,49	-13,41	142,01	-6,39	428,41	-9,72	659,93	-6,67	757,90	-7,31	833,73
Б3	4,22	0,00	5,89	0,00	-8,60	575,13	-13,31	885,50	-8,68	990,24	-9,51	1089,19
Б4	-17,70	29,41	-24,61	41,20	-8,69	579,01	-13,40	891,70	-7,39	1021,88	-8,13	1124,04
Б5	-15,85	108,39	-22,13	151,63	-6,39	435,45	-9,81	670,49	-5,74	518,37	-6,30	570,17
Б6	-6,00	230,40	-8,43	322,63	-8,47	189,48	-13,08	291,73	-26,06	138,53	-28,68	152,48

Балка	Суммарные нагрузки							
	Комбинация 1				Комбинация 2			
	нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Б1	1844,79	2329,49	1650,76	2960,01	1848,91	2195,21	1661,44	2645,74
Б2	1582,57	2128,39	1415,55	2822,73	1591,83	2356,40	1431,27	2854,60
Б3	1459,98	2039,49	1310,55	2777,87	1455,77	2454,60	1308,46	2981,56
Б4	1437,60	2072,32	1279,49	2824,61	1456,50	2485,77	1309,37	3015,76
Б5	1572,10	2138,00	1402,94	2838,49	1588,60	2112,52	1428,50	2586,43
Б6	1833,79	2268,14	1641,93	2878,44	1822,29	1986,89	1634,86	2416,56

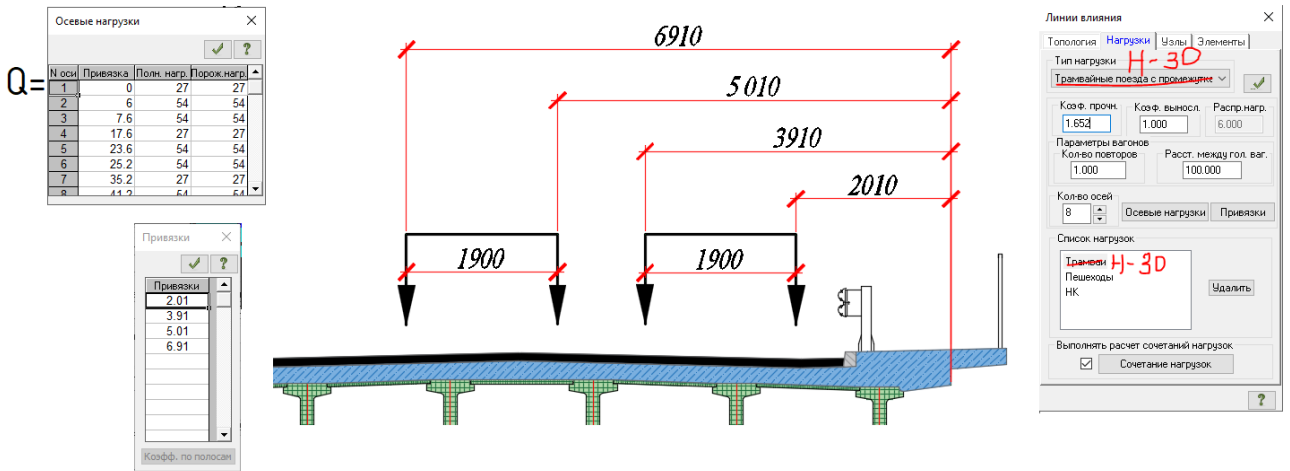


Рис. 3.12. Навантаження Н-30 за ремонтним варіантом 2

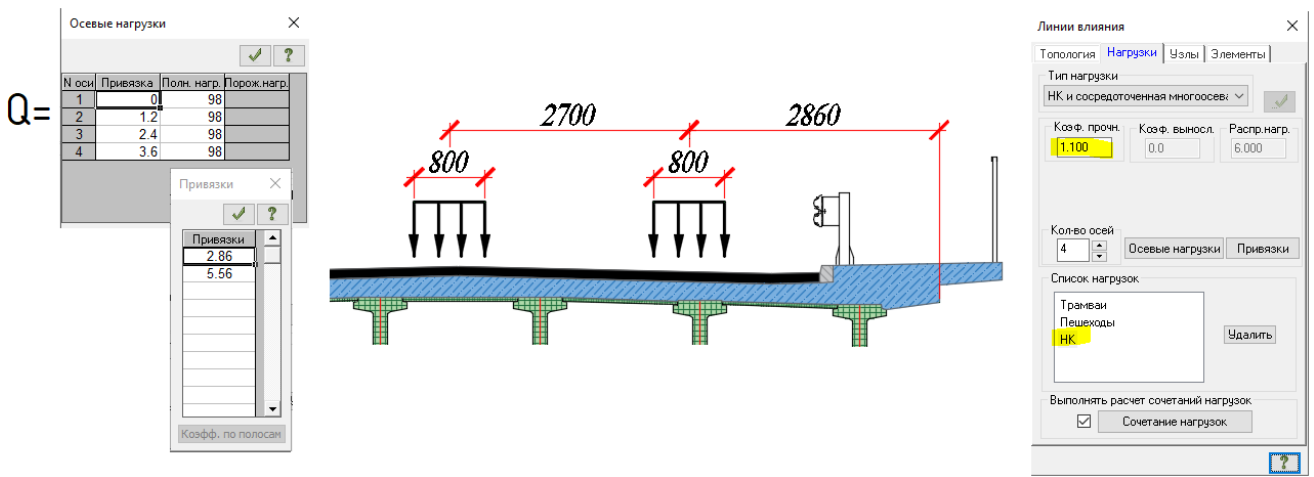


Рис. 3.13. Навантаження НК-80 ближче до краю мосту

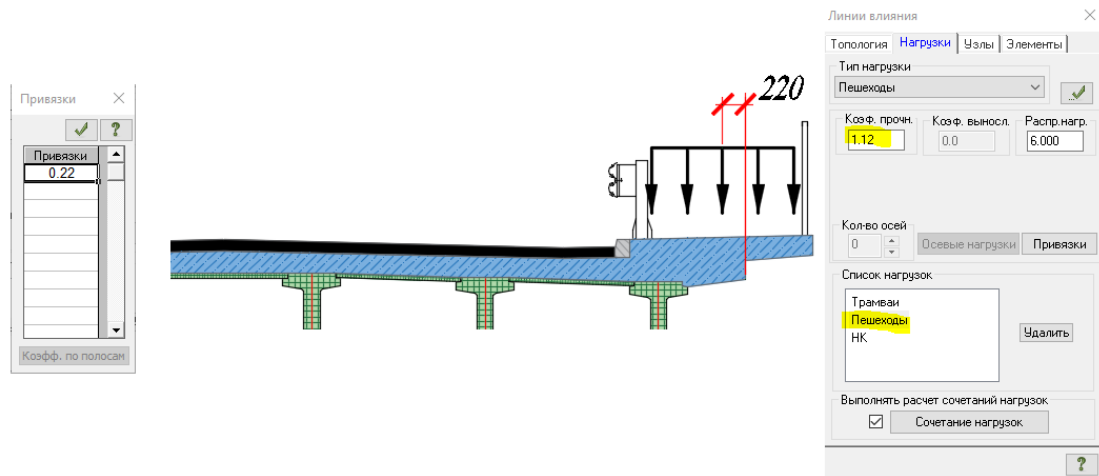


Рис. 3.14. Навантаження на правий тротуар

Поперечна сила на опорі від повної власної ваги та тимчасовим завантаженням (варіант 2):

Расп.	Балка	Элемент	Тип	Сечение	Фактор	Постоянная нагрузка			Постоянная нагрузка		
						Этап 1			Этап 2		
						нормативная	g > 1	g < 1	нормативная	g > 1	g < 1
0	Б1	2	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	155,39	177,66	139,79
0	Б2	404	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	53,17	76,91	47,87
0	Б3	873	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	50,91	76,62	45,81
0	Б4	1342	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	50,72	76,42	45,71
0	Б5	1811	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	53,76	77,60	48,46
0	Б6	2280	10	1	*QZ	222,64	278,3	200,38	151,66	173,64	136,56

