

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: Обґрунтування параметрів реконструкції автодорожнього залізобетонного мосту

за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі»

зі спеціальності: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

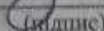
Виконав: студент групи: МТ1811


(підпис студента)

/ Петро БУТИНСЬКИЙ /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/ ст. викл. Павло ОВЧИННИКОВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

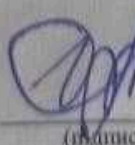
/ ст. викл. Павло ОВЧИННИКОВ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях

(назва розділу)

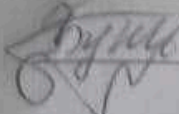

(підпис)

/ зав. каф. Олег САБЛІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

**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: Rationale for parameters of reconstruction of the highway 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: MT1811 / Petro BUTYNSKYI /
(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

ННЦ «Мости і тунелі» Кафедра «Транспортна інфраструктура»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП «Мости і транспортні тунелі»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»:

Завідувач кафедри ТІ

_____ Олексій ТЮТЬКІН

« » _____ 202 р.

ЗАВДАННЯ

до випускної кваліфікаційної роботи на здобуття ОС «бакалавр»

студента MT1811 Бутинського Петра Петровича

(номер групи)

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема ВКР на здобуття ОС «бакалавр» Обґрунтування параметрів реконструкції автодорожнього залізобетонного мосту

затверджена наказом по університету № 718ст від «27» 10 202 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи « » 202 р.

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

Існуючий автодорожній міст. Звіт з обстеження мосту.

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

Розділ 1. Загальні дані

Розділ 2. Дефекти штучної споруди

Розділ 3. Розробка техніко-економічного порівняння варіантів капітального ремонту мосту

Розділ 4. Розрахунок плити прогонової будови

Розділ 5. Розрахунок балки прогонової будови

Розділ 6. Технологія та організація будівництва мосту

Розділ 7. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

Вихідні дані

Варіанти реконструкції

Розробка обраного варіанту

Технологічні карти виконання робіт

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.	Опрацювання вихідних даних. Розробка варіантів.	28.03.2022	30%
2.	Розробка варіанту реконструкції	25.04.2022	60%
3.	Організація виконання робіт. Оформлення кваліфікаційної роботи		100%
4.			

Дата видачі завдання « » _____ 2021 р.

Керівник ВКР

_____ (підпис)

П.А. Овчинников

(Ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

П. П. Бутинський

(Ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота представлена на 71 сторінках та містить 14 рисунків, 5 таблиць, 16 літературних джерел, 2 додатки та 5 креслень.

Об'єкт розробки: реконструкція аварійного автодорожнього мосту.

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

В бакалаврській роботі виконано проєкт реконструкції автодорожнього мосту. В рамках роботи було виконано техніко-економічне порівняння варіантів реконструкції мосту, що передбачали незмінну довжину мосту та збільшення розрахункового навантаження. Серед варіантів розглянуто залізобетонні мости з балковими розрізними прогоновими будовами та сталезалізобетонний міст з балковими розрізними прогоновими будовами.

Для варіанту, що було прийнято для подальшої розробки, запроєктовано монолітну залізобетонну плиту проїзду та головні балки прогонової будови. Для обох елементів прийнято геометричні розміри та розраховано необхідну арматуру, стрижеву ненапружувану та дротову напружувану з канатів К-7. Також для обраного варіанту ескізно виконано проєкт організації будівництва мосту. Розроблені основи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: мости, залізобетонні мости, реконструкція, напружувана арматура, охорона праці.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ	5
1.1 Коротка характеристика автодорожнього мосту	5
РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ	11
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МОСТУ	14
3.1 Варіант 1	14
3.2 Варіант 2	17
3.3 Варіант 3	19
3.4 Порівняння варіантів.....	21
3.5 Висновок.....	21
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ПЛИТИ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ	22
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК БАЛКИ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ.....	23
РОЗДІЛ 6 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА МОСТУ	27
6.1 Будівельні та технологічні майданчики.....	27
6.2 Постачання будівельних конструкцій та матеріалів	32
6.3 Методи виконання будівельно-монтажних робіт.....	32
6.3.1 Підготовчий період.....	32
6.3.2 Споруди опор	33
6.3.3 Монтаж прогонової будови кранами.....	33
6.3.4 Рекультивация земель.....	34

6.4 Послідовність виконання робіт	34
-----------------------------------------	----

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	36
------------------------------------------------------------------	----

7.1 Вимоги безпеки праці під час монтажу плити проїзду на автодорожньому мосту	36
--------------------------------------------------------------------------------------	----

7.2 Спорудження монолітних конструкцій.....	36
---------------------------------------------	----

7.3. Експлуатація машин і обладнання	40
--------------------------------------------	----

7.4 Дії працівників та роботодавця в разі настання нещасного випадку	45
----------------------------------------------------------------------------	----

ВИСНОВОК	47
----------------	----

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	49
------------------------	----

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

Автодорожній міст через р. Кільчень по схемі 17,5+18,6+17,5 м, повною довжиною 56,38 м (по заднім граням шафових стін), розташований на КМ 5+511 автомобільної дороги загального користування районного значення С040708 Вишневе – до а/д Т-04-10 у межах населеного пункту (с. Олександрівка. У експлуатуючому підрозділі наявний технічний паспорт автомобільної дороги стандартної форми, у складі якого оформлена картка мосту та приведені технічні характеристики складових елементів мосту у скороченому вигляді. Міст (по даним опитування місцевих жителів) побудований у 1978-1979 ро-ках на місці дерев'яного мосту, який неодноразово руйнувало під час весінньо-го водопілля.

1.1 Коротка характеристика автодорожнього мосту

Зважаючи на рік будівництва, нормативні тимчасові навантаження, по яким проектувався міст, були найбільш вірогідно прийняті по СН 200-62 (1962р) «Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и го-родских мостов и труб». Для автомобільної дороги загального користування IV категорії нормативне тимчасове навантаження на споруду приймалось по схемі Н-30 (автомобільне навантаження) та НК-80 (одиначне колісне навантаження).

По зовнішнім ознакам, під час поточних ремонтів споруди здійснювалось додаткове закріплення перильного огороження тротуарів та ямковий ремонт асфальтобетонного покриття.

Прогонові будови та опори мосту не ремонтувались. Заміна шару дорожнього покриття на мосту та гідроізоляції не виконувалась. Розрахунковий термін служби ізоляції та покриття значно перевищено. На підходах до мосту, по населеному пункту та на ділянці до сполучення з а/д Т-04-10 у 2020 році виконаний поточний ремонт автомобільної дороги з повною заміною асфальтобетону дорожнього покриття.

Характеристики мосту:

Ширина споруди (по зовнішнім граням тротуарів) - 8,8м.

Прогонова схема - 17,5+18,6+17,5 м

Повна довжина мосту - 56,38м.

Отвір мосту у проясненні - 50,4м.

Габарит проїзної частини - 6,0м.

Кількість смуг руху - 2 (по одній у кожному напрямку).

Ширина смуги руху кожного напрямку - 3,0м.

Смуги безпеки – відсутні.

Ширина двосторонніх пішохідних тротуарів - 1,30м.

Бар'єрне огороження проїзної частини – відсутнє.

Перильне огороження тротуарів висотою 1,0м.

Поперечний ухил їздового полотна – двоскатний.

Висота підмостового габариту (у проясненні від низу конструкції прогонових будов до рівня замулення р. Кільчень у підмостовому отворі) – 1,5 - 1,8м.

- Глибина води у р. Кільчень безпосередньо у підмостовому отворі (по слі-дам на бокових поверхнях проміжних опор), вірогідно під час весняних повеней попередніх років, складає ~ 0,85м. На час обстеження вода у підмостовому отворі відсутня.

Металевий міст, балочної розрізної конструкції розташований у плані на прямій, у профілі - на площадці і знаходиться у межах населеного пункту (с. Олександрівка).

Русло р Кільчень у підмостовому отворі замулене наносами ґрунту під час повеней. Ділянки з верхового та низового боку від споруди, густо поросло ко-мишами. Ширина дзеркала води складає 30-35м.

Поперечний ухил їздового полотна (сумісного з пішохідними тротуарами) виконаний двоскатним з незначним пониженням від осі проїзду у бік тротуарів. Величина ухилу у середньому складає ≈ 5 ‰.

Пішохідні тротуари не відокремлені від проїзної частини ні бортовим каменем (поребриком) ні бар'єрним огороженням.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд ділянки мосту з верхової сторони

Прогонові будови мосту складаються у поперечному перерізі із п'яти сталевих зварних балок двотаврового перерізу, об'єднаних між собою поперечними діафрагмами складового перерізу (чотирма проміжними і двома надпорними) та нижніми і верхніми вітровими в'язями кутикового перерізу.

По балкам прогонових будов (у поперечному напрямку) укладені збірні залізобетонні пустотні плити проїзної частини розміром 8800x1200x220 мм без об'єднання з верхніми поясами несучих балок. Поперечних перерізах прогонових будов балки установлені кроком 1,8м. Висота балок 1,0м. Ширина верхніх та нижніх поясів 320мм. Товщина нижніх поясів перемінна, від 22мм на кінцевих ділянках до 26мм в середній частині прогонів (у місці максимальних згинальних моментів).

Будівельна висота прогонових будов, від низу ребер головних балок до вер-ху залізобетонних плит проїзної частини складає 1,22м. Величина звів консолей складає 0,62м. Прогонові будови обпираються на підферменні площадки проміжних опор і стоянів через сталеві опорні листи $\delta=25\text{мм}$, закріплені анкерами до монолітної кладки.



Рисунок 1.2 – Прогонові будови мосту. Вид с низової сторони

Фундаменти і тіло стоянів №1 та №4, а також проміжні опори №2 та №3 масивні, виконані із монолітної бетонної кладки зі скругленням торцьових (фаса-дних) ділянок над обрізами фундаментів з верхової та низової сторони мосту. Ділянки обпирання прогонових будов (підферменники) не мають чіткого контуру. Наявність розподільчих арматурних сіток у бетоні підферменників не-відома.

Згідно паспорту мосту фундаменти закладені на природній основі. Глибина закладення не визначена. Конструктивне рішення ділянок сполучення стоянів з насипами підходів не-відоме. Найбільш вірогідно що перехідні плити у сполученні мосту з підходами не установлювались. Шафові стінки стоянів також викладені із монолітного бетону. Обрізи фундаментів проміжних опор розташовані на висоті $\approx 0,2-0,4$ м над рівнем замулення підмостового отвору.



Рисунок 1.2 – Проміжна опора №3. Вид з боку стояна №4

До елементів облаштування мостового полотна відносяться:

дорожнє покриття проїзної частини; двосторонні пішохідні тротуари; перильне огороження тротуарів.

Їздове полотно по ширині мосту виконане сумісним з пішохідними тротуарами. Поперечний ухил дорожнього покриття від осі автопроїзду на

мосту у бік торцьових ділянок прогонових будов не перевищує 5 ‰. Загальна ширина мостового полотна (по внутрішнім граням перильного огороження) складає 8,6м

Ширина проїзної частини - 6,0м (умовно) що забезпечує пропуск двох смуг руху різного напрямку, шириною 3,0м кожна. Ширина двосторонніх пішохідних тротуарів складає $\approx 1,3$ м, що також являється умовною характеристикою. Бортові камені відокремлення пішохідних тротуарів від проїзної частини не установлювались. Також при проектуванні і будівництві споруди не передбачалось облаштування бар'єрного огороження безпеки.

Дорожнє покриття виконане із асфальтобетону товщиною ≈ 80 мм, який укладався 2-ма шарами по 40мм. В основі покриття, над плитами прогонових будов, відсипана піщано-гравійна подушка середньою товщиною 120 мм.

Перильне огороження тротуарів виконане із металевих конструкцій (профільних труб різного сортаменту, арматурного вертикального заповнення, по-лосового металу поздовжнього заповнення та поручня із прокатного швелера. Із за недостатньої міцності вузлів закріплення стійок перильного огороження тротуарів до залізобетонних плит прогонових будов воно утратило стійкість і має значний нахил у напрямку із прогону. Крім того значна кількість арматурних стрижнів заповнення перильного огороження деформована, або повністю відсутня. Утримуюча здатність огороження дуже низька і воно практично слугує сигнальною конструкцією межі горизонтального габариту мосту. Деформаційні шви у сполученні залізобетонних плит прогонових будов над проміжними опорами та над стоянами не облаштовувались. У сполученні мосту з автодорожнім підходом з боку с. Вишневе відмічається розмив земляного полотна насипу на глибину до 0,5м, відсутність обочини та руйнування дорожнього покриття.

РОЗДІЛ 2 ДЕФЕКТИ ШТУЧНОЇ СПОРУДИ

Основними причинами появи та подальшого розвитку дефектів, які суттєво впливають на вантажопідйомність та довговічність споруди, а також безпечний пропуск тимчасових рухомих навантажень являються:

процеси фізичного та морального старіння матеріалів (строк експлуатації споруди складає більше 40 років);

невідповідність конструкцій залізобетонних плит прогонових будов, які працюють в умовах постійного впливу агресивного навколишнього середовища без надійного гідроізоляційного захисту;

недостатня несуча здатність ґрунту основи, на який обпираються фундаменти руслових опор мосту, що призвело до деформації (крену) проміжної опори №2;

несвоєчасне виконання поточних ремонтів з заміною гідроізоляції та асфальтобетонного покриття проїзної частини, а також відновлення антикорозійного покриття металоконструкцій прогонової будови;

відсутність огорожувальних конструкцій безпеки (бар'єрного огороження проїзної частини).

Виявлені під час обстеження дефекти, пошкодження та недоліки у конструкціях мосту розглядались з точки зору їх впливу на загальну експлуатаційну надійність споруди.

Основним напрямком проведених досліджень являється виявлення тих дефектів та недоліків, які за своїм характером прямо чи побічно впливають на довговічність мосту, його несучу спроможність та подальшу безпечну експлуатацію.