Балка	Подвижные нагрузки											
	Завантаження 8 - Пешеходы на оба тротуара				Завантаження 6 - Автоколону Н-30				Завантаження 7 - Екипаж НК-80			
	нормативная		на прочность		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
Б1	74,16	0,00	83,09	0,00	73,67	-4,61	121,64	-7,55	71,22	-5,98	78,28	-6,57
Б2	7,46	-8,63	8,34	-9,61	144,50	-0,98	238,78	-1,67	339,62	-1,28	373,66	-1,47
Б3	1,47	-0,88	1,67	-0,98	192,57	-1,08	318,14	-1,77	221,90	-0,69	244,17	-0,78
Б4	0,00	-3,73	0,00	-4,12	137,34	-0,88	226,81	-1,37	212,29	-0,69	233,48	-0,69
Б5	0,00	-2,45	0,00	-2,75	62,78	-0,78	103,69	-1,28	58,96	-1,28	64,84	-1,47
Б6	0,00	-0,98	0,00	-1,08	9,61	-8,44	15,89	-13,93	3,43	-14,13	3,83	-15,50

Балка	Суммарные нагрузки							
	Комбинация 1				Комбинация 2			
	нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
	max	min	max	min	max	min	max	min
Б1	525,87	373,42	660,79	332,61	449,15	372,05	534,24	333,69
Б2	427,77	266,20	602,32	236,97	615,53	274,53	728,87	246,88
Б3	467,60	271,59	674,72	243,44	495,46	272,87	599,09	245,40
Б4	410,70	268,85	581,53	240,50	485,65	272,77	588,30	245,31
Б5	339,18	273,26	459,59	244,82	335,36	275,12	420,74	247,37
Б6	383,92	364,89	467,83	321,82	377,83	360,18	455,76	321,33

Згинальний момент в середині прогону від власної ваги та тимчасовим завантаженням (варіант 2):

Расп.	Балка	Элемент	Тип	Сечение	Фактор	Постоянная нагрузка			Постоянная нагрузка		
						Этап 1			Этап 2		
						нормативная	g > 1	g < 1	нормативная	g > 1	g < 1
1/2	Б1	35	10	1	МУ	1194,56	1493,2	1075,1	666,76	785,22	600,13
1/2	Б2	437	10	1	МУ	1194,56	1493,2	1075,1	403,93	527,77	363,47
1/2	Б3	906	10	1	МУ	1194,56	1493,2	1075,1	269,89	399,08	242,87
1/2	Б4	1375	10	1	МУ	1194,56	1493,2	1075,1	269,34	398,52	242,40
1/2	Б5	1844	10	1	МУ	1194,56	1493,2	1075,1	399,78	523,06	359,69
1/2	Б6	2313	10	1	МУ	1194,56	1493,2	1075,1	653,80	770,97	588,44

Балка	Подвижные нагрузки													
	Завантаження 8 - Пешеходы на тротуар					Завантаження 6 - Автоколона Н-30				Завантаження 7 - Екипаж НК-80				
	нормативная		на прочность			нормативная		на прочность		нормативная		на прочность		
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max		
Б1	0,00	282,41	0,00	316,31	-12,86	390,95	-21,20	645,92	-6,41	557,54	-7,05	613,38		
Б2	0,00	101,49	0,00	113,57	-8,33	535,94	-13,69	885,25	-7,49	1013,18	-8,33	1114,51		
Б3	6,80	0,00	7,72	0,00	-8,69	608,05	-14,32	1004,74	-8,59	987,46	-9,51	1086,16		
Б4	-17,60	0,00	-19,67	0,00	-7,59	496,92	-12,49	820,84	-6,66	780,75	-7,40	858,83		
Б5	-15,66	0,00	-17,48	0,00	-3,92	282,32	-6,51	466,33	-4,00	353,47	-4,37	388,81		
Б6	-5,82	0,00	-6,47	0,00	-10,59	84,43	-17,52	139,38	-38,52	74,92	-42,39	82,36		

Балка	Суммарные нагрузки							
	Комбинация 1				Комбинация 2			
	нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Б1	1848,46	2534,69	1653,84	3240,65	1854,92	2418,86	1668,08	2891,80
Б2	1590,16	2235,73	1424,88	3019,79	1590,91	2611,67	1430,35	3135,38
Б3	1462,57	2072,60	1311,37	2896,92	1455,77	2451,83	1308,46	2978,53
Б4	1438,79	1960,81	1285,34	2712,65	1457,33	2244,73	1310,19	2750,55
Б5	1574,66	1876,57	1410,80	2482,59	1590,25	1947,81	1430,42	2405,17
Б6	1831,94	1932,69	1639,46	2403,55	1809,93	1923,27	1621,16	2346,54

Розрахунковий згинальний момент в середині прогону:

$$M_{d,1/2} = 3240,65 \cdot 1,10 = 3564,7 \text{ кНм}$$

Розрахункова поперечна сила на опорі:

$$Q_{d,1/1} = 728,9 \cdot 1,10 = 801,8 \text{ кН}$$

Перевірка несучої здатності балки другого етапу по першій групі гр. станів:

- за згинальним моментом: $5000 \text{ кНм} > 3564,7 \text{ кНм}$;
- за поперечною силою: $920 \text{ кН} > 801,8 \text{ кН}$.

Умова виконана.

3.2 Балка прогонової будови довжиною 32,96 м

Балка прогонової будови висотою 1500 мм, І-подібного перерізу, армована поперечно – напруженими канатами:

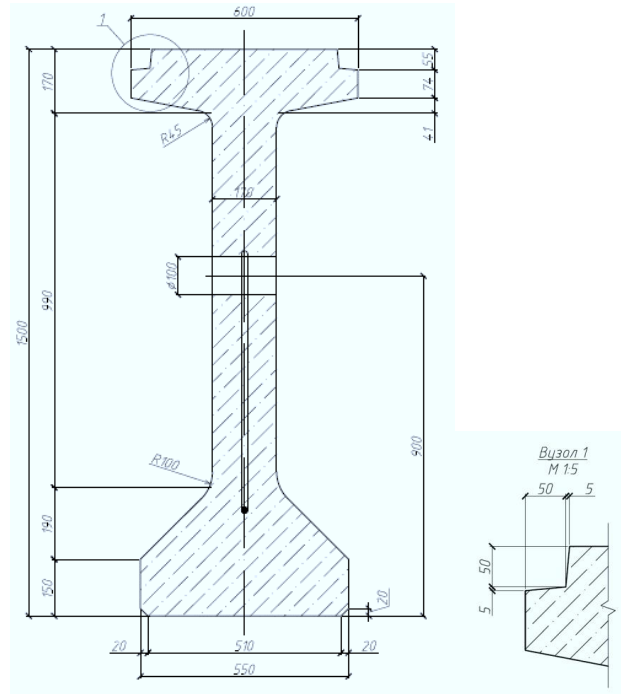


Рис. 3.15. Переріз балки 33 м згідно робочого креслення 124/20-КЗ.В-03

Несуча здатність перерізу балки за першим граничним станом (без включення плити в роботу):
 $M = 4300$ кНм;
 $Q = 1450$ кН.
 Мінімальна товщина плити 220 мм.

Розрахункові значення моментів та поперечної сили з урахуванням монолітної плити товщиною 22 см, при розрахунковій її ширині 180 см.

Довжина балки, м	Січення X, м	Кількість канатів, шт	Розрахункове значення згинального моменту по першій групі гр. станів M_{gr1} , кН*м	Розрахункове значення згинального моменту по другій групі гр. станів M_{gr2} , кН*м	Розрахункове значення поперечної сили по першій групі гр. станів Q , кН
L=33	16.5	34	8900	6000	-
	11	32	8400	5600	-
	8.5	28	7150	4750	-
	0.5	14	1150	770	1200

Рис. 3.16. Розрахункові значенні внутрішніх сил для балки 33 м згідно робочого креслення 124/20-КЗ.В-02

3.2.1 Визначення внутрішніх зусиль в балці довжиною 32,96 м

Етап 1 – Бетонування плити, плита не включена в роботу

На даному етапі враховується власна вага монолітного (не включеного в роботу) бетону плити та самої збірної балки.

Відомість витрат матеріалів							
Марка елемента	Клас бетону	Витрати матеріалів на виріб					Маса, т
		Бетон, м ³	К-7	A400C	A240C	СтЗсп	
Б33300.150.60	B45	13,44	1290,2	1380,7	538,0	56,6	33,6

Рис. 3.17. Власна вага балки згідно типового проекту

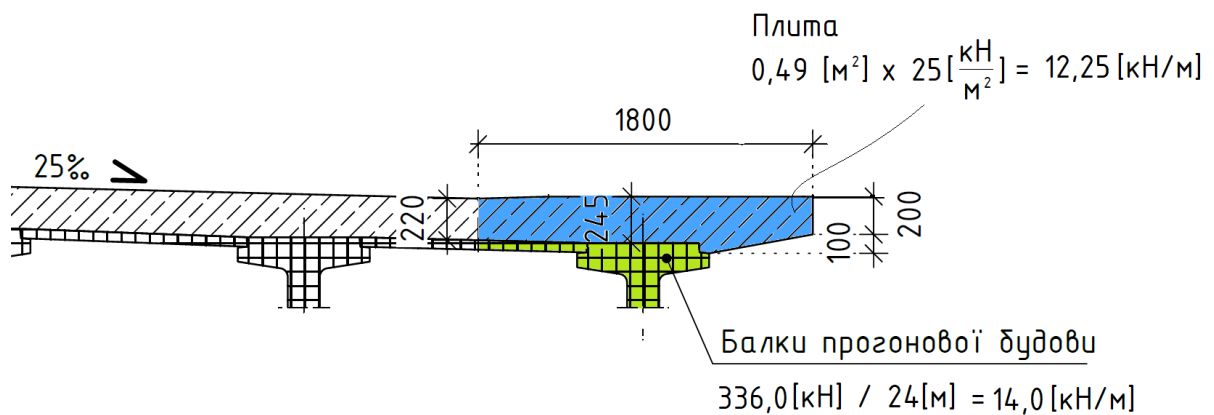


Рис. 3.18. Навантаження на балку відповідно етапу 1

Розрахунковий згинальний момент в середині прогону:

$$M_{d,1/2} = 1,25 \cdot (14,0 + 12,25) \cdot 32,26^2 / 8 = 4268,5 \text{ кНм}$$

Розрахункова поперечна сила на опорі:

$$Q_{d,1/1} = 1,25 \cdot (14,0 + 12,25) \cdot 32,26 / 2 = 529,3 \text{ кН}$$

Перевірка несучої здатності балки для першого етапу:

- за згинальним моментом: $4300 \text{ кНм} > 4268,5 \text{ кНм}$;
- за поперечною силою: $1450 \text{ кН} > 529,3 \text{ кН}$.

Умова виконана.

Етап 2 – Плита включена в работу, бетонирования тротуарів без включення в работу, вкладання асф.-бетонного покриття, БО, ПО та ДШ. Пропуск тимчасового навантаження.

Поперечна сила на опорі від повної власної ваги та тимчасовим завантаженням (варіант 1):

Расп.	Балка	Элемент	Тип	Сечение	Фактор	Постоянная нагрузка			Постоянная нагрузка		
						Этап 1			Этап 2		
						нормативная	g > 1	g < 1	нормативная	g > 1	g < 1
0	B1	3	10	1	*QZ	423,44	529,3	381,1	162,16	232,60	145,97
0	B2	615	10	1	*QZ	423,44	529,3	381,1	97,51	167,16	87,70
0	B3	1329	10	1	*QZ	423,44	529,3	381,1	93,69	165,59	84,37
0	B4	2043	10	1	*QZ	423,44	529,3	381,1	93,29	165,10	83,97
0	B5	2757	10	1	*QZ	423,44	529,3	381,1	97,02	166,67	87,31
0	B6	3471	10	1	*QZ	423,44	529,3	381,1	158,24	227,59	142,44

Балка	Фактор	Подвижные нагрузки											
		Завантаження 8 - Пешеходы на тротуар				Завантаження 6 - Автоколону Н-30				Завантаження 7 - Екипаж НК-80			
		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
B1	*QZ	0,00	78,68	0,00	88,09	-0,69	115,56	-1,08	177,86	-2,16	115,07	-2,45	126,65
B2	*QZ	-4,71	21,09	-5,30	23,54	-0,78	166,08	-1,28	255,84	-1,37	307,35	-1,57	338,15
B3	*QZ	0,00	11,67	0,00	13,05	-0,98	202,18	-1,57	311,37	-1,86	217,39	-2,06	239,17
B4	*QZ	-0,59	2,06	-0,69	2,26	-0,69	150,58	-0,98	232,01	-0,59	203,66	-0,59	224,06
B5	*QZ	-2,26	0,00	-2,55	0,00	-0,49	84,37	-0,69	129,88	-1,57	75,93	-1,67	83,48
B6	*QZ	-7,65	0,00	-8,53	0,00	-5,79	33,65	-8,83	51,80	-7,06	27,86	-7,75	30,71

Балка	Фактор	Суммарные нагрузки									
		Комбинация 1					Комбинация 2				
		нормативная		на прочность			нормативная		на прочность		
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
B1	*QZ	584,91	779,84	525,99	1027,84	583,44	700,77	524,62	888,44		
B2	*QZ	515,36	708,13	462,22	975,95	519,48	828,30	467,23	1034,61		
B3	*QZ	516,14	731,08	463,89	1019,41	515,26	734,52	463,40	934,06		
B4	*QZ	515,46	669,38	463,40	928,67	516,14	720,39	464,48	918,46		
B5	*QZ	517,81	604,83	465,17	825,86	518,99	596,39	466,74	779,46		
B6	*QZ	568,33	615,32	506,08	808,79	574,61	609,54	515,79	787,60		

Згинальний момент в середині прогону від власної ваги та тимчасовим завантаженням (варіант 1):

Расп.	Балка	Элемент	Тип	Сечение	Фактор	Постоянная нагрузка			Постоянная нагрузка		
						Этап 1			Этап 2		
						нормативная	g > 1	g < 1	нормативная	g > 1	g < 1
1/2	B1	53	10	1	MY	3414,8	4268,5	3073,3	1136,58	1713,77	1022,91
1/2	B2	665	10	1	MY	3414,8	4268,5	3073,3	933,78	1509,32	840,41
1/2	B3	1379	10	1	MY	3414,8	4268,5	3073,3	807,91	1384,58	727,11
1/2	B4	2093	10	1	MY	3414,8	4268,5	3073,3	803,95	1379,80	723,70
1/2	B5	2807	10	1	MY	3414,8	4268,5	3073,3	921,08	1493,50	828,90
1/2	B6	3521	10	1	MY	3414,8	4268,5	3073,3	1113,49	1684,54	1002,13

Балка	Фактор	Подвижные нагрузки											
		Завантаження 8 - Пешеходы на тротуар				Завантаження 6 - Автоколону Н-30				Завантаження 7 - Екипаж НК-80			
		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
B1	MY	-0,09	478,57	-0,09	535,96	-8,23	866,81	-12,76	1334,94	-8,42	1122,13	-9,25	1234,40
B2	MY	0,00	277,53	0,00	310,80	-7,78	903,66	-11,95	1391,71	-6,95	1439,53	-7,78	1583,56
B3	MY	-0,09	119,02	-0,09	133,20	-6,95	910,77	-10,75	1402,45	-6,48	1318,65	-7,22	1450,54
B4	MY	0,52	20,48	0,61	22,91	-6,22	771,40	-9,46	1187,96	-5,65	1072,50	-6,31	1179,79
B5	MY	-33,45	0,00	-37,53	0,00	-4,92	554,78	-7,62	854,40	-4,46	623,11	-4,83	685,43
B6	MY	-67,98	0,00	-76,17	0,00	-41,93	373,21	-64,56	574,74	-23,60	298,73	-26,07	328,62

Балка	Фактор	Суммарные нагрузки							
		Комбинация 1				Комбинация 2			
		нормативная		на прочность		нормативная		на прочность	
		min	max	min	max	min	max	min	max
Б1	МУ	4542,96	5896,85	4083,29	7853,27	4542,96	5673,51	4086,99	7216,66
Б2	МУ	4340,81	5529,78	3901,78	7480,43	4341,55	5788,11	3906,04	7361,37
Б3	МУ	4215,67	5252,40	3789,68	7188,82	4216,23	5541,36	3793,21	7103,62
Б4	МУ	4213,14	5010,82	3787,98	6859,26	4213,18	5291,34	3790,71	6828,09
Б5	МУ	4297,41	4890,66	3857,17	6616,31	4331,42	4958,99	3897,39	6447,33
Б6	МУ	4418,38	4901,49	3934,72	6527,87	4504,59	4826,83	4049,38	6281,66

Розрахунковий згинальний момент в середині прогону:

$$M_{d,1/2} = 7853,27 \cdot 1,10 = 8638,6 \text{ кНм}$$

Розрахункова поперечна сила на опорі:

$$Q_{d,1/1} = 1034,61 \cdot 1,10 = 1138,1 \text{ кН}$$

Перевірка несучої здатності балки другого етапу по першій групі гр. станів:

- за згинальним моментом: $8900 \text{ кНм} > 8638,6 \text{ кНм}$;
- за поперечною силою: $1200 \text{ кН} > 1138,1 \text{ кН}$.