Найбільш суттєві дефекти у конструкціях мосту, які впливають на його вантажопідйомність та безпечний пропуск автотранспорту наступні:

По прогоновим будовам

Руйнування збірних залізобетонних плит проїзної частини на ділянках сполучення прогонових будов над проміжними опорами (у місцях деформаційних швів) з утворенням двох наскрізних проломів шириною до 0,6м та довжиною до 3,5м.

Локальні ділянки руйнування торцевих ділянок плит проїзної частини на консольних ділянках під тротуарами з випадінням бетону та оголенням арматури.

Поверхнєве пошкодження бетону плит прогонових будов від вилугування його на більшій частині поточних та бокових (фасадних) поверхнях усіх прогонів.

Корозія металу верхніх поясів головних балок у місцях застою води, яка потрапляє на них через стики між збірними плитами проїзної частини, які не омоноличувались.

Відсутність поєднання збірних плит проїзної частини з головними балками прогонових будов.

Поява додаткового напруження у приопорних ділянках прогонових будов із за розладу роботи опорних вузлів у наслідок крену проміжної опори №2.

По опорах

Крен проміжної опори №2 зі зміщення її осі (по вертикалі) на величину 126мм у бік опори №3. Горизонтальне переміщення верхівки опори викликало зсув прогонових будов та заклинювання опорних частин.

Тріщини у кладці шафової стінки стояна №4 з розкриттям більше 1,5 мм та зміщенням бетонних масивів кладки на величину більше 10мм.

Руйнування бетону цокольних ділянок фундаментів проміжних опор у рівні обрізів, які знаходяться під впливом перемінного рівня води у підмостовому руслі. Глибина руйнування подекуди сягає 70 мм.

Руйнування поверхневого шару бетону на локальних ділянках тіла проміжної опори №2 з появою суцільної сітки тріщин розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм

По мостовому полотну

Відсутність бар'єрного огороження безпеки відокремлення проїзної частини від пішохідних тротуарів.

Руйнування гідроізоляції проїзної частини та тротуарів. Значне перевищення нормативних термінів заміни ізоляції.

Наскрізнi провали у дорожньому покритті у місцях сполучення прогонових будов над проміжними опорами мосту із за руйнування залізобетонних плит.

Утрата стійкості перильного огороження тротуарів із за недосконалої системи їх закріплення до плит прогонових будов. Утримуюча здатність огороження не відповідає нормативним вимогам.

Руйнування асфальтобетонного покриття проїзної частини на всій довжині мосту з розвитком тріщин у повздовжньому та поперечному напрямку та ям на всю товщину асфальтобетонного покриття.

Наявність значних дефектів: - руйнування плит проїзної частини з наскрізними провалами у їздовому полотні та крен проміжної опори №2 не дозволяють здійснювати безпечний пропуск автотранспорту та пішоходів по мосту.

На час обстеження споруди рух транспорту по мосту закрито з установленням загороджувальних блоків ФБС на 2/3 ширини споруди.

- Заміна балок прогонові будови на нові залізобетонні
- Встановлення монолітної залізобетонної накладної плити.
- Перевлаштування конусу насипу.
- Влаштувати нове мостове металеве бар'єрне огороження проїзної частини та перильну огорожу.
- Влаштувати нове асфальтобетонне покриття проїзної частини.
- Нанести крайову та вісьову розмітки.

Визначення вартості варіанту №1 наведено в таблиці 3.1

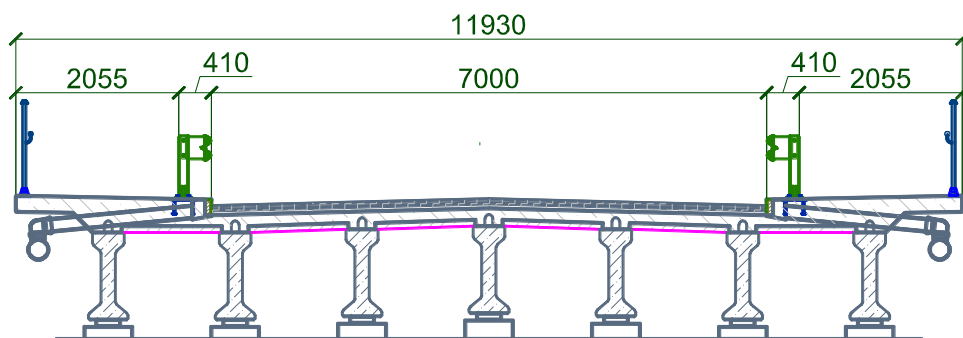
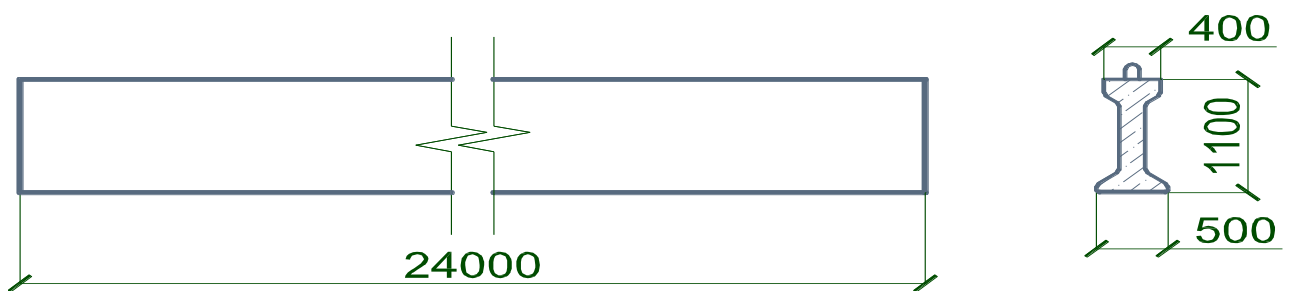


Рисунок 3.2 – Попередньо напружена залізобетонна балка 24 м

Рисунок 3.3 – Поперечний переріз прогонової споруди «ДерждорНДІ»

Таблиця 3.1 – Визначення вартості матеріалів варіанту №1

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
1	Палі	м ³	110.25	2500	275 625
2	Ростверк	м ³	77,17	2661,51	205 394.04
3	Тіло опори	м ³	21.7	2661,51	57 764,5
4	Ригелі	м ³	51,32	2507,19	128 684.42
5	Опорні частини	шт	42	1150	48300
6	Балки прогонової будови 15м	шт	14	25000	350 000
7	Балки прогонової будови 24м	шт	7	30000	210 000
8	Монолітна плита проїзду	м ³	165	2507.19	431 686,35
9	Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі [асфальтобетон щільний]	т	99.7	3460,32	345 090,7
10	Комплект перильного огороження (заповнення зі склопластику)	шт	59	4322	254 998
	Всього				2 097 715

3.2 Варіант 2

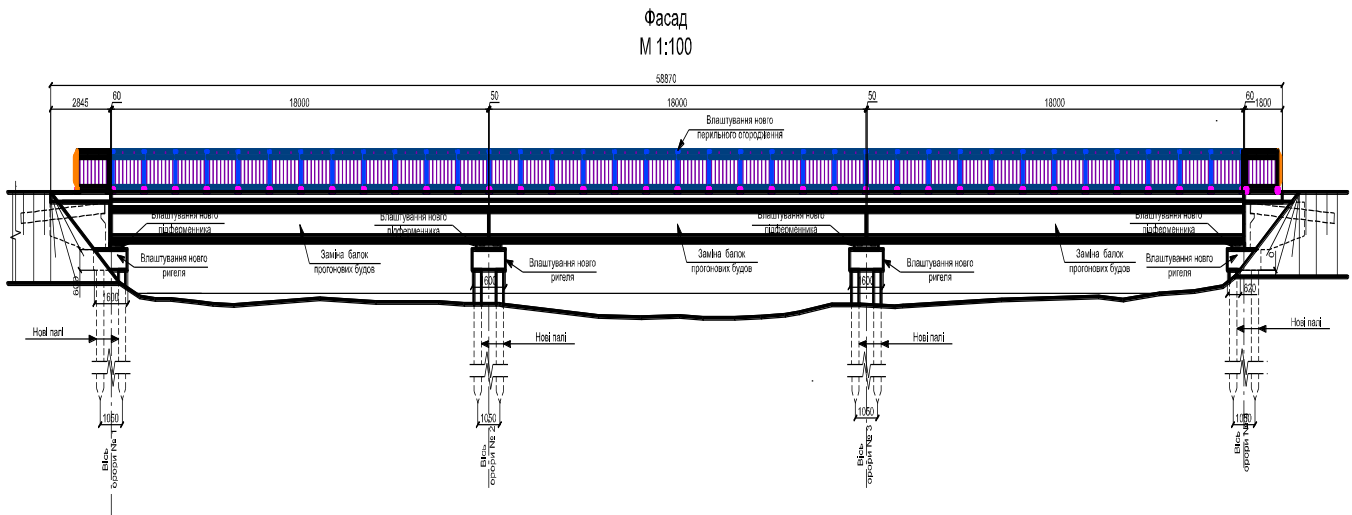


Рисунок 3.4 – Схема варіанта №2

Варіант №2- це ремонт за старою схемою. У цьому варіанті мостового переходу передбачається замінити старі прогонові будови на нові попередньо напружені залізобетонні балки довжиною до 18 м з висотою перерізу 1 м збірно-монолітних прогонових мостів та шляхопроводів виробництва «ДерждорНДІ» розроблені під тимчасові вертикальні навантаження АК-15, НК-100.

Встановлення монолітної залізобетонної накладної плити. Також забивка нових палів. Було виконано заміна ригеля та заміна опорних частин.

Згідно другого варіанту реконструкції мосту передбачається виконати такі роботи:

- Забивання палів
- Заміна ригеля
- Заміна опорних частин
- Заміна балок прогонові будови на нові залізобетонні
- Встановлення монолітної залізобетонної накладної плити.
- Перевлаштування конусу насипу.
- Відновити тротуарні консолі.

- Влаштувати нове мостове металеве бар'єрне огороження проїзної частини та перильну огорожу.
- Влаштувати нове асфальтобетонне покриття проїзної частини.
- Нанести крайову та вісьову розмітку.

Визначення вартості варіанту №2 наведено в таблиці 3.2

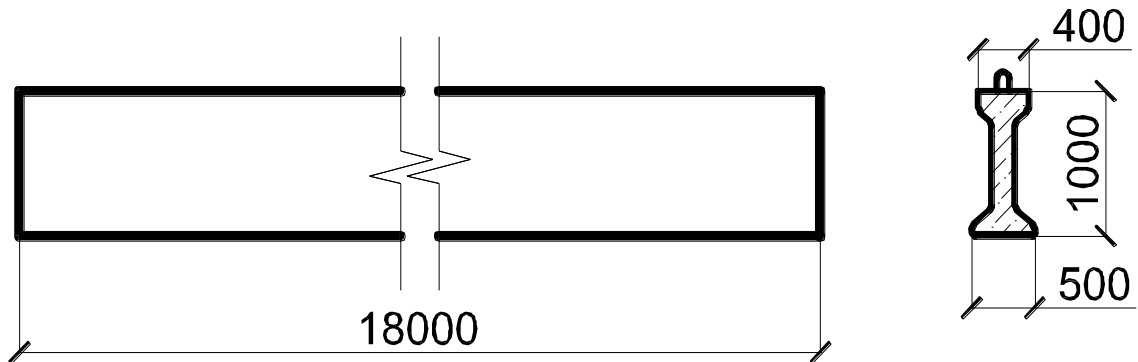


Рисунок 3.5 – Попередньо напружена залізобетонна балка 18 м

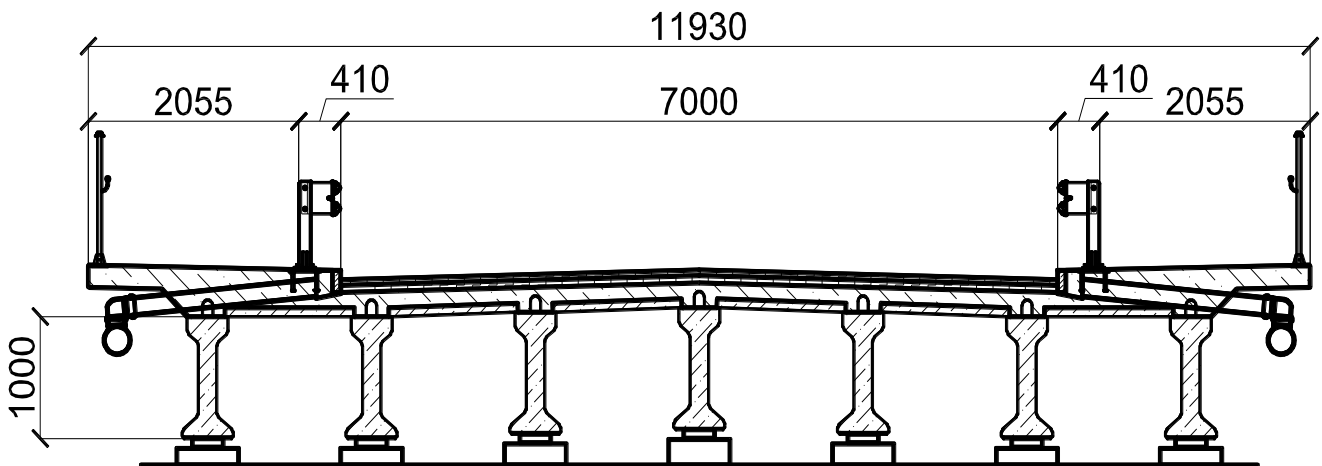


Рисунок 3.6 – Поперечний переріз прогонової споруди

Таблиця 3.2 – Визначення вартості матеріалів варіанту №2

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6

Згідно третього варіанту реконструкції мосту передбачається виконати такі роботи:

- Забивання додаткових палів
- Влаштування монолітного залізобетонного ростверку
- Заміна ригеля
- Заміна опорних частин
- ремонт старих металевих прогонових будов
- Встановлення монолітної залізобетонної накладної плити.
- Перевлаштування конусу насипу.
- Відновити тротуарні консолі.
- Влаштувати нове мостове металеве бар'єрне огороження проїзної частини та перильну огорожу.
- Влаштувати нове асфальтобетонне покриття проїзної частини.
- Нанести крайову та вісьову розмітки.

Визначення вартості робіт варіанту №3 наведено в таблиці 3.3

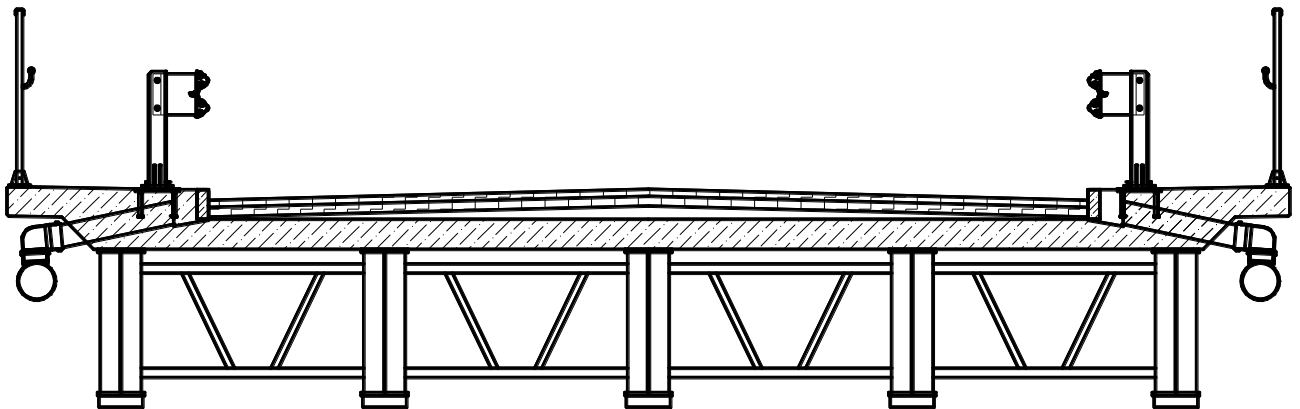


Рисунок 3.8 – Поперечний переріз прогонової споруди

Таблиця 3.3 – Визначення вартості матеріалів варіанту №3

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6

1	Палі	м ³	68,6	2500	175 500
4	Ригелі	м ³	41,85	2507,19	104 925,9
5	Опорні частини	шт	42	1150	48300
8	Монолітна плита проїзду	м ³	165	2507.19	431 686,35
9	Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі [асфальтобетон щільний]	т	99.7	3460,32	345 090,7
10	Комплект перильного огороження (заповнення зі склопластику)	шт	59	4322	254 998
	Всього				835 500,95

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	15x24x15	18x3	18x3
2	Вартість матеріалів	грн	2 09 7715	1360 500,95	835 500,95
3	Вартість одного ПМ	грн	35 554,49	23 059,33	14 669,5

3.5 Висновок

Зробивши техніко-економічне порівняння варіантів бачимо, що найбільше вигідний з точки зору вартості матеріалів є третій варіант. Але в навчальних цілях обираємо другий варіант через те що в ньому є прогонова будова, яка складеться з балок, які розраховані на навантаження АК 15 та НК100. До подальшого розрахунку беремо варіант №2

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ПЛИТИ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ

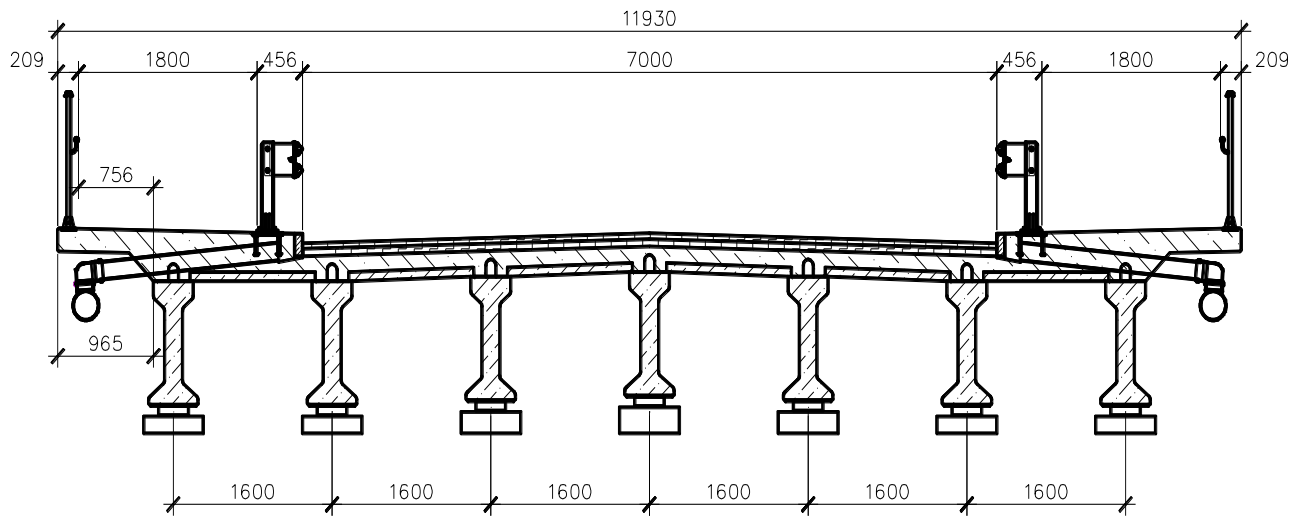


Рисунок 4.1 – Поперечний переріз прогонової будови

Габарит мосту Г-7,0 м, тротуари по 1,8 м. Прогонова будова компонується із семи головних балок довжиною 18 м з відстанню між осями рівною 1,60 м.(див. рис. 4.1) Мінімальна товщина плити проїзної частини складає 20 см.

Постійне навантаження на 1 м^2 плити складається із ваги шарів дорожнього одягу та її власної ваги. Розрахунки на перевірку несучою здатності виконано в комплексі MATHCAD і приведено в додатку А.

За проведеними розрахунками приймаємо переріз плити товщиною 22 см, арматуру у верхніх та нижніх фібрах 7 штук діаметром 1,2 см.

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК БАЛКИ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ

Розрахунок провадиться відповідно до вимог положень ДБН В.2.3-14:2006 «Посібники з оцінки та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів», ДБН В.1.2-15:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження та впливу», та інші нормативні документи.

Визначення інтенсивності тимчасових навантажень.

1) Навантаження А15

Навантаження від автотранспортних засобів на кожну смугу навантаження приймається у вигляді рівномірно розподіленого з інтенсивністю $v = 0,98K$ кН/м ($0,1K$ тс/м) та тандему з навантаженням на вісь $P = 9,81K$ кН ($P = 1K$ тс), де K – клас навантаження. $K=15$.

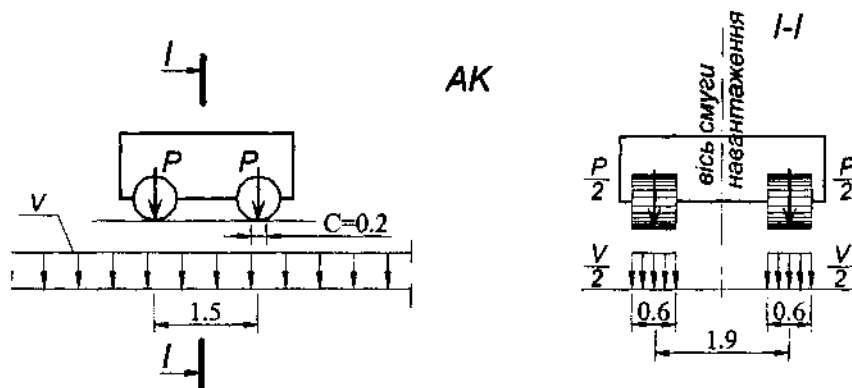


Рисунок 5.1– Модель АК.

Розміщення смуг навантажень АК поперек мосту виконується за двома правилами:

- мінімальна відстань від осі смуги до огорожі (бар'єра, парапету, бордюру тощо) становить 1,5 м;
- мінімальна відстань між осями смуг становить 3,0 м.

При всіх розрахунках елементів мостів навантаження з першої смуги (що створює найбільш несприятливий ефект) приймається з коефіцієнтом $s_1 = 1,0$.

З решти смуг (нумерація смуг встановлюється за зниженням навантажувального ефекту) навантаження приймають з коефіцієнтом s_1 , що дорівнює:

а) для тандемів навантаження АК:

- першої і другої смуги – $s_1 = 1,0$;
- третьої – $s_1 = 0,75$;
- четвертої – $s_1 = 0,5$;
- п'ятої і далі – $s_1 = 0,0$;
- для додаткових смуг навантажень третьої та четвертої – $s_1 = 0,25$;
- для додаткової смуги навантажень п'ятої і далі – $s_1 = 0,0$.

б) для розподіленого навантаження АК:

- першої смуги – $s_1 = 1,0$;
- другої смуги і всі наступні – $s_1 = 0,6$;
- для всіх додаткових смуг навантажень – $s_1 = 0,25$.

Правила завантаження НК:

Визначення зусиль від завантаження одиночним навантаженням НК виконується за відсутності інших рухомих навантажень на мосту. Навантаження НК встановлюється тільки в одне місце вздовж напрямку руху, в межах габариту проїзду. Вісь екіпажу встановлюється не ближче 1,75 м до бар'єрної огорожі (парапету, бордюру тощо).

2) Навантаження НК100

Модель НК являє собою чотиривісний колісний екіпаж з навантаженням на одну вісь 25т.

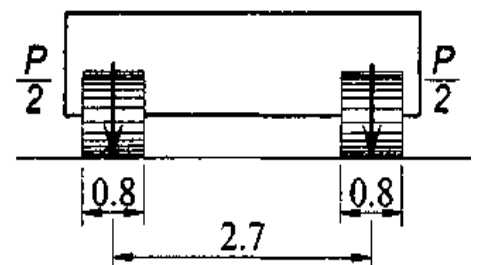
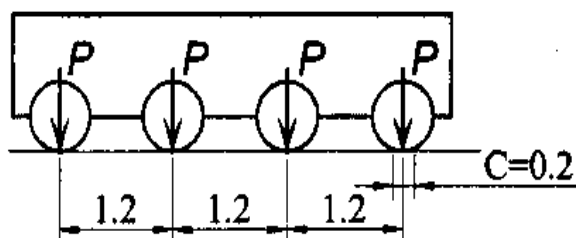


Рисунок 5.2 – Модель НК.

Тип навантаження НК приймається в залежності від технічної класифікації автомобільних доріг і вулиць:

НК-100 на автомобільних дорогах I, II і III категорій, на міських автомагістралях і магістральних вулицях загальноміського значення, а також на мостах завдовжки понад 200 м на дорогах IV і V категорій;

Визначення зусиль від завантаження одиночним навантаженням НК виконується за відсутності інших рухомих навантажень на мосту. Навантаження НК встановлюється тільки в одне місце вздовж напрямку руху, в межах габариту проїзду. Вісь екіпажу встановлюється не ближче 1,75 м до бар'єрної огорожі (парапету, бордюру тощо).

Навантаження НК не враховують одночасно із сейсмічним навантаженням при розрахунках на витривалість і за граничними станами другої групи.

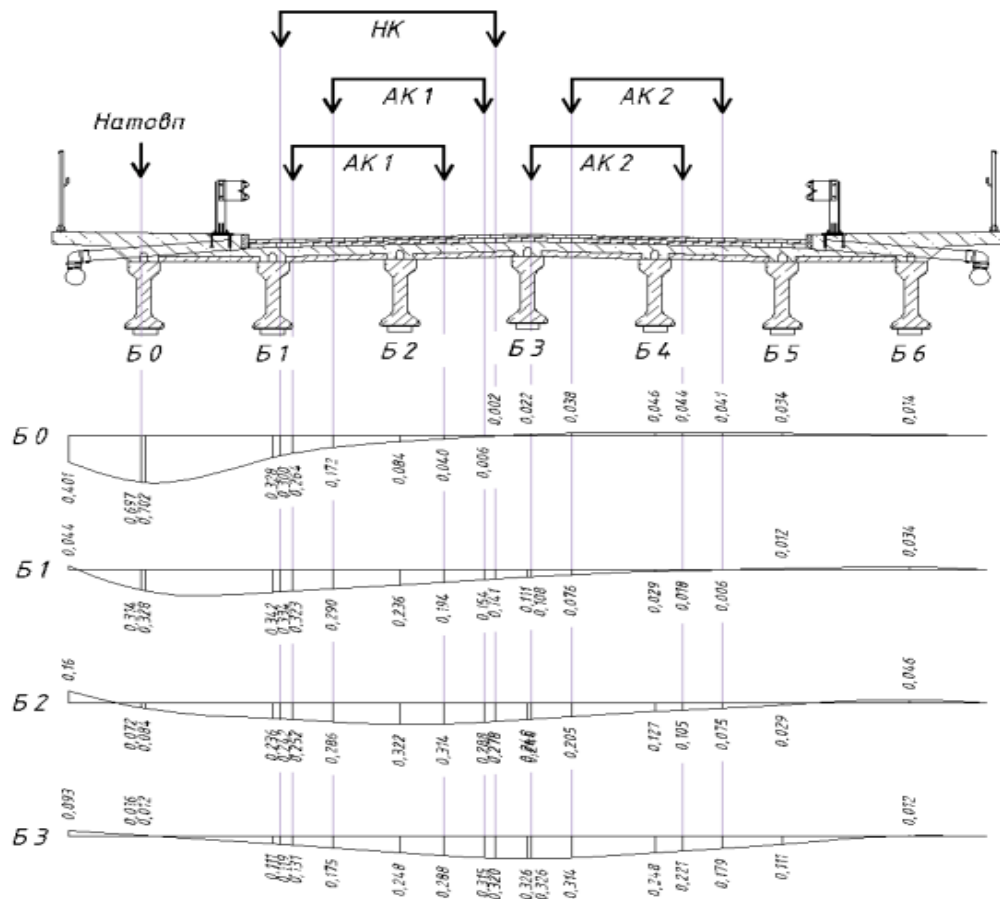


Рисунок 5.3 – Схема до визначення КПУ А-15, НК-100

Усі подальші розрахунки виконано в комплексі MATHCAD і приведені в додатку В.