Умова виконана.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНО-НЕРОЗРІЗНОЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ

До розрахунку елементів монолітної плити прийняті наступні вихідні дані:

Матеріали:

- повздовжня робоча арматура класу – A400С;
- поперечна робоча арматура класу – A400С;
- бетон класу – В35.

Захисний шар бетону до робочої арматури з урахуванням Δ :

- монолітна плита – зверху 55 мм / знизу конструктивно;
- тротуарні плити – зверху 55 мм / по бокам 40 мм;
- перехідна плита – зверху 55 мм / ґрунт 35 мм
- монолітний лежень – зверху 55 мм / ґрунт 35 мм
- збірна плита опалубки – зверху конструктивно / знизу мін. 20 мм.

Конструкція:

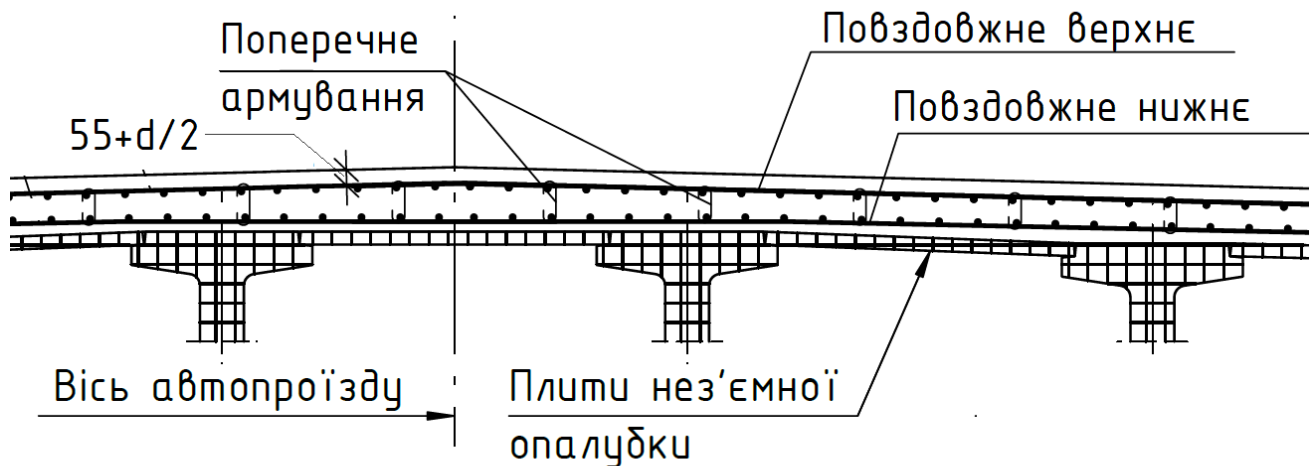


Рис. 4.1. Схема армування плити

4.1 Навантаження на плиту

В якості вертикального тимчасово навантаження прийнято еквівалентне розподілене по площі навантаження від колеса вантажівки розмірами сліду 0,6x0,2 м. З урахуванням розподілення навантажень асфальтобетоном товщиною 11 см, габарити сліду прийняті 0,82x0,42м.

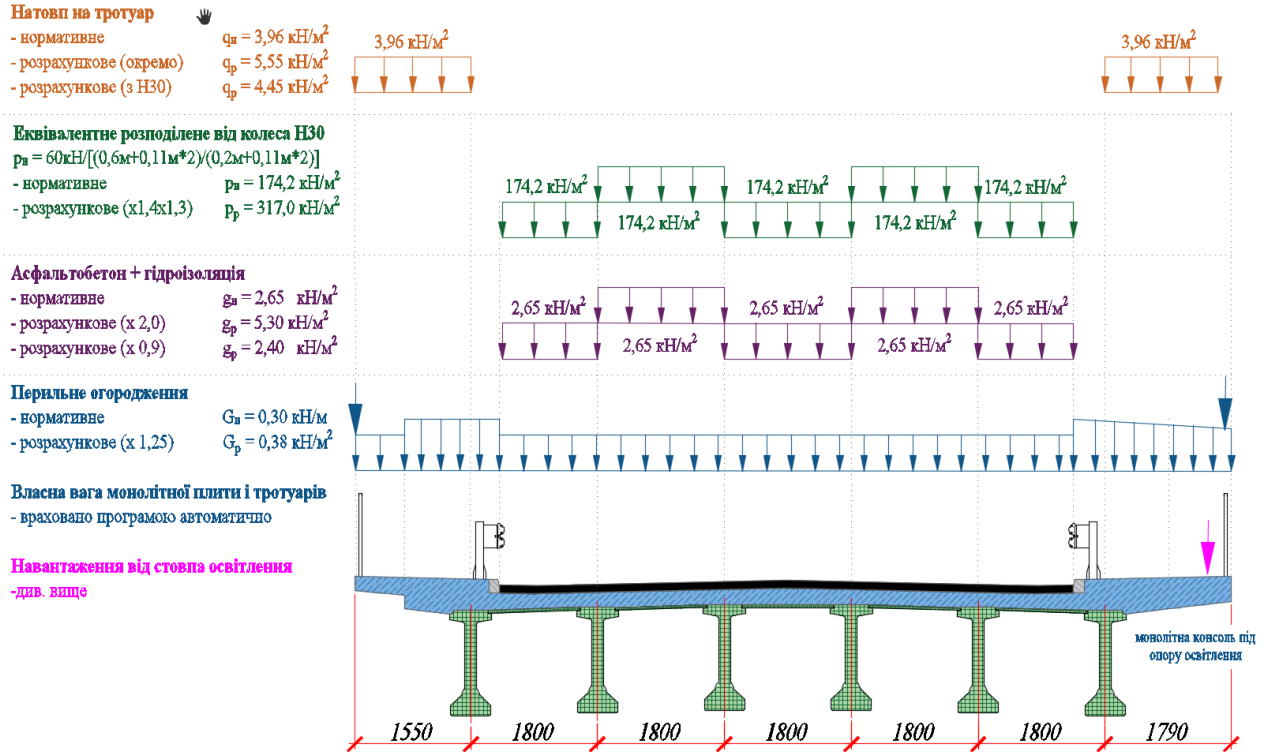


Рис. 4.5. Схема навантажень на плиту проїзду

4.2 Необхідне армування

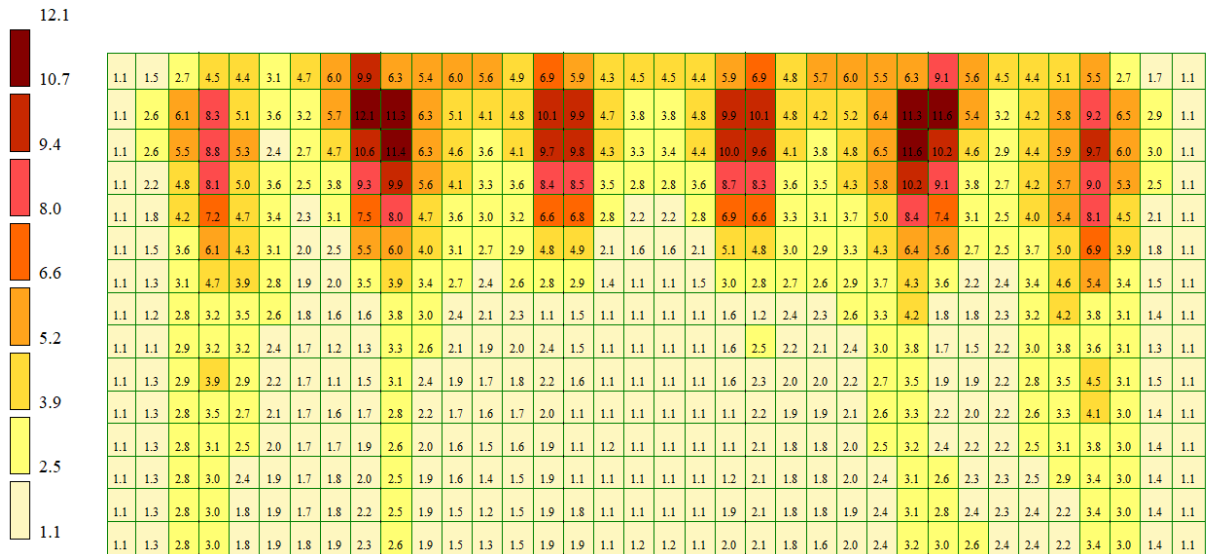


Рис. 4.6. Максимальне необхідне армування поперек мосту над опорою

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК ОПОР МОСТУ

До розрахунку елементів опор прийняті наступні вихідні дані:

Матеріали:

- робоча поздовжня арматура класу – А400С;
- клас поперечної арматура – А240С;
- бетон класу:
 - стійка проміжної опори – В35;
 - ригель проміжної опори – В35.