За проведеними розрахунками бачимо, що більше завантажена балка Б2 при зміщенні автомобільного навантаження до бар'єрного огороження. Отже, за результатами розрахунків кількість напружених пучків у верхньому поясі становить 4 шт., у нижньому – 22 шт. Переріз напруженого пучка складається із 7 проволоку діаметром 0,5 см. Кількість робочої арматури діаметром 1,2 см у верхньому поясі 7 шт., у нижньому – 4 шт.

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА МОСТУ

Будівництво об'єкту виконується у наступній принциповій послідовності:

- підготовчі роботи та влаштування будівельних майданчиків;
- влаштування під'їзних доріг;
- влаштування технологічних майданчиків;
- спорудження опор та стоянів;
- монтаж прогонових будов;
- влаштування проїжджої частини;
- відсипка дренажного піску за стояни і сполучення з насипом;
- влаштування бар'єрної огорожі, перил, опор освітлення, сходів;
- пропуск руху
- ліквідація технологічних майданчиків;

благоустрій території

Тривалість будівництва шляхопроводу визначалася виходячи з 8-ми годинного робочого дня та кількості 22 робочих днів на місяці.

6.1 Будівельні та технологічні майданчики

При будівництві шляхопроводу передбачаються будівельні майданчики та побутові містечка, організовані відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016.

Для будівництва шляхопроводу на транспортній розв'язці передбачено спорудження будівельного майданчика (60x115) м загальною площею 6900 м².

Складські приміщення розміщуються за межами робочої зони будівництва об'єктів, тому проектом передбачається доставка (включаючи навантаження та розвантаження) будівельних матеріалів від при об'єктного складу до робочої зони.

Будівельні майданчики та побутові містечка організуються та облаштовуються у підготовчий період до початку основних робіт тимчасовими будинками та спорудами.

Плани майданчиків будівництва розроблені з урахуванням прийнятих рішень щодо організації та технології виконання робіт, вимог норм та правил охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки та охорони навколишнього середовища.

Плани будівельних майданчиків наведені для пікового періоду, з максимальним обсягом робіт та кількістю персоналу необхідного для виконання робіт у даний період.

На плані будівельних майданчиків вказано:

- межі будівельних майданчиків та огорожі;
- місце розташування побутового містечка;
- тимчасові та адміністративно-побутові приміщення;
- місця складування блоків прогонової будови;
- місця складування арматури та металопрокату;
- місця складування матеріалів піску та щебню;
- технологічні майданчики для сталої роботи техніки;
- стоянки для машин та механізмів
- майданчики для миття коліс автомобілів, обладнані системою обігового водопостачання;
- механічна майстерня;
- майданчик для тимчасового складування відходів та встановлення контейнерів для сміття на твердій водонепроникній основі із залізобетонних плит;
- очисні колодязі;
- внутрішні дороги.

Необхідні ресурси для будівництва визначені за фізичними обсягами, вихідними та проектними даними.

На будівельних майданчиках передбачається освітлення у вигляді прожекторів потужністю 700 Вт, встановлених на металевих стовпах, мінімальна висота щогла при нормованій освітленості 10лк $H=6$ м, приймаємо висоту щогли $H=8$ м.

Потужність, що витрачається на освітлення кожного будівельного майданчика, складається з кількості прожекторів n , задіяних на освітленні території:

$$N = E_n * K_{\text{зап}} * m * S/P_{\text{л}} \quad (3.1)$$

де :

- E_n – нормована освітленість, лк, рівна $E_n = 10$;
- $K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу, рівний $K_{\text{зап}} = 1.5$;
- m - коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерел світла, к. к. д. прожекторів та коефіцієнт використання світлового потоку, що дорівнює $m = 0.13$;
- S - освітлювана площа, м^2
- $P_{\text{л}}$ - потужність лампи застосовуваних типів прожекторів, Вт, що дорівнює 1500 для галогенної лампи.

$N=10*1.5*0.13*6900*2/1500=18$ одиниць – кількість прожекторів.

Прожектори кріпляться до прожекторної щогли в кількості – 2 прожектори на одну щоглу, отже кількість щогл дорівнює 9 одиниць.

Електропостачання будівельних майданчиків та побутових містечок (окремо для кожного об'єкта будівництва) планується виробляти від двох пересувних електростанцій потужністю 60 кВА та 30 кВА.

Для запобігання виносу бруду (грунту, бетонної суміші або хімічних розчинів) на автомобільну дорогу у складі проектної документації передбачається оснащення будівельних майданчиків пунктами для миття будівельної техніки та автомобілів спеціального призначення типу «Аквадор» або з аналогічними за характеристиками на вибір Замовника.

Допускається використання пунктів миття коліс тільки заводського виготовлення із замкнутим циклом кругообігу води та утилізацією стоків. Конструктивні і технологічні рішення постів миття коліс відповідають вимогам, що пред'являються (технічним, екологічним, санітарним та ін) і гарантують виключення виносу бруду (грунту, бетонної суміші або хімічних розчинів) на міську територію. Мийка коліс автотранспорту обладнуються установкою оборотного водопостачання з пісколівкою, призначеною для збору та очищення вод від зважених речовин і нафтопродуктів у системі оборотного водопостачання і забезпечує повторне використання очищеної технічної води.

Розрахунок потреби у складських майданчиках, тимчасових будівлях і спорудах виконаний відповідно до розрахункових нормативів до СНиП 3.01.01-85 на найбільш напружений період будівництва та наведений у тексті. Розміщення тимчасових будівель і споруд на території будівництва наведено на кресленнях будівельних майданчиків даного тому. Тимчасові об'єкти для потреб будівництва планується розміщувати в мобільних будівлях збірно-розбірного типу з блок-контейнерів. Контейнери встановлюються на будівельному майданчику поблизу місць зосередження робіт. Навіси необхідної площі встановлюються за місцем.

Біля в'їзду на будівельні майданчики встановлюються щити із схемою руху транспортних засобів відповідно до «Правил дорожнього руху».

Будівельні майданчики, ділянки робіт, робочі місця, проїзди та проходи до них у темний час доби мають бути освітлені відповідно до ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Електробезпека на будівельному майданчику забезпечується відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009. Будівельні майданчики обладнуються протипожежними щитами зі стандартним набором засобів пожежогасіння та пересувною пожежною помпою.

Контейнери з відходами та стоянки техніки влаштовуються на жорсткій основі із залізобетонних плит по шару піску 0.2 м.

Технологічні майданчики для стійкої роботи машини для забивання паль та кранової техніки на гусеничному та пневмоколісному ходу влаштовуються із залізобетонних плит на щебеневій основі 25 см у підготовчий період до початку основних робіт.

Бетон підвозиться на будівельний майданчик за потребою в автобензовозі.

Таблиця 4.1—Загальний перелік інвентарних будівель та споруд на будівельних майданчиках.

Найменування	Тип будівлі чи споруди	Кількість штук
Приміщення для охорони	Блок-контейнер	2
Диспетчерська	Блок-контейнер	1
Контора	Блок-контейнер	1
Побутові приміщення	Блок-контейнер	5
Душові	Блок-контейнер	1
Матеріальний склад	Блок-контейнер	2
Механічна майстерня	Блок-контейнер	1
Майданчик для складування збірного залізобетону	Відкритий майданчик	2
Склад металевих виробів та конструкцій	Відкритий майданчик	1
Склад піску	Відкритий майданчик	1
Склад щебеню	Відкритий майданчик	1
Стоянка техніки	Відкритий майданчик	1
Пожежний щит	Інвентарний	1
Пожежна помпа	Інвентарний	1
Біотуалет	Мобільні кабінки	5
Майданчик для миття коліс автомобілів	Інвентарний	1
Контейнер для побутових відходів	Інвентарний	1
Контейнер для відходів 4 класу небезпеки	Інвентарний	1
Контейнер для відходів 5 класу небезпеки	Інвентарний	1
Контейнер для відходів металу	Інвентарний	1

Найменування	Тип будівлі чи споруди	Кількість штук
Цистерна з водою для технічних потреб	Понтон КС-3	1
Цистерна з водою для госп.-побутових потреб	Понтон КС-3	1
Цистерна з водою для пожежогашіння	Понтон КС-3	1
Колодязі з фільтрами		2
Електростанції	ДЭС 60, ДЭС 30	2
Освітлювальна вежа	H=8 м	9

Для складування піску та щебню організовані спеціальні на кожному шляхопроводі. Пісок і щебінь підвозяться на будівельний майданчик у міру потреби.

6.2 Постачання будівельних конструкцій та матеріалів

Доставка будівельних матеріалів передбачається з підприємств буд-індустрії Дніпропетровської області та м. Дніпропетровськ. Для доставки будівельних матеріалів для будівництва використовується тимчасова під'їзна дорога та існуюча автомобільна дорога.

Щебінь, що застосовується для будівництва штучних споруд, за всіма параметрами повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-75-98.

6.3 Методи виконання будівельно-монтажних робіт

6.3.1 Підготовчий період

До початку виконання робіт основного періоду необхідно виконати роботи з організаційної підготовки будівельних майданчиків, у встановленому порядку погодження тимчасового відведення земель на період будівництва, розміщення замовлень на постачання необхідних матеріалів та конструкцій.

У підготовчий період виконуються роботи з підготовки території для розгортання основних будівельно-монтажних робіт:

- виконується розчищення та планування території в межах будівельного майданчика;
- споруджується та облаштовується будівельний майданчик;

- організуються внутрішні під'їзні дороги
- споруджуються технологічні майданчики із залізобетонних плит на шарі щебенево-піщаній суміші товщиною 25 см для стійкої роботи машини для забивання палів та кранової техніки.

4.3.2 Споруди опор

Конструкція основи опор обумовлена заляганням ґрунтів, що забезпечують сприйняття розрахункових зусиль.

Усі опори шляхопроводу запроектовані на природній основі. Котловани під ростверки опор (опори на природній основі) влаштовуються відкритим способом з розробкою ґрунту екскаватором з завантаженням та відвезенням ґрунту автосамоскидами у відвал. Після виїмки ґрунту з котлованів відбувається влаштування основи із щебню товщиною 50 см з заливкою цементним розчином. На шляхопроводі котловани влаштовуються в шпунтовій огорожі. Після закінчення робіт шпунт виймається.

Шпунтові палі занурюються в ґрунт самохідною копровною установкою з технологічних майданчиків із залізобетонних плит по шару щебенево - піщаної суміші товщиною 25 см.

Після установки опалубки і установки арматурного каркаса виконують бетонування ростверку. Бетон в опалубку монолітних конструкцій подається бетоно-насосами.

Після досягнення бетоном міцності 50% від проектної, знімають опалубку конструкції і зворотне засипання котлованів місцевим ґрунтом.

Зведення монолітного залізобетонного тіла опор проводять в індивідуальній металевій опалубці з використанням риштування з металевих конструкцій МК-С і переставних настилів, що зводяться навколо опори.

4.3.3 Монтаж прогонової будови кранами

Встановлення балок прогонової будови в проектне положення передбачено одним краном вантажопідйомністю 100 т.

Монтаж балок ведеться з технологічних майданчиків із залізобетонних плит.

Після встановлення балок у проектне положення проводиться омонолічування балок прогонової будови. Встановлюються закладні деталі під бар'єрну огорожу, водовідвідні трубки та елементи деформаційних швів.

Плити м'якого в'їзду монтуються після встановлення балок прогонової будови. Після закінчення спорудження прогонової будови проводиться укладання вирівнюючого та захисного шарів мостового полотна з гідроізоляцією, потім влаштування дренажу на проїжджій частині та укладання асфальтобетонного покриття.

4.3.4 Рекультивація земель

Після завершення будівельних робіт проводиться повний комплекс відновлювальних робіт пов'язаних з рекультивацією землі на території будівельного майданчика загальною площею 7000 м².

Даним проектом передбачена рекультивація землі, що використовується під будівельні майданчики та під'їзні дороги, рослинним шаром з посівом трав.

6.4 Послідовність виконання робіт

1. Планування землі під будівельні майданчики.
2. Влаштування будівельних майданчиків. Розбивка осей споруди.
3. Влаштування під'їзних доріг.
4. Влаштування побутового містечка на будівельних майданчиків.
5. Влаштування технологічних майданчиків із залізобетонних плит по шару щебно-піщаної суміші 25 см для стійкої роботи копрової та кранової техніки.
6. Забивання паль копром
7. Бетонування ригеля опори
11. Облаштування опор підмостями.

12. Монтаж краном вантажопідйомністю 100 т балок прогонової будови у проектне положення.
13. Омонолічування балок прогонової будови.
14. Встановлення деформаційних швів.
15. Влаштування мостового полотна проїжджої частини шляхопроводу.
16. Влаштування поздовжнього дренажу та водовідвідних трубок, укладання асфальтобетонного покриття.
17. Монтаж та фарбування бар'єрної огорожі, перильного огородження та опор освітлення.
18. Влаштування експлуатаційних сходів та водовідвідних лотків.
19. Благоустрій. Озеленення.
20. Випробування шляхопроводу та здавання в експлуатацію.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Вимоги безпеки праці під час монтажу плити проїзду на автодорожньому мосту

Роботи:

бетонні, арматурні, опалубні.

Машини і механізми:

Автокран, автобетоновоз, бетононасос, глибинний і поверхневий вібратори.

Згідно з НПАОП 45.2-7.02-12 (ДБН) під час приготування, подавання, укладання і догляду за бетоном, заготовлення, монтажу арматури, а також монтажу та демонтажу опалубки (далі - під час виконання бетонних робіт) повинні бути вжиті заходи із запобігання впливу на працюючих таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- розташування робочих місць поблизу перепаду по висоті до 1,3 м і більше;
- машини, що рухаються, та предмети, що ними переміщуються;
- обвалення елементів будівельних конструкцій і опалубки;
- підвищена температура арматури (під час виконання робіт із попереднього термонапруження арматури);
- шум і вібрація, недостатня освітленість робочого місця;
- несприятливі метеорологічні умови;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини

Роботи:
бетонні, арматурні, опалубні.

7.2 Спорудження монолітних конструкцій

Під час виконання бетонних і залізобетонних робіт передбачаються заходи, які забезпечують безпеку виробничого процесу і запобігають можливому

впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників згідно з— «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація»

. Указані роботи виконуються згідно з вимогами НПАОП 45.2-7.02-12

- «Охорона праці і промислова безпека в будівництві», ДБН В.2.6-98:2009

– «Бетонні та залізобетонні конструкції», ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 – «Керівництво по виконанню робіт при будівництві мостів і труб».

Приготування бетонної суміші проводиться у механізованих установках.

Повітря в закритих приміщеннях, в яких проводяться дроблення, розмелювання та роботи з цементом і пилоподібними домішками, повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88 – «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

Чищення барабанів і ємностей змішувальних машин під час роботи дозволяється після зупинення машин. Для машин з електроприводом передбачаються заходи, які перешкоджають подаванню напруги на електроприводи під час чищення.

На пультах управління вивішуються плакати «Не включати – працюють люди».

Двосторонні верстати для заготовлення арматури розділяються металевою захисною сіткою з чарунками не більше 50x50 мм і висотою 1 м.

Верстати для правлення, різання та гнуття арматури закріплюються на фундаменті. На верстатах або біля них вивішуються таблички з зазначенням максимально допустимих діаметрів і марки сталі арматури за сертифікатом заводу-виготовлювача.

Бухтотримачі для розмотування мотків арматури встановлюються на відстані 1,5 м від верстата для правки арматури на висоті не більше 50 см від підлоги і огорожуються.

Між бухтотримачем і правильним барабаном верстата встановлюються направляючі пристрої (труба, кільце) для обмеження довільного руху арматури, що розмотують.

Верстати для правлення, різання та гнуття арматури обладнуються пневмовідсмоктувачами для видалення металевого пилу та окалини. Під час видалення пилу та окалини працівники користуються спеціальними щітками, захисними окулярами та респіраторами.

Перед пуском верстата арматурники перевіряють справність гальмових і пускових пристроїв, кінцевих вимикачів, наявність захисних кожухів і огорожень, правильну установку ножів. Пускові пристрої верстатів розміщуються безпосередньо на робочому місці.

Місце переходу арматурної сталі з бухтотримача на барабан огорожується.

Високоміцний дрiт дозволяється різати арматурними ножицями і дисковими електропилками, допускається кисневе різання.

Різнання електродуговим способом не допускається. Дискова пилка огорожується у верхній частині суцільним кожухом.

Не допускається підтримувати і направляти руками захисні сітки та інші огороження працюючих верстатів.

Не дозволяється різання арматури на верстатах з затупленими або вибитими різальними поверхнями ножів: ножі підтягуються болтами до упору, а зазор між ножами не повинен перевищувати паспортних даних.

Під час роботи на приводному верстаті для гнуття арматури не допускається переставляти пальці або закладати арматуру під час обертання диску. Пальці повинні щільно входити в гнізда і відповідати діаметру стрижнів, що загинаються.

Під час роботи на верстатах для гнуття арматурних сіток не допускається їх провисання і обов'язково застосовуються підставки.

Під час збирання арматурних каркасів поза опалубкою роботи ведуться відповідно до вимог технологічної карти.

Монтажні петлі, які закладаються в елементи каркасів і блоків, що виготовляються, не повинні мати тріщин, раковин, надрізів та інших дефектів.

НПАОП У разі висоти конструкції більше 5 м монтаж (демонтаж) опалубки проводиться працівниками-верхолазами з застосуванням запобіжних поясів.

Переміщення і монтаж великогабаритних секцій опалубки проводиться особами, відповідальними за проведення робіт.

Під час улаштування утепленої опалубки із застосуванням скловати й інших аналогічних матеріалів використовуються засоби індивідуального захисту.

Робоче місце (робоча зона) під час монтажу (демонтажу) опалубки повинно задовольняти таким вимогам:

під час проведення робіт одночасно у декількох ярусах працівники захищаються від можливого падіння інструментів і матеріалів шляхом улаштування бортових огорожень, захисних козирків і т. ін.;

інвентар, пристосування та інструменти розміщують у визначених місцях. Ручні інструменти зберігають у спеціальних переносних чи контейнерних ящиках. Рукоятки інструментів фарбуються в яскраві кольори.

Щитова металева опалубка, що шарнірно розкривається, страхується клітями чи обладнанням (фаркопфні стяжки і т. ін.).

Слід забезпечити безпечний спосіб відривання щитів від бетону.

Перевезення бетонної суміші автосамоскидами допускається в герметизованих кузовах.

Знаходження працівника на піднятому кузові автосамоскида для очищення його від бетону не допускається.

Рух автомобілів по естакадах для подачі бетонної суміші, обладнаних відбійними (з боків) і упорними (з торця) брусками, допускається із швидкістю не більше 3 км/год. Висота та міцність відбійних брусків визначається в робочій документації.

Під час подавання бетонної суміші автосамоскидами з естакад рух людей по них не допускається.

Перед подаванням бетонної суміші бетононасосами необхідно:

випробувати всю систему бетоноводу гідравлічним тиском, який в 1,5 рази перевищує робочий;

залишити прохід навколо бетононасосу завширшки не менше 1 м;

очистити і щільно закрити замкові з'єднання між ланками бетоноводу перед подачею бетонної суміші.

Перед підйманням краном або підйомником бетонної суміші в бункерах (баддях) перевіряється справність останніх.

Між бетонниками на робочих місцях і машиністами кранів та підймальних механізмів установлюється звукова чи знакова сигналізація і радіозв'язок.

Перед укладкою бетонної суміші перевіряється правильність і надійність установлення арматури, опалубки, риштувань, улаштувань для подачі бетонної суміші, надійність їх закріплення під час укладки бетонної суміші.

Бетонування супроводжується спостереженнями за станом опалубки і контурних блоків.

7.3. Експлуатація машин і обладнання

Машини та обладнання, що експлуатуються містобудівельними підрозділами, повинні мати паспорти та інструкції з експлуатації. Ті, що підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці, враховуються в журналі інженерно-технічних працівників (далі – ІТП) по нагляду після їх реєстрації, а всі інші вантажопідймальні машини реєструються в журналі ІТП по нагляду за вантажопідймальними машинами згідно з НПАОП 0.00-1.15-07– «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання».

Персонал, що обслуговує машину, керується інструкцією заводу-виготовлювача з монтажу та експлуатації машини та НПАОП 0.00-1.15-07

Машини і обладнання, на які вимоги НПАОП 0.00-1.15-07 не поширюються (палейне устаткування, обладнання для спорудження стовпових фундаментів, спеціальні крани і агрегати для монтажу прогінних

будов, спеціалізовані крани загального призначення та ін.), повинні відповідати в частині загальних технічних вимог НПАОП 0.00-1.80-18 за винятком випадків, окремо обумовлених в інструкції з експлуатації.

Їхня експлуатація проводиться відповідно до вимог інструкції з монтажу і експлуатації заводу-виготовлювача.

Сталеві канати, такелажні пристрої, знімні вантажозахоплювальні пристрої (траверси, стропи і т.ін.) і тара мають відповідати вимогам НПАОП 0.00-1.15-07.

Установлення і робота машин та обладнання в зоні повітряної лінії електропередачі або в її охоронній зоні проводиться відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011 – «Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги» і НПАОП 0.00-1.15-07.

Металеві частини машин на ізолювальному (гумовому) ходу, підключені до зовнішніх джерел електропостачання, та вантажопідіймальні крани заземлюються згідно з вимогами СНиП 3.05.06-85 – «Електротехнічні пристрої».

Переміщення і встановлення будівельних і вантажопідіймальних машин на споруджуваних будовах чи трубах (з незначною висотою засипки) допускається за наявності ПВР.

Підіймання вантажів, що мають масу, близьку до вантажопідіймальності крана для даного вильоту стріли, проводиться у два прийоми: спочатку на висоту 20–30 см (в такому положенні перевіряють правильність стропування і надійність дії гальм), потім – на повну висоту.

Переміщення вантажу в горизонтальному напрямі здійснюється на висоті 0,5 м вище зустрічних на шляху предметів, над конструкціями риштувань – не менше ніж на 1 м.

Підіймання, переміщення і встановлення вантажів (конструкцій) двома кранами проводиться відповідно до ПВР, НПАОП 0.00-1.15-07 під керівництвом особи, що відповідає за проведення робіт.

У разі, якщо зона, що обслуговується двома кранами, з кабіни кранівника повністю не оглядається, для передачі сигналів стропальника призначаються сигнальніки.

Крани встановлюються на площадці з ухилом, що не перевищує вказаного в їх паспорті.

Вантажопідіймальні операції, що виконуються двома кранами, проводяться послідовно мінімальними циклами. Новий цикл підймання (опускання, переміщення) відбувається після приведення вантажних поліспастів у вертикальне положення.

Навантаження на кожний із кранів не повинно перевищувати зазначеного в паспорті крана для даного вильоту.

Переміщення крана-дерика на нову стоянку зі спущеними або знятими анкерами допускається у разі забезпечення його стійкості.

Переміщення крана-дерика проводиться під наглядом особи, що відповідає за безпечну експлуатацію крана, у присутності старшого виконавця робіт.

Закріплення крана-дерика перевіряється на початку кожної зміни і перед роботою крана на кожній новій стоянці.

Після закріплення крана-дерика на новій стоянці проводиться пробне підймання вантажу, яке відповідає граничній вантажопідіймальності крана, на граничному вильоті стріли і повороті, вказаному в проекті.

Переміщення вантажопідіймальних кранів дозволяється після щозмінної перевірки стану підкранової колії.

Монтаж прогінних будов шлюзовими кранами проводиться відповідно до вимог ПВР з урахуванням фактичної несучої здатності прогінних будов та інших конструкцій споруди.

Консольні залізничні крани повинні відповідати вимогам “Правил технічної експлуатації залізниць України”.

Особи, що обслуговують консольний залізничний кран, мають пройти медичний огляд на предмет придатності їх до робіт на висоті та робіт, що пов'язані з рухом потягів.

Виконання робіт консольним краном проводиться під керівництвом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів кранами.

Експлуатація консольного крана, в якого прострочений строк технічного огляду, не допускається.

Перед транспортуванням консольного крана після приведення його у транспортне положення проводиться пробна обкатка його локомотивом із перевіркою дії гальм і зчеплення.

Переміщення консольного крана в робочому положенні проводиться з дотриманням умов:

- на електрифікованих ділянках після зняття напруги в контактній мережі;
- на станційних коліях, що розташовані на кривих, після звільнення суміжних колій від рухомого складу;
- після усунення всіх перешкод на шляху руху крана.

Під час пересування консольного крана в робочому стані присутність на крані сторонніх осіб не дозволяється.

Під час транспортування консольних кранів не допускається опускати їх з гірки і проводити маневри поштовхами.

Перед пропуском консольного крана колії, що знаходяться в тимчасовій експлуатації, обкатуються нормальним рухомим складом.

Проведення робіт консольним краном на раніше зведених насипах допускається після перевірки фактичної щільності верхнього шару насипу.

Після підготовки кранових колій в робочій зоні крана проводиться контрольний пропуск консольного крана в межах робочої зони.

Контрольний пропуск крана з тиском на вісь до 42 т проводиться в два етапи:

в нижньому робочому положенні з тиском на вісь передньої опорної платформи, рівним 32 т;

з тиском на вісь передньої опорної платформи, рівним робочому тискові.

Після контрольного пропускання крана перевіряється стан колій та усуваються виявлені дефекти.

Під час пропускання консольного крана з вантажем по кривих його розрахункова вантажопідіймальність знижується в залежності від підвищення зовнішньої рейки. Рух консольних кранів з вантажем по кривих з підвищенням зовнішньої рейки понад 80 мм не допускається.

Під час опускання і підймання вантажів не допускається знаходитися на вантажі чи під ним. Допуск працівників на опори моста для точного встановлення вантажу дозволяється після того, як відстань від низу конструкцій до поверхні спирання становитиме не більше 10 см.

Установка сухопутних кранів на плавучі засоби допускається згідно з вимогами робочої документації щодо експлуатації плавучої установки.

Під час експлуатації плавучих установок, крім документації з експлуатації, слід керуватися:

“Правилами технической эксплуатации речного транспорта”;

“Правилами плавания по внутренним водным путям Украины”;

інструкціями по експлуатації і паспортами загальнобудівельного та іншого обладнання, яке встановлюється на плавзасоби.

Не дозволяється працювати плавучим краном з опиранням плашкоута на ґрунт дна.

Плавучі крани експлуатуються відповідно до інструкцій з експлуатації та ПВР.

Між зоною повороту кранової установки і палубними надбудовами улаштовується прохід не менше 0,7 м або леєрне огороження цієї зони та встановлюються попереджувальні знаки.

Робота сухопутних кранів, установлених на плавзасобах, в умовах мінусових температур здійснюється у випадках, що передбачені проектом плавучої кранової системи.

Робота кранів на гусеничному і колісному ході з навісним обладнанням (віброзанурювач, шпунтовисмикувач, копер) проводиться з дотриманням вимог безпеки, які передбачені інструкцією заводу-виготовлювача.