Захисний шар бетону до хомутів з урахуванням Δ :

- стійка проміжної опори – min 40 мм;
- ригель проміжної опори – 40 мм.

Розрахунок проводимо для проміжних опор з варіантами обпирання прогонових будов 32,96 + 32,96 та 22,16 + 32,96 м. Варіант 22,16 + 22,16 м не розглядаємо, так як він не являється вирішальним.

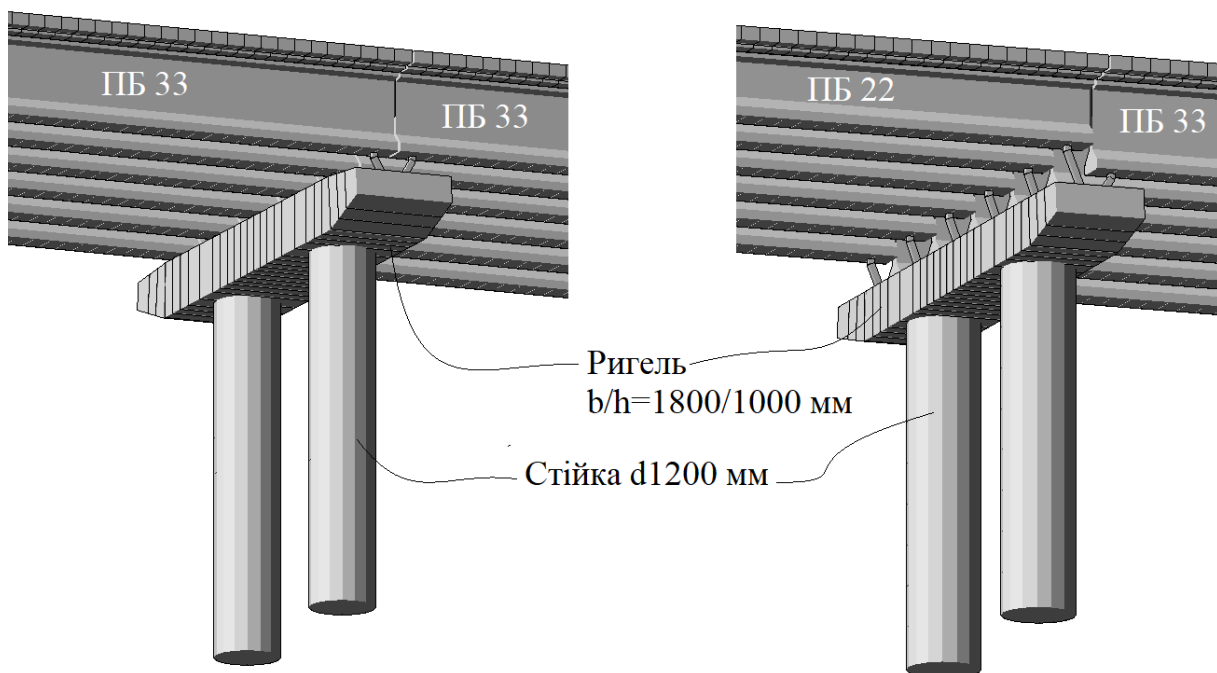


Рис. 5.1. Візуалізація розрахункової моделі проміжних опор з ПК Ліра-САПР

5.1 Монолітний ригель:

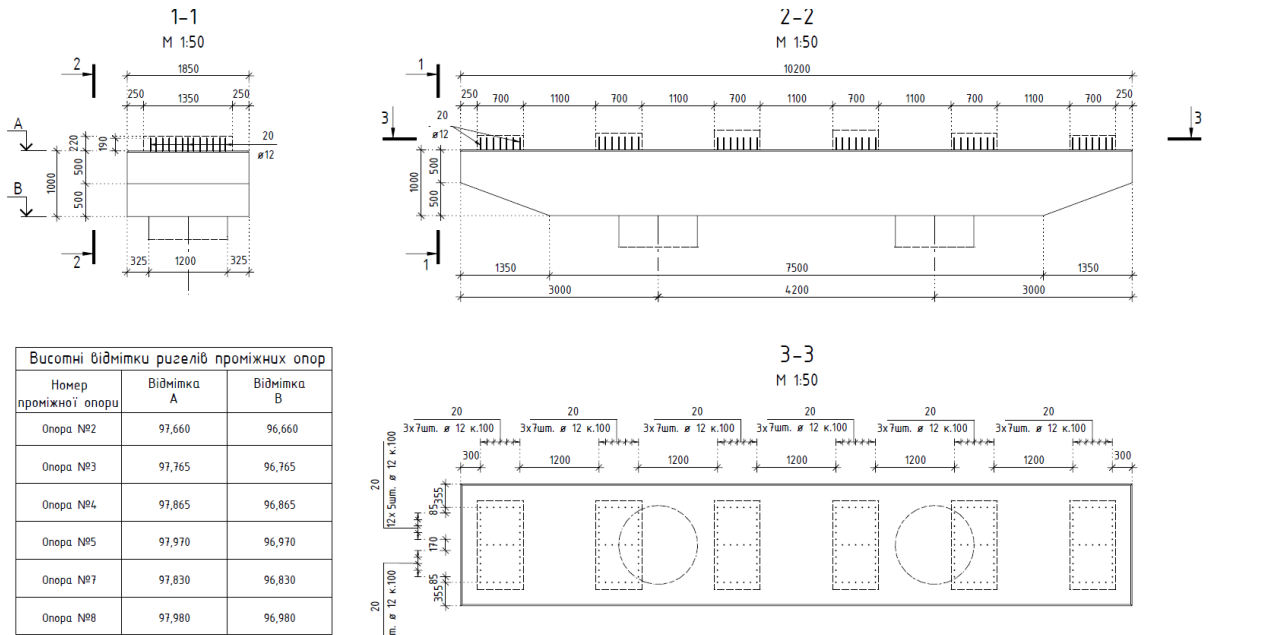


Рис. 5.2. Конструкція ригелю

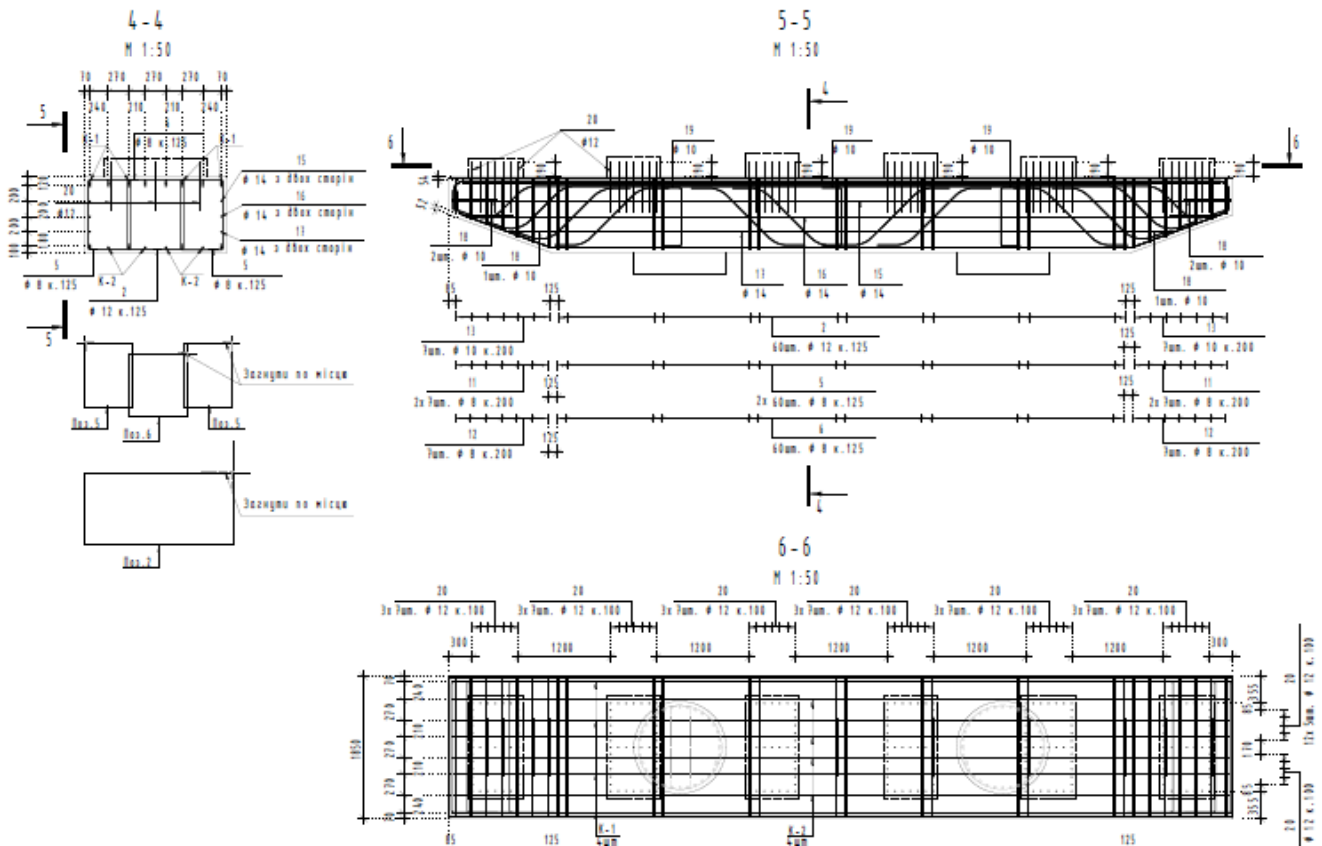


Рис. 5.3. Армування ригелю

5.2 Стійка проміжної опори (ПБ 32,96 + 22,16):