7.4 Дії працівників та роботодавця в разі настання нещасного випадку

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, який його виявив, чи інша особа-свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до подання необхідної допомоги потерпілому.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

- терміново організувати подання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування (комісії із спеціального розслідування) нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю чи здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок згідно «Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних

захворювань та аварій на виробництві» Постанова КМ №337, зобов'язаний негайно:

- 1) повідомити з використанням засобів зв'язку про нещасний випадок:
 - робочий орган виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства за встановленою Фондом формою;
 - підприємство, де працює потерпілий, якщо потерпілий є працівником іншого підприємства;
 - органи державної пожежної охорони за місцезнаходженням підприємства – у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі;
 - установу державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння);
- 2) утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку (далі – комісія) у складі не менше трьох осіб та організувати розслідування.

ВИСНОВОК

У даному дипломному проекті було виконано порівняльний розрахунок і визначення оптимального варіанту реконструкції автодорожнього мосту що знаходиться на км 15+511 автомобільної дороги загального користування державного значення Т-04-10 через річку Кільчень. Міст був запроєктований під тимчасові вертикальні навантаження Н-30, НК-80.

1. Існуючий автодорожній балочний залізобетонний розрізний трипрогоновий шляхопровід довжиною 56,38 м, розташований у межах Магдалинівського району Дніпропетровської області, на момент здійснення проектних робіт перебуває у експлуатаційному **стані 5 – неприцездатному** внаслідок накопичення упродовж періоду експлуатації дефектів та пошкоджень.

2. Було розроблено три варіанти реконструкції мосту. Для кожного варіанту було передбачено збільшення кількості палів, встановлення нових монолітних опор різної конструкції. В першому варіанті були прийняті нові збірні залізобетонні балки І-образної форми від ДерждорНДІ довжиною за схемою 15+24+15 м. В другому варіанті були прийняті нові збірні залізобетонні балки І-образної форми від ДерждорНДІ за схемою 3x18 м. У третьому варіанті використано старі металеві балки з оновленим захисним покриттям. В усіх варіантах балки прогонової будови об'єднані монолітною залізобетонною плитою товщиною 22 см.

За техніко-економічним порівнянням варіантів, найбільше вигідний з точки зору вартості матеріалів був третій варіант. Але в навчальних цілях обираємо другий варіант через те що в ньому є прогонова будова, яка складеться з балок, які розраховані на навантаження АК 15 та НК100. До подальшого розрахунку беремо варіант №2.

3. В рамках визначення оптимальних варіантів було виконано розрахунок прогонової будови другого варіанту. В рамках цих розрахунків було визначено армування плити між балками, а також виконано розрахунки балок прогонових будов. Отримавши результат розрахунків варіантів бачимо

що при прогоні 1.6 м кількість попередньо напруженої арматури в достатній кількості. Зважаючи на все вищесказане робимо висновок, що конструкція прогонової будови для реконструкції є найоптимальнішим варіантом конструкції прогонової будови в даному випадку та задовольняє необхідні вимоги під сучасне навантаження.

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-коменального 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. Примеры расчета железобетонных мостов [Текст] / Я. Д. Лившиц, М. М. Онищенко, А.А. Шкуратовский – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 263 с.

5. Проектирования и расчет железобетонных и металлических автодорожных мостов [Текст] / Н. И. Поливанов – М.: изд-во «Транспорт», 1970. – 516 с.

6. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов [Текст] / В. А. Российский, Б. П. Назаренко, Н. А. Словинский – М.: изд-во «Высшая школа», 1970. – 520 с.

7. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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 / Держнагляд охорони праці (Державний комітет України з нагляду за охороною праці) – К., 2007.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Зміна № 2 / Наказ від 30.12.2011 № 438 / Інститут "Київпромелектропроект" – К., 2011.

16. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації / Постанова від 01.12.1999 № 39/ Міністерство охорони здоров'я (МОЗ) – К., 1999.

ДОДАТОК А
РОЗРАХУНОК ПЛИТИ ПРОЇЗДУ АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТУ
З РОЗРАХУНКОВИМ ПРОГОНОМ

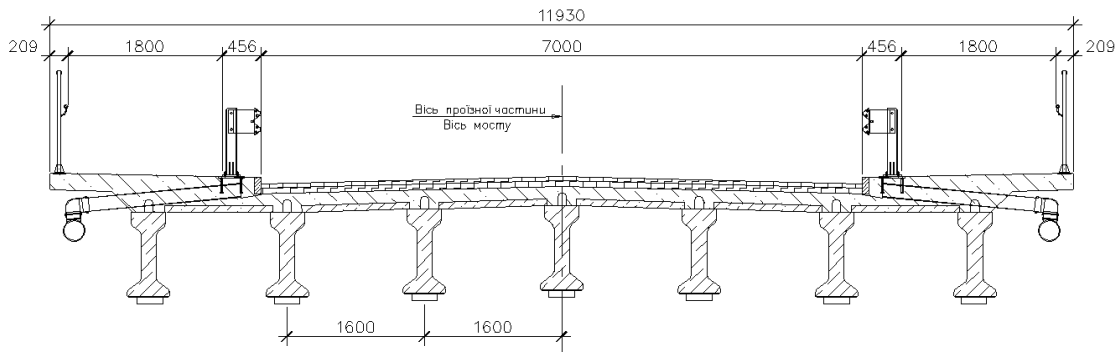
А.1.1 Вихідні дані

$l_p := 17.4$	Довжина прогонової будови
$K := 15$	Клас навантаження
$l_p := 1.6$	Розрахунковий прогін плити
$b_{pl} := 100$	Ширина перерізу плити
$H := 0.15$	Товщина дорожнього одягу
$h_f := 22$	Товщина плити
$g_n := 8.5$	Нормативне навантаження
$g := 12.78$	Розрахункове навантаження
$R_s := 350$	Розрахунковий опір арматури розтягненню - А400
$R_{bt} := 1.15$	Розрахунковий опір бетону розтягненню - В35
$R_b := 17.5$	Розрахунковий опір бетону стисненню - В35
$E_s := 2 \cdot 10^5$	Модуль пружності арматури
$E_b := 34.5 \cdot 10^{-3}$	Початковий модуль пружності бетону
$\gamma_b := 19.6$	Питома вага бетону
$\gamma_{zb} := 24.5$	Питома вага залізобетону
$\Delta_{cr} := 0.02$	Допустиме розкриття тріщин
$\beta_b := 1.28$	За табл. 3.8 ДБН В.2.3-14:2006
$\epsilon_b := 1$	За табл. 3.9 ДБН В.2.3-14:2006
$\nu := 0.2$	Коефіцієнт Пуасона для бетону
$G_b := 0.4 \cdot E_b$	Модуль зсуву бетону
$\nu_{pm} := 15$	Відношення модулів пружності E_s і E_b
$\beta := 1$	Коефіцієнт, що враховує ступінь зчеплення арматурних елементів з бетоном

Габарит мосту Г-7, тротуари по 1,8 м.

Прогонова будова компонується із семи головних балок довжиною 18 метрів з відстанню між осями 1,6 м.

Мінімальна товщина плити проїзної частини складає 22 см.



А.1.2 Моменти

$$M_{gn} := \frac{g_n \cdot l_p^2}{8} \text{ explicit, ALL} \rightarrow \frac{8.5 \cdot 1.6^2}{8} = 2.72$$

$$M_g := \frac{g \cdot l_p^2}{8} \text{ explicit, ALL} \rightarrow \frac{12.78 \cdot 1.6^2}{8} = 4.09$$

А.1.3 1-й випадок навантаження

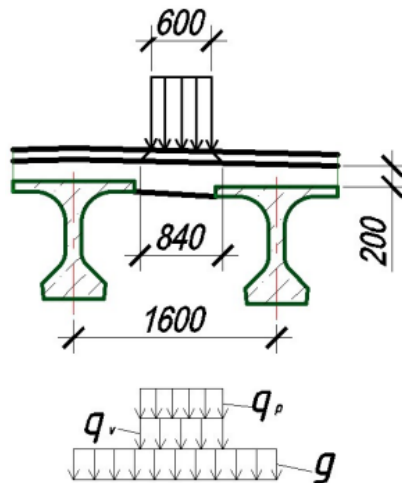


Схема навантаження плити однією смугою АК-15

$\nu := 0.98 \cdot K = 14.7$ Рівномірно-розподілене навантаження
 $P := 9.81 \cdot K = 147.15$ Навантаження на одну вісь
 $b := 0.6$ Ширина колеса вздовж прогону плити
 $a := 0.2$ Ширина колеса поперек прогону плити

$$b1 := b + 2 \cdot H = 0.9$$

$$a1 := a + 2 \cdot H + \frac{lp}{3} = 1.033$$

$$f(a1) := \begin{cases} a1 & \text{if } a1 \geq \frac{2}{3} \cdot lp \\ \frac{2}{3} \cdot lp & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$a1 := f(a1) = 1.067$$

$$qv := \frac{\nu}{b1} \cdot 1 = 8.167$$

$$qp := \frac{P}{2 \cdot a1 \cdot b1} = 76.641$$

$$I_{Mn0} := \frac{gn \cdot lp^2}{8} + (qv + qp) \cdot b1 \cdot \frac{lp - 0.5 \cdot b1}{4} = 24.664$$

$$\gamma_{fv} := 1.5 \quad \gamma_{fp} := 1.5 \quad \mu := 0.3 \quad (1 + \mu) = 1.3 \quad \text{для тандему}$$

$$I_{M0} := \frac{g \cdot lp^2}{8} + [qv \cdot \gamma_{fv} + (1 + \mu) \cdot \gamma_{fp} \cdot qp] \cdot b1 \cdot \frac{lp - 0.5 \cdot b1}{4} = 45.929$$

$$I_{M0'} := [(1 + \mu) \cdot \gamma_{fp} \cdot qp] \cdot b1 \cdot \frac{lp - 0.5 \cdot b1}{4} = 38.67$$

А.1.4 2-й випадок навантаження

2-й випадок навантаження - в прогоні плити розміщені дві смуги навантаження АК-15:

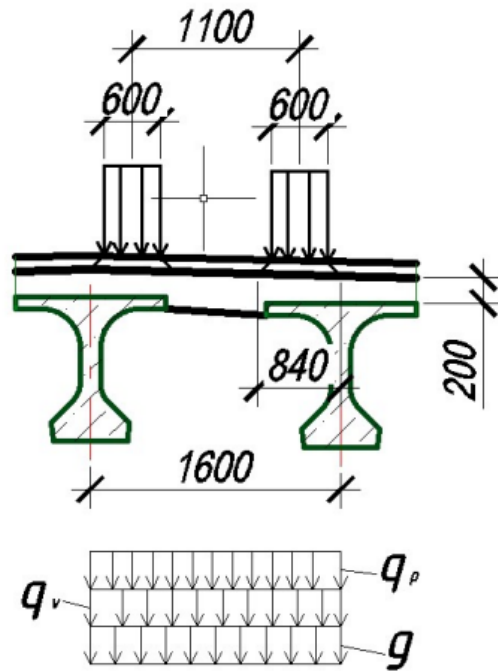


Схема завантаження плити двома смугами АК-15.
Визначаємо загальну площадку розподілення тиску від двох коліс шириною 0,6 м.

А.1.5 3-й Випадок навантаження

$R_{НК} := 200$ Нормативне навантаження на одну вісь

$$a1 := 3 \cdot 1.2 + a + 2 \cdot H + \frac{lp}{3} = 4.633$$

$$f(a1) := \begin{cases} 3 \cdot 1.2 + \frac{2 \cdot lp}{3} & \text{if } a1 \leq 3 \cdot 1.2 + \frac{2 \cdot lp}{3} \\ a1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$a1 := f(a1) = 4.667$$

$$b := 0.8$$

$$b1 := b + 2 \cdot H = 1.1$$

$$q_{pв} := \frac{4 \cdot \frac{R_{НК}}{2}}{a1 \cdot b1} = 77.922$$

$$\gamma_{fp} := 1 \quad \mu := 0 \quad (1+\mu)=1.0 \text{ для НК-80}$$

$$III_{M0} := \frac{g \cdot lp^2}{8} + (1 + \mu) \cdot \gamma_{fp} \cdot q_p \cdot b1 \cdot \frac{lp - 0.5 \cdot b1}{4} = 26.59$$

$$y3 := \frac{1 \cdot \left(lp - \frac{b1}{2} \right)}{lp} = 0.656$$

$$III_{Q0} := \frac{g \cdot lp}{2} + (1 + \mu) \cdot \gamma_{fp} \cdot \frac{4 \cdot \frac{R_{НК}}{2}}{a1} \cdot y3 = 66.474$$

Нормативні або розрахункові зусилля	I випадок - А-15 (1 колесо)	II випадок - А-15 (2 колесо)	III випадок - НК-80
M _{н0} , КН*м	I_M _{н0} = 24.664	II_M _{н0} = ■	III_M _{н0} = ■
M ₀ , КН*м	I_M ₀ = 45.929	II_M ₀ = ■	III_M ₀ = 26.59
M _{гп} , КН*м	M _{гп} = 2.72	M _{гп} = 2.72	M _{гп} = 2.72
M _г , КН*м	M _г = 4.09	M _г = 4.09	M _г = 4.09
Q ₀ , КН	I_Q ₀ := ■	II_Q ₀ := ■	III_Q ₀ = 66.474

Отже приймаємо:

$$M_{0H} := I_{M_{н0}} = 24.664 \quad M_0 := I_{M_0} = 45.929 \quad M_0' := I_{M_0'} = 38.67 \quad Q_0 := III_{Q_0} = 66.474$$

А.1.6 Поправочні коефіцієнти

$$I_k := \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{l_p \cdot 10^2}{hf} - 0.63 \right) \cdot hf^4 = 5.187 \times 10^5$$

$$D := \frac{E_b \cdot hf^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \quad \overset{\text{www}}{D} := 694 \cdot E_b$$

$$n_1 := 0.001 \cdot \frac{D \cdot l_p^3}{G_b \cdot I_k} \quad \overset{\text{www}}{n_1} := 0.001 \cdot \frac{694 \cdot E_b \cdot l_p^3}{0.42 \cdot E_b \cdot I_k} \quad \overset{\text{www}}{n_1} := 0.001 \cdot \frac{694 \cdot (l_p \cdot 10^2)^3}{0.42 \cdot I_k} = 13.048$$

При $n=17.22 < 30$: $M_{op} = -0.8 \cdot M_0$ та $M_{op} = +0.25 \cdot M_0$
 $M_{np} = +0.5 \cdot M_0$ та $M_{np} = -0.25 \cdot M_0$

Біля опори:

$$M_{n_op_max} := -0.8 \cdot M_{0H} = -19.731$$

$$M_{n_op_min} := 0.25 \cdot M_{0H} = 6.166$$

$$M_{op_max} := -0.8 \cdot M_0 = -36.743$$

$$M_{op_min} := 0.25 \cdot M_0 = 11.482$$

$$M'_{op_max} := -0.8 \cdot M_0' = -30.936$$

$$M'_{op_min} := 0.25 \cdot M_0' = 9.667$$

$$Q := Q_0 = 66.474$$

В середині прольоту:

$$M_{n_pr_max} := 0.5 \cdot M_{0H} = 12.332$$

$$M_{n_pr_min} := -0.25 \cdot M_{0H} = -6.166$$

$$M_{pr_max} := 0.5 \cdot M_0 = 22.965$$

$$M_{pr_min} := -0.25 \cdot M_0 = -11.482$$

$$M'_{pr_max} := 0.5 \cdot M_0' = 19.335$$

$$M'_{pr_min} := -0.25 \cdot M_0' = -9.667$$

А.1.7 Підбір перерізу плити

$$\overset{\text{www}}{\mu} := 0.009 \quad ds := 1.4$$

$$\xi := \mu \cdot \frac{R_s}{R_b} = 0.18$$

$$\zeta := 1 - 0.5\xi = 0.91$$

$$h_0 := \sqrt{\frac{|M_{op_max}| \cdot 10^2}{R_b \cdot 10^{-1} \cdot b_{pl} \cdot \xi \cdot \zeta}} = 11.322$$

$$h_{f_{\text{www}}} := h_0 + 0.5 \cdot ds + 3 = 15.022$$

Приймаємо: $h_{f_{\text{www}}} := 22$

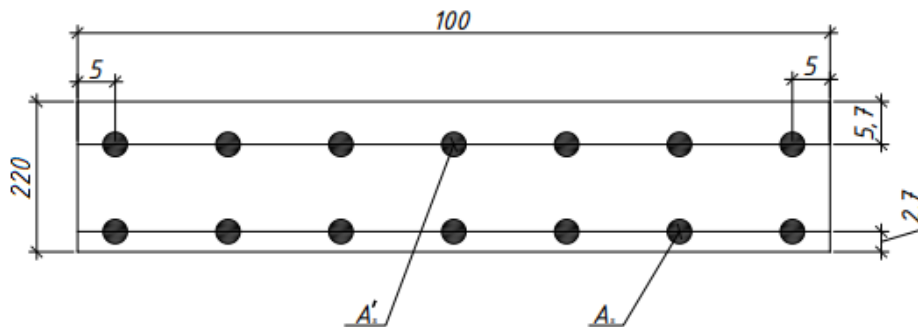
A.1.8 Розрахунок армування верхньої зони плити

$ab := 5$ Товщина захисного шару бетону верхньої зони плити

$ds_{\text{www}} := 1.4$ Діаметр верхньої робочої арматури

$$as := ab + \frac{ds}{2} = 5.7$$

$h_0_{\text{www}} := hf - as = 16.3$



Поперечний переріз плити проїзної частини

$$\alpha_0 := \frac{|M_{op_max}| \cdot 10^3}{R_b \cdot 10^6 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2} \cdot (h_0 \cdot 10^{-2})^2} = 0.079$$

За знайденим α_0 визначаємо $\xi_{\text{www}} := 0.103$ $\eta_1 := 0.959$

$$\omega := 0.85 - 0.008 \cdot R_b = 0.71$$

$\sigma_2 := 500$ Граничне напруження в арматурі стиснутої зони

$$\xi_y := \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_2} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1.1}\right)} = 0.569$$

$\xi = 0.103$ $\xi < \xi_y$ $\xi_y = 0.569$ Умова виконана

$$A_s := \frac{|M_{op_max}| \cdot 10^3 \cdot 10^2 \cdot 10^4}{R_s \cdot 10^6 \cdot h_0 \cdot \eta_1} = 6.716$$

Приймаємо: $A_{s_{\text{www}}} := 14.06$ (7 стержнів діаметром 16мм) $n := 7$

A.1.9 Перевірка на міцність

$$x' := \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b_{pl}} = 2.812$$

$$M_u := R_b \cdot 10^3 \cdot b_{pl} \cdot x' \cdot \left(h_0 - \frac{x'}{2} \right) = 7.329 \times 10^7$$

$$M_u := M_u \cdot 10^{-6} = 73.293$$

$$M_u = 73.293 \quad M_u > M_{op_max} \quad |M_{op_max}| = 36.743$$

Умова виконана

A.1.10 Розрахунок армування нижньої зони плити

ab' := 2 Товщина захисного шару бетону нижньої зони плити

ds' := 1.2 Діаметр нижньої робочої арматури

$$as' := ab' + \frac{ds'}{2} = 2.6$$

$$h_0' := h_f - as' = 19.4$$

$$\alpha_0 := \frac{|M_{pr_max}| \cdot 10^3}{R_b \cdot 10^6 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2} \cdot (h_0' \cdot 10^{-2})^2} = 0.035$$

За знайденим α_0 визначаємо $\xi := 0.045$ $\eta' := 0.982$

$$\omega := 0.85 - 0.008 \cdot R_b = 0.71$$

Граничне напруження в арматурі стиснутої зони

$$\xi_y := \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_2} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1.1} \right)} = 0.569$$

$$\xi = 0.045 \quad \xi < \xi_y \quad \xi_y = 0.569$$

Умова виконана

$$A_s' := \frac{|M_{pr_max}| \cdot 10^3 \cdot 10^2 \cdot 10^4}{R_s \cdot 10^6 \cdot h_0' \cdot \eta'} = 3.444$$

Приймаємо: $A_s' := 7.91$ (6 стержнів діаметром 12мм) $n' := 7$

A.1.11 Перевірка на міцність

$$x' := \frac{R_s \cdot A_s'}{R_b \cdot b_{pl}} = 1.582$$

$$M_u := R_b \cdot 10^3 \cdot b_{pl} \cdot x' \cdot \left(h_0' - \frac{x'}{2} \right) = 5.152 \times 10^7$$

$$M_u := M_u \cdot 10^{-6} = 51.519$$

$$M_u = 51.519 \quad M_u > M_{pr_max} \quad |M_{pr_max}| = 22.965$$

Умова виконана

A.1.12 Розрахунок плити на витривалість за згинальним моментом

$$r := \frac{v_{pm} \cdot (A_s + A_s')}{b_{pl}} = 3.295$$

$$S_a := 2 \cdot v_{pm} \cdot \frac{A_s \cdot h_0 + A_s' \cdot a_s'}{b_{pl}} = 74.923$$

$$x' := -r + \sqrt{r^2 + S_a} = 5.966$$

$$I_{red} := \frac{b_{pl} \cdot x'^3}{3} + v_{pm} \cdot A_s \cdot (h_0 - x')^2 + v_{pm} \cdot A_s' \cdot (x' - a_s')^2 = 30944.931$$

$$\sigma_{b_max} := M'_{op_max} \cdot \frac{x' \cdot 10^{-2}}{I_{red} \cdot 10^{-8}} \cdot 10^{-3} = -5.965$$

$$\sigma_{b_min} := M'_{op_min} \cdot \frac{x' \cdot 10^{-2}}{I_{red} \cdot 10^{-8}} \cdot 10^{-3} = 1.864$$

$$\rho_b := \frac{\sigma_{b_min}}{\sigma_{b_max}} \quad \rho_b := 0 \quad \text{Тому, що напруження різних знаків}$$

$$m_{b1} := 0.6 \cdot \beta_b \cdot \epsilon_b = 0.768$$

$$m_{b1} \cdot R_b = 13.44$$

$$\frac{|M'_{op_max}|}{I_{red} \cdot 10^{-8}} \cdot x' \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 5.965$$

$$\frac{|M'_{op_max}|}{I_{red} \cdot 10^{-8}} \cdot x' \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} = 5.965$$

$$\frac{|M'_{op_max}|}{I_{red}} \cdot x' < m_{b1} \cdot R_b \quad m_{b1} \cdot R_b = 13.44$$

Умова виконана

Перевірка умови міцності арматури плити на витривалість за формулою табл. 3.21 ДБН В.2.3-14:2006

$$n' \cdot \frac{M'_{op_max}}{I_{red}} \cdot (h_f - x' - a_s) \leq m_{a1} \cdot R_s$$

$$\sigma_{s_max} := v_{pm} \cdot M'_{op_max} \cdot \frac{(h_f \cdot 10^{-2} - x' \cdot 10^{-2} - a_s \cdot 10^{-2})}{I_{red} \cdot 10^{-8}} \cdot 10^{-3} = -154.959$$

$$S_{a'} := 2 \cdot v_{pm} \cdot \frac{A_s \cdot a_s + A_s' \cdot h_0'}{b_{pl}} = 70.079$$

$$x_1' := -r + \sqrt{r^2 + S_{a'}} = 5.701$$

$$\sigma_{s_min} := v_{pm} \cdot M'_{op_min} \cdot \frac{(x_1' \cdot 10^{-2} - a_s' \cdot 10^{-2})}{I_{red} \cdot 10^{-8}} \cdot 10^{-3} = 14.532$$

$$\rho_s := \frac{\sigma_{s_min}}{\sigma_{s_max}} = -0.094$$

$\epsilon_{ps} := 0.51$ За табл. 3.15 ДБН В.2.3-14:2006

$\beta_{pw} := 1$ За відсутності зварних з'єднань

$$m_{a1} := \epsilon_{ps} \cdot \beta_{pw} = 0.51$$

$$m_{a1} \cdot R_s = 178.5$$

$$|\sigma_{s_max}| = 154.959 \quad \sigma_{s_max} < m_{a1} \cdot R_s \quad m_{a1} \cdot R_s = 178.5$$

Умова виконана

A.1.13 Розрахунок плити на міцність за поперечною силою

$$c := h_0 = 16.3$$

$$m := 1.3$$

$$m \cdot R_{bt} \cdot 10^3 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2} \cdot h_0 \cdot 10^{-2} = 243.685$$

$$Q_b := \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot 10^3 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2} \cdot (h_0 \cdot 10^{-2})^2}{c \cdot 10^{-2}} = 374.9$$

Оскільки $Q_b < m \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ приймаємо:

$$Q_b := m \cdot R_{bt} \cdot 10^3 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2} \cdot h_0 \cdot 10^{-2} = 243.685$$

$$A_{\gamma w} := A_s \cdot 2 = 28.12$$

$$Q_{\gamma w} := A_{\gamma w} \cdot 1000 \cdot 10^{-2} = 281.2$$

$$Q = 66.474 \quad Q \leq Q_b + Q_{\gamma w} \quad Q_b + Q_{\gamma w} = 524.885$$

Умова виконана

A.1.14 Розрахунок плити на тріщинотійкість

$$x := \frac{R_s \cdot 10^6 \cdot A_s \cdot 10^{-4}}{R_b \cdot 10^6 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2}} = 0.028$$

$$x' := \frac{R_s \cdot 10^6 \cdot A_s' \cdot 10^{-4}}{R_b \cdot 10^6 \cdot b_{pl} \cdot 10^{-2}} = 0.016$$

$$\sigma_s := \frac{M_{n_op_max} \cdot 10^2}{A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x \cdot 10^2}{2} \right)} = -9.422$$

$$\sigma_s' := \frac{M_{n_pr_max} \cdot 10^2}{A_s' \cdot \left(h_0' - \frac{x' \cdot 10^2}{2} \right)} = 8.378$$

$$A_r := b_{pl} \cdot \left(ab + \frac{ds}{2} + ds \right) = 710$$

$$A_r' := b_{pl} \cdot \left(ab' + \frac{ds'}{2} + ds' \right) = 380$$

$$R_r := \frac{A_r}{\beta \cdot n \cdot ds} = 72.449$$

$$R_r' := \frac{A_r'}{\beta \cdot n' \cdot ds'} = 45.238$$

$$\psi_s := 1.5 \sqrt{R_r} = 12.768$$

$$\psi_s' := 1.5 \sqrt{R_r'} = 10.089$$

$$acr := \frac{|\sigma_s|}{E_s \cdot 10^{-1}} \cdot \psi_s = 0.006$$

$$\text{acr}' := \frac{|\sigma_s'|}{E_s \cdot 10^{-1}} \cdot \psi_s' = 0.004$$

УМОВА ВИКОНАНА ЯКЩО:

$$\text{acr} \leq \Delta \text{cr} \quad \Delta \text{cr} = 0.02$$

ДОДАТОК Б
РОЗРАХУНОК СЕРЕДНІХ БАЛОК ПРОЇЗДУ

Б.1.1 Вихідні дані

$$R_b := 22 \quad R_{bt} := 1.3 \quad R_s := 350 \quad E_s := 1.96 \cdot 10^5 \quad E_b := 3.45 \cdot 10^4 \quad R_p := 1025 \quad l_p := 17.4$$

$$\begin{aligned} b_p &:= 18 && \text{- ширина ребра} && b_{fl} &:= 160 && \text{- ширина плити} \\ h_{fl} &:= 22 && \text{- висота плити} && b_f &:= 50 && \text{- ширина нижньої полки} \\ h_f &:= 19 && \text{- висота нижньої полки} && h_b &:= 110 && \text{- балки} \\ d &:= 1.2 && \text{- діаметр ненапруженої} && & & & \\ & && \text{арматури} && & & & \end{aligned}$$

$$A_s := \frac{\pi \cdot d}{4} \cdot 4 = 3.77 \quad \text{- нижня ненапружена арматура}$$

$$A_{s1} := \frac{\pi \cdot 1.2^2}{4} \cdot 7 = 7.92 \quad \text{- верхня ненапружена арматура}$$

$$A_{p1} := \frac{3.1416 \cdot 0.5^2}{4} \cdot 7 = 1.37$$

$$A_p := A_{p1} \cdot 22 = 30.24$$

Б.1.2. Геометричні характеристики балки

$$A_b := b_p \cdot h_b + (b_{fl} - b_p) \cdot h_{fl} + (b_f - b_p) \cdot h_f = 5712 \quad \text{- площа бетону}$$

$$n_1 := \frac{E_s}{E_b} = 5.68$$

$$A_{red} := A_b + (n_1 - 1)(A_p) + (n_1 - 1)(A_s + A_{s1}) = 5908.26$$

$$a_p := 8 = 8 \quad a_s := 2.2 + d + \frac{d}{2} = 4$$

$$\begin{aligned} S_{red} &:= h_f^2 \cdot \frac{(b_f - b_p)}{2} + \frac{b_p \cdot h_b^2}{2} + (b_{fl} - b_p) \cdot h_{fl} \cdot (h_b - 0.5 \cdot h_{fl}) \dots && = 442388.88 \\ &+ (n_1 - 1) A_p \cdot (h_b - a_p) + (n_1 - 1) \cdot A_s \cdot a_s + (n_1 - 1) \cdot A_{s1} \cdot (h_b - a_s) \end{aligned}$$