Min. N

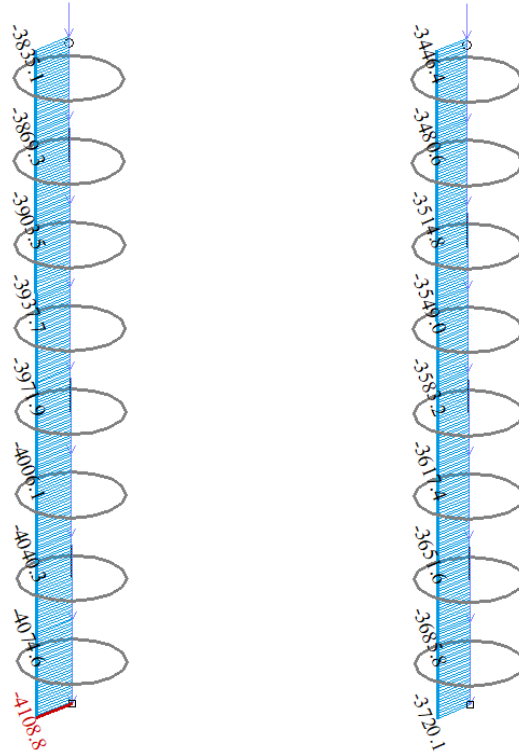


Рис. 5.4. Епюра розрахункових значень нормальних сил

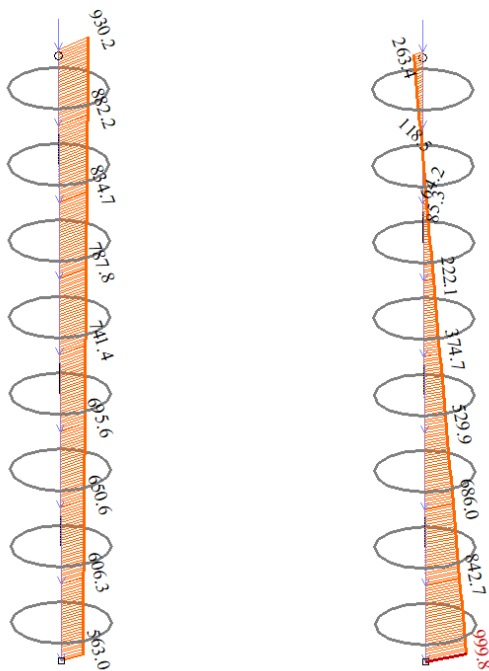


Рис. 5.5. Епюра сумарних розрахункових значень моменту

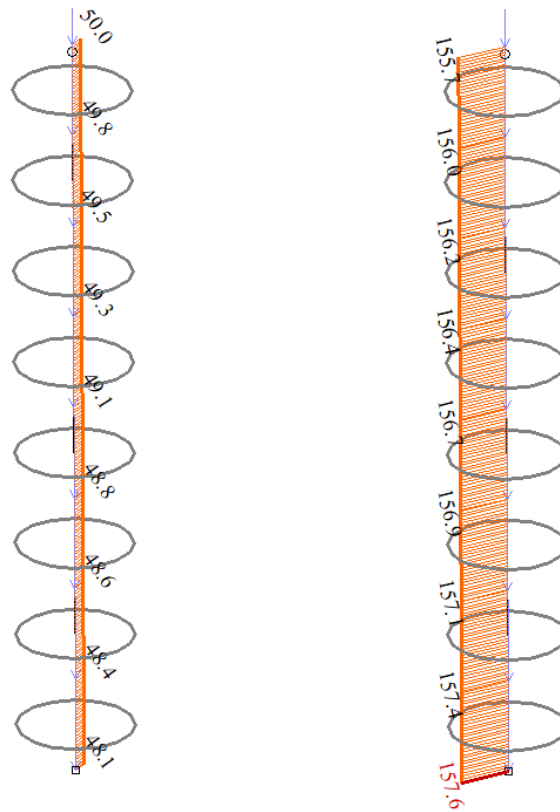


Рис. 5.6. Епюра сумарних розрахункових значень поперечних сил

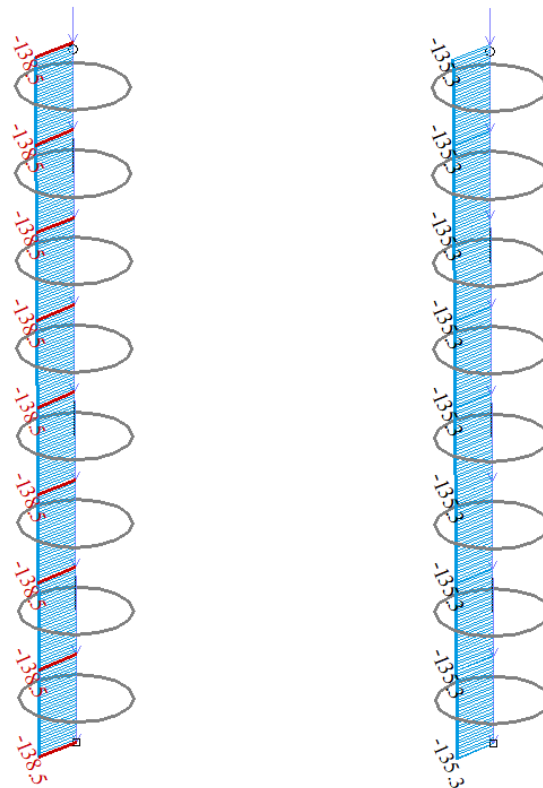


Рис. 5.7. Епюра сумарних розрахункових значень крутного моменту

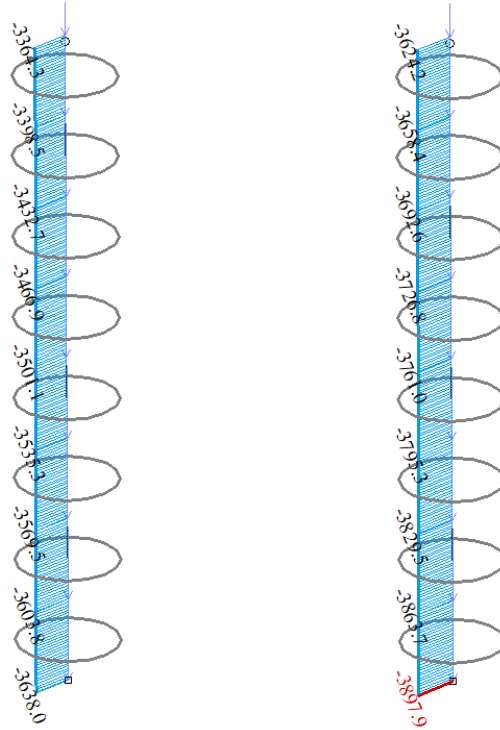
Max. M

Рис. 5.8. Епюра розрахункових значень нормальних сил

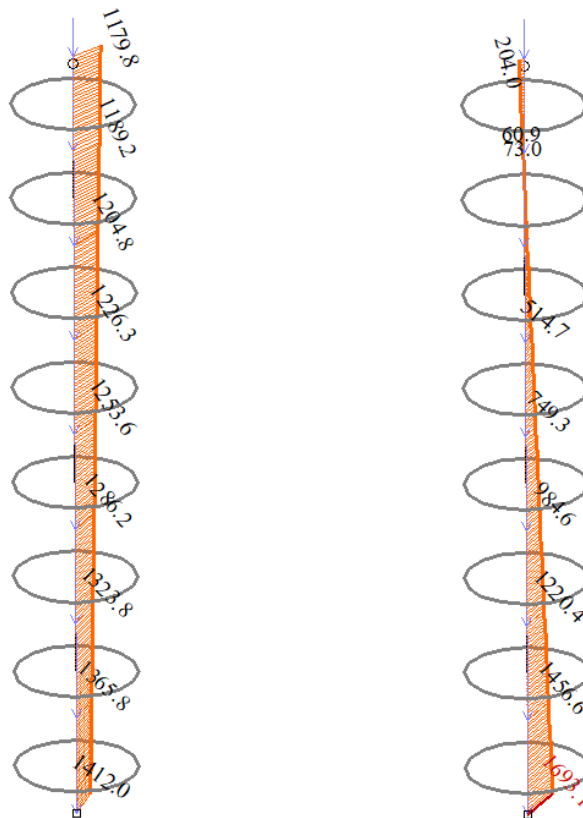


Рис. 5.9. Епюра сумарних розрахункових значень моменту

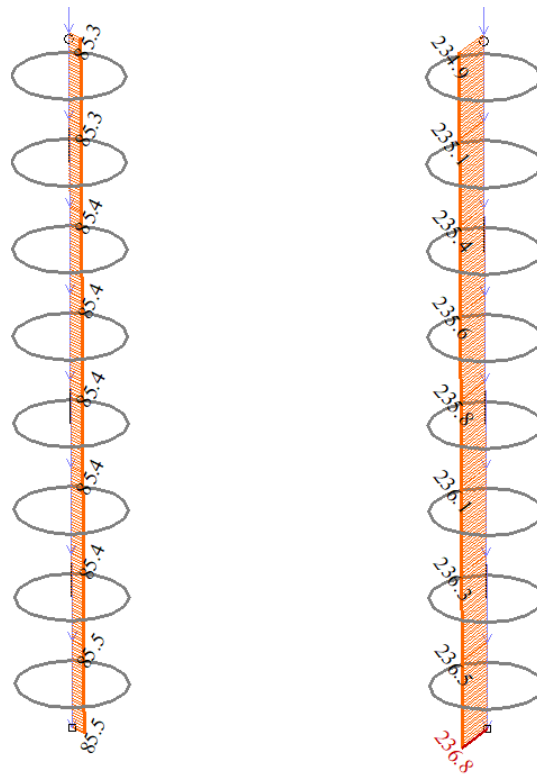


Рис. 5.10. Епюра сумарних розрахункових значень поперечних сил

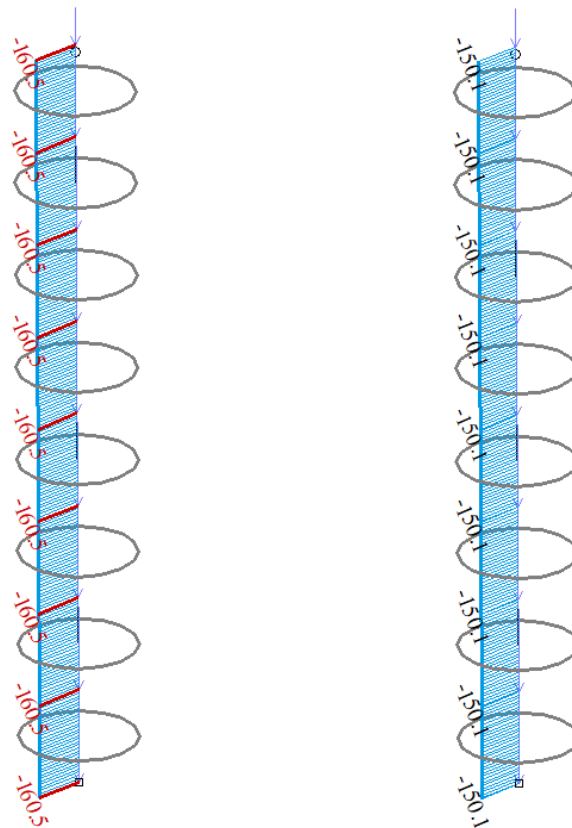


Рис. 5.11. Епюра сумарних розрахункових значень крутного моменту

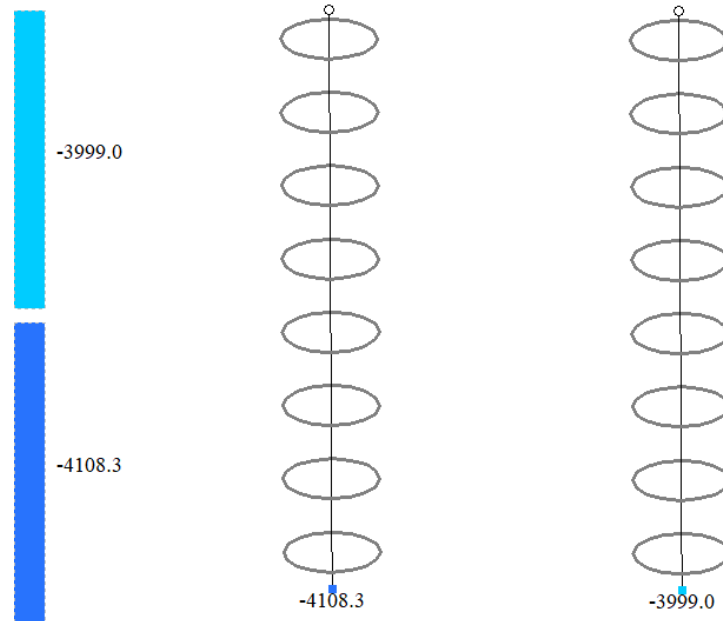


Рис. 5.12. Опорні реакції

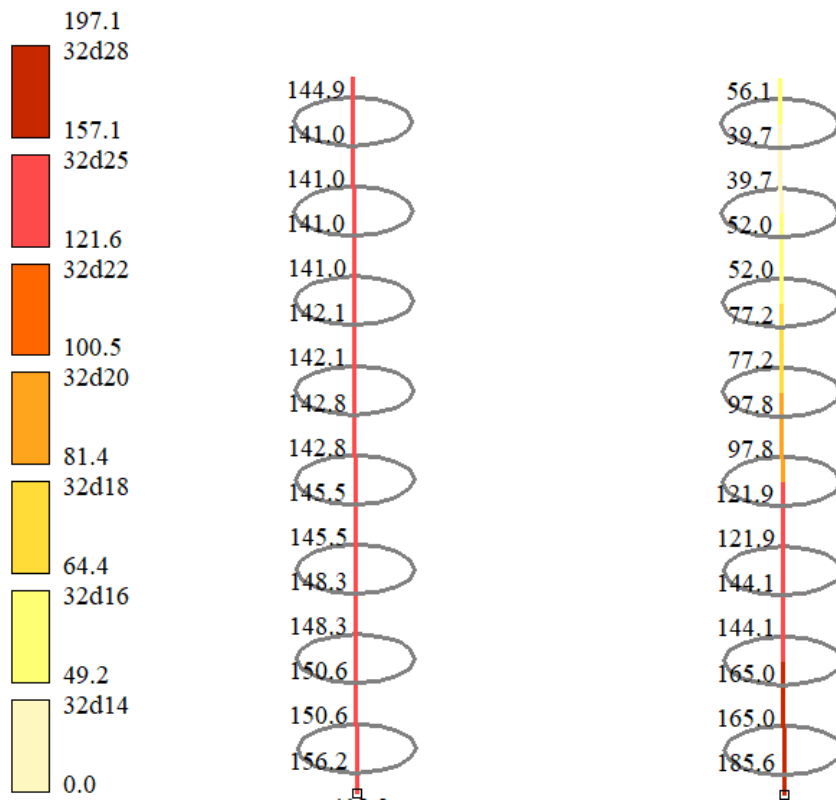


Рис. 5.13. Необхідне поздовжнє армування

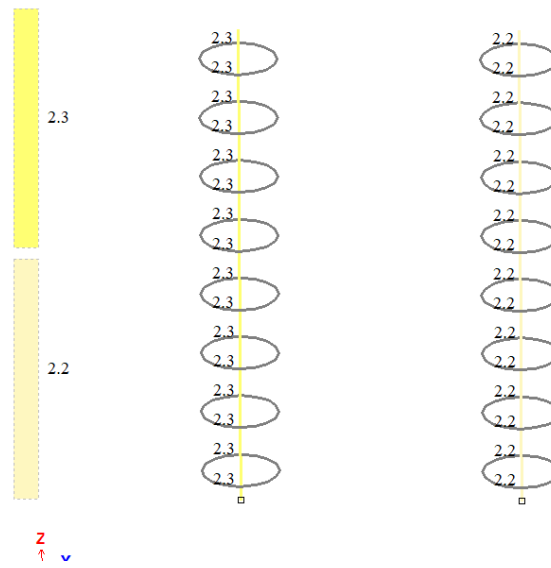


Рис. 5.15. Необхідне поперечне армування

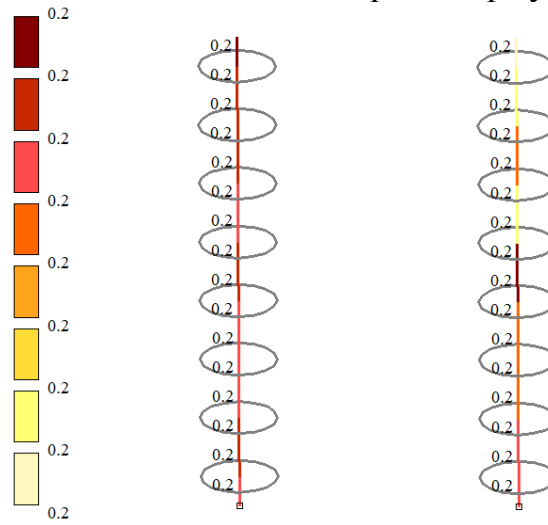


Рис. 5.16. Розкриття тріщин, мм

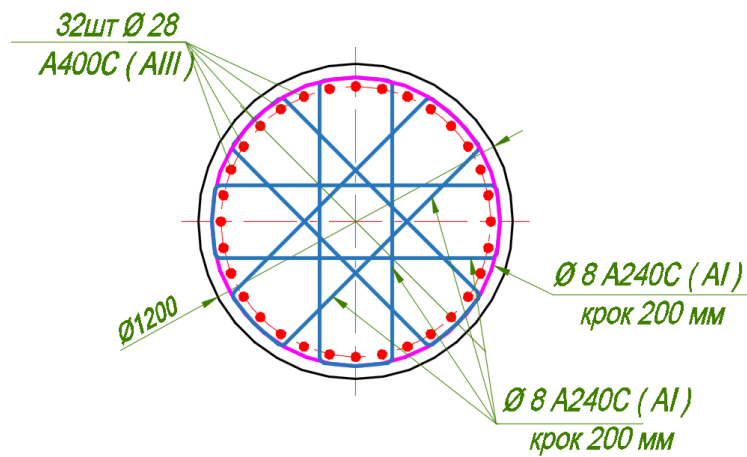


Рис. 5.17 – Схема армування стійок

ВИСНОВКИ

1. Провівши аналіз технічного стану мосту, можна зробити висновок, про доцільність виконання ремонту шляхом відновлення проєктних характеристик споруди.

2. На основі проведених розрахунків в програмному комплексі Ліра-САПР, прийнято рішення по виконанню таких робіт.

- демонтувати тротуарні блоки та монолітний стічний трикутник, перильне та бар'єрне огороження на прогонах які вціліли;

- влаштування нових шафових стінок та відкрيلків на стоянах моста (ОП№1 та №10)

- відновлення стійок, влаштування нових монолітних ригелів та опорних тумб на проміжних опор №1÷9. Матеріали – бетон В35, F200, W8, арматура періодичного профілю класу А400С, гладкого А240С. Діаметр стовпів – 1,2м;

- влаштувати гумові опорні частини ГАОЧ 400x300x78 у кількості 64 шт на міст, попередньо влаштувавши високоміцну підливку, середньою товщиною 40 мм по верху опорних тумб;

- влаштування нових балок усіх прогонових будов. Балки довжиною 22,16 м відповідно до типового проєкту МЗБК/І-24000.110.60 у кількості 36 шт. Балки довжиною 33,96 м відповідно до типового проєкту МЗБК/І-33000.150.60 у кількості 18шт;

- монолітна залізобетонна об'єднуюча плита проїзної частини, що укладається по балкам прогонових будов, товщиною від 250 мм з дрібнозернистий важкого бетону, класу В 35 по міцності, марки F300 по морозостійкості та водонепроникністю W8. Монолітна плита армується двома рядами сіток із арматури 12 А400С та 16 А400С (поздовжні та поперечні стержні відповідно з кроком 150 мм).

- монолітні тротуари шириною прохідної частини 1,5 м з

установленням закладних деталей для кріплення стійок перильного та бар'єрного огороження;

- влаштування бортового каменю 1000x200x80 марки ГП-5 між проїзною частиною та монолітним тротуаром;

3. Формування монолітної плити здійснюється з урахуванням необхідності забезпечення поперечного двоскатного профілю проїзної частини, рівного 25 ‰. Профіль монолітного тротуару прийнятий односкатний у сторону проїзної частини та становить 20 ‰.

4. Габарит проїзної частини мосту Г-8,0 м, що забезпечує пропуск автотранспорту по двох смугах руху в кожному напрямку ($b=3,5$ м) та смуги безпеки по 0,5 м з обох сторін.

5. Бар'єрне огороження проїзної частини (висотою 1,15 м) та поручневе огороження пішохідного тротуару (висотою 1,2 м) - металеве. Антикоровійний захист виконується методом «гарячого цинкування».

6. Влаштування системи гідроізоляції проїзної частини та зносостійкого покриття тротуарів мосту виконується на підготовлену бетону поверхню відповідно до технічних карт матеріалів.

7. Проведення робіт з відновлення мосту, дає можливість пропуску по ньому тимчасових вертикальних навантажень за схемами Н-30, НК-80 та пішохідної на тротуарах.

8. Обґрунтовано виконання робіт з відновлення проектних характеристик мосту. Наведені розрахунки навантаження і впливи забезпечують перевірку конструкцій та елементів мосту. Забезпечено послідовність виконання робіт при будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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 № 484 / Мінрегіонбуд України. – К., 2009.
4. Державні будівельні норми України. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]: ДБН В.1.2-2:2006 / затв.: наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства (Мінбуд України) від "03" липня 2006 р. № 220 / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства. – К., 2006.
5. Державні будівельні норми України. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення [Текст]: ДБН В.2.1-10:2018 / затв.: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 02.08.2018 № 200 / Мінрегіон України. – К., 2018.
6. Мости: конструкції та надійність / Лучко Й.Й., Коваль П.М., Корнієв М.М. та інш.; за ред. В.В. Панасюка, Й.Й. Лучка.–Львів: Каменяр, – 2005. –989 с.
7. Борщев В.І., Загора О.Л. Мости і труби. У 4т. –Д: Вид-во Дніпропет.

Нац.. ун-ту залізн.. транс. ім. акад. В. Лазаряна,-2012.,-т.2: у 2 ч. 4.1:
Залізобетонні мости і труби-2012, - 434с

8. Борщов В.І., Мости і труби; підручник: у 4т. (В.І. Борщов, О.Л. Загора,-Д: Вид-во Дніпропет. нац.. ун-т залізн.. транс. Ім.. акад.. В.Лазаряна,-2012;-т2: у 2ч ч2) Залізобетонні мости і труби. - 456с.

9. Лучко Й. Й. Конструкції будівель і споруд : Підручник / Лучко Й.Й., Назаревич Б.Л., Ковальчук В.В. – Львів : Каменяр , 2018 – 745 с.

10. ТЕХНІЧНИЙ ЗВІТ за матеріалами спеціального обстеження мосту на автомобільній дорозі загального користування державного значення Т-05-21 /М-03/ - під'їзд до м. Святогірська, км 6+895. ТОВ «ВП МОСТ», - 2022 р.