- статичний момент інерції відносно низу балки

$$x := \frac{S_{red}}{A_{red}} = 74.88 \quad \text{- центр мас} \quad x_c := x = 74.88$$

$$I_{b1} := \frac{b_f \cdot x^3}{3} - \frac{(b_f - b_p) \cdot (x - h_f)^2}{3} + \frac{b_{f1} \cdot (h_b - x)^3}{3} \dots = 9951887.84$$

$$+ 0 - \frac{(b_{f1} - b_p) \cdot (h_b - x - h_{f1})^2}{3} + (n_1 - 1) \cdot A_p \cdot (x - a_p)^2 \dots$$

$$+ (n_1 - 1) \cdot A_s \cdot (x - a_s)^2 - (n_1 - 1) \cdot A_{s1} \cdot (h_b - x - a_s)^2$$

- приведений момент інерції

Перерахуємо розрахункову здатність:

$$h_0 := h_b - a_p = 102 \quad \text{- робоча висота}$$

$$h_{01} := h_b - a_s = 106 \quad \text{- для ненапруженої арматури}$$

$$a_{s1} := a_s = 4 \quad \text{- захисний шар}$$

$$\bar{x} := \frac{R_p \cdot A_p + R_s \cdot A_s - R_s \cdot A_{s1}}{R_b \cdot b_{f1}} = 8.39 \quad \text{- стиснута зона}$$

$$M_{gr} := 0.1 \cdot R_b \cdot b_{f1} \cdot x \cdot (h_0 - 0.5x) + 0.1 R_s \cdot A_{s1} \cdot (h_{01} - a_{s1}) = 317198.74$$

Б.1.3. Збір навантажень і зусиль

Для середніх балок:

Постійні навантаження на крайні балки:

Нормативні:

$$\text{Балки} \quad q_{nb} := 7.89 = 7.89$$

$$\text{Монолітна плита} \quad q_{ns} := 0.352 \cdot 24.5 = 8.62$$

$$\text{БО} \quad q_{nbo} := 1.3$$

$$\text{ПО} \quad q_{npo} := 0.7$$

$$\text{А/Б} \quad q_{nabs} := 1.6 \cdot 0.15 \cdot 22 = 5.28$$

$$q_{nps} := q_{nb} + q_{ns} + q_{nbo} + q_{npo} + q_{nabs} = 23.79$$

$$q_{rps} := q_{rb} + q_{rs} + q_{rbo} + q_{rpo} + q_{rabs} = 33.7$$

Розрахункові

$$\gamma_f := 1.25 \quad q_{rb} := q_{nb} \cdot \gamma_f = 9.86$$

$$q_{rs} := q_{ns} \cdot \gamma_f = 10.78$$

$$q_{rbo} := q_{nbo} \cdot \gamma_f = 1.63$$

$$q_{rpo} := q_{npo} \cdot \gamma_f = 0.88$$

$$\gamma_{f2} := 2 \quad q_{rabs} := q_{nabs} \cdot \gamma_f = 10.56$$

- нормативне постійне навантаження

- розрахункове постійне навантаження

Перша стадія:

$$q_i := q_{nb} + q_{ns} = 16.51$$

$$q_{ri} := q_{rb} + q_{rs} = 20.64$$

Друга стадія:

$$q_{ii} := q_{nbo} + q_{npo} + q_{nabs} = 7.28$$

$$q_{rii} := q_{rbo} + q_{rpo} + q_{rabs} = 13.06$$

$$\omega := \frac{l_p}{4} \cdot \frac{l_p}{2} = 37.84 \quad \text{- площа лінії впливу моменту}$$

Зусилля від постійного навантаження

на першій стадії

на другій стадії

$$M_{r1} := q_{r1} \cdot \omega = 781.22$$

$$M_{r2} := q_{r2} \cdot \omega = 494.26$$

$$M_p := M_{r1} + M_{r2} = 1275.47 \quad - \text{всього зусилля}$$

$$0.01 \cdot M_{gr} - M_p = 1896.52$$

Розрахунок балки Б2

Ординати КПУ, положення біля БО:

натовп: $\eta_p := 0.072$

НК: $\eta_{nk} := \frac{0.242 + 0.278}{2} = 0.26$

A-15: $\eta_{ak} := \frac{0.252 + 0.314}{2} + \frac{0.326 + 0.221}{2} = 0.56$

$$\eta_{akv} := \frac{0.252 + 0.314}{2} + \frac{0.326 + 0.221}{2} \cdot 0.6 = 0.45$$

Навантаження:

НК-100: $P_{nk} := 245$

пішоходи: $q_p := 1.96 \cdot 1.8 = 3.53$

A15: $P_{ak} := 15 \cdot 9.81 = 147.15 \quad v_{ak} := 0.98 \cdot 15 = 14.7$

$\omega = 37.84$ - площа л.в. моменту

$$y_{\max} := \left(\frac{l_p}{4} \right) = 4.35$$

$$y_2 := y_{\max} \cdot \frac{\frac{l_p}{2} - 0.6}{\frac{l_p}{2}} = 4.05 \quad y_3 := y_{\max} \cdot \frac{\frac{l_p}{2} - 1.8}{\frac{l_p}{2}} = 3.45 \quad - \text{ординати до НК}$$

$$y_1 := y_{\max} \cdot \frac{\frac{l_p}{2} - 0.75}{\frac{l_p}{2}} = 3.97 \quad - \text{ординати до АК}$$

коефіцієнти до тимчасового навантаження:

$$\mu_p := 0.3 \quad \gamma_{vv} := 1.5 \quad \gamma_{vp} := 1.5 \quad \gamma_p := 1.2$$

$$M_{nk} := 1.1 \cdot [P_{nk} \cdot (2 \cdot y_2 + 2 \cdot y_3) \cdot \eta_{nk}] = 1051.05 \quad - \text{момент НК-100}$$

$$M_{ak} := 1.1 \cdot [P_{ak} \cdot \eta_{ak} \cdot 2 \cdot y_1 \cdot \gamma_{vp} \cdot (1 + \mu_p) + \omega \cdot v_{ak} \cdot \eta_{akv} \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot \omega \cdot \gamma_p \cdot \eta_p] = 1819.53 \quad - \text{момент А-15}$$

$$S_{max} := \max(M_{ak}, M_{nk}) = 1819.53$$

$$0.01 \cdot M_{gr} = 3171.99 \quad M_p + S_{max} = 3095$$

Умова міцності виконується

Б.1.4. Розрахунок КПУ

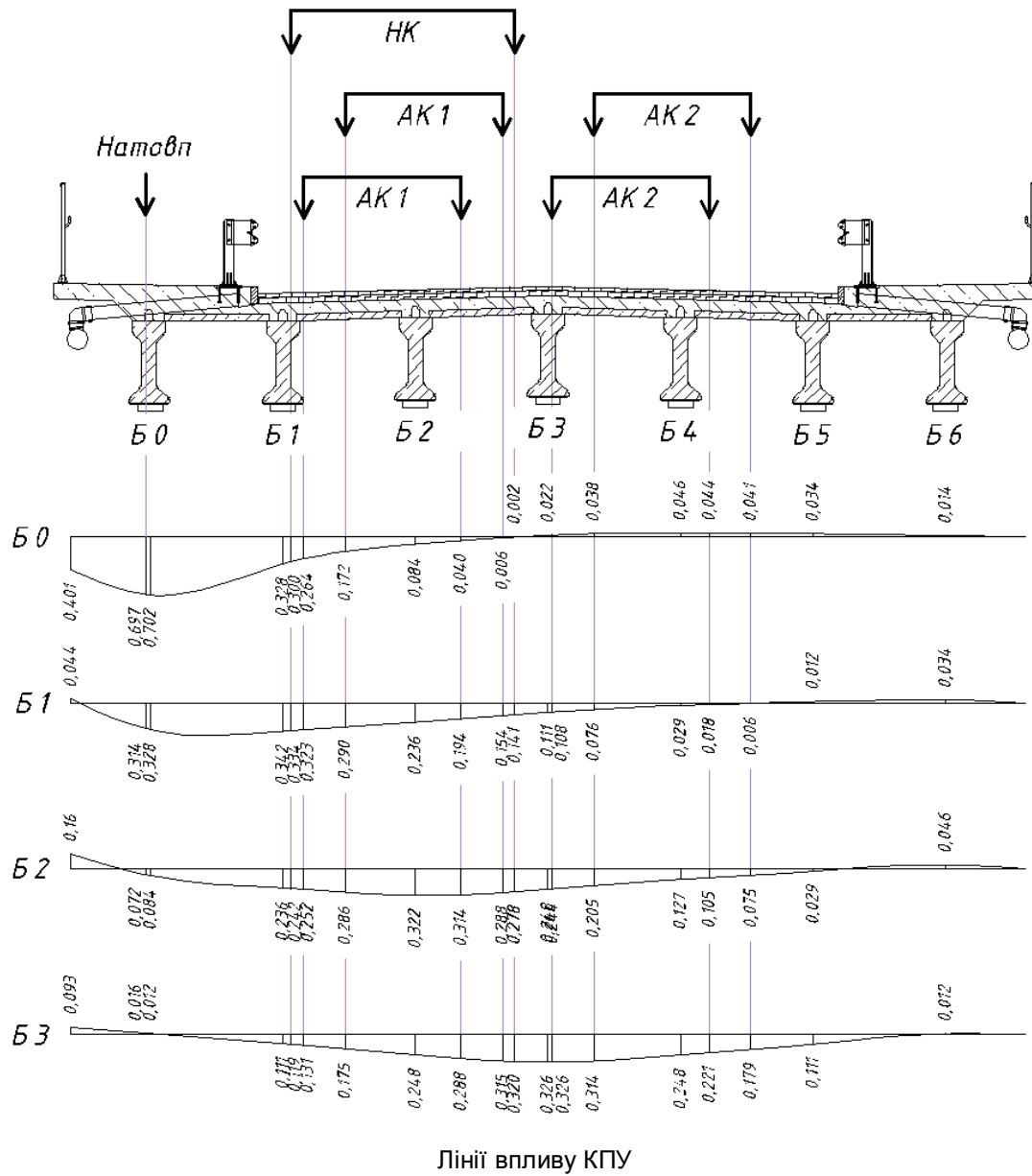
Виконується методом пружних опор

$$b := 160 \quad E := E_b = 34500 \quad d_{pl} := 1.2$$

$$I_{pl} := \frac{100 \cdot h_{fl}^3}{12} + 2n_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_{pl}^2}{4} \cdot \left(\frac{h_{fl}}{2} - 2 - \frac{d_{pl}}{2} \right)^2 = 89640.06$$

$$\Delta_p := \frac{5 \cdot 1 \cdot (100l_p)^4}{384 \cdot 0.1 \cdot E_b \cdot I_{b1}} = 3.48$$

$$\alpha := 12.8 \cdot \frac{(0.01 \cdot b)^3}{(l_p)^4} \cdot \frac{I_{b1}}{I_{pl}} = 0.06$$



Ординати КПУ, "експлуатаційне" положення:

натовп: $\eta_{np} := 0.072$

НК: $\eta_{nk} := \frac{0.242 + 0.278}{2} = 0.26$

A-15: $\eta_{akv} := \frac{0.286 + 0.288}{2} + \frac{0.205 + 0.075}{2} = 0.43$

$$\eta_{akw} := \frac{0.286 + 0.288}{2} + \frac{0.205 + 0.075}{2} \cdot 0.6 = 0.37$$

$$M_{nk} := 1.1 [P_{nk} \cdot (2 \cdot y_2 + 2 \cdot y_3) \cdot \eta_{nk}] = 1051.05 \quad \text{- момент НК-100}$$

$$M_{akv} := 1.1 [P_{ak} \cdot \eta_{ak} \cdot 2 \cdot y_1 \cdot \gamma_{vp} \cdot (1 + \mu_p) + \omega \cdot v_{ak} \cdot \eta_{akv} \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot \omega \cdot \gamma_p \cdot \eta_p] = 1424.72 \quad \text{- момент A-15}$$

$$S_{max} := \max(M_{ak}, M_{nk}) = 1424.72$$

$$0.01 \cdot M_{gr} = 3171.99 \quad M_p + S_{max} = 2700.19$$

Умова виконується

Розрахунок балки БЗ

Ординати КПУ, положення біля БО:

натовп: $\eta_{np} := 0$

НК: $\eta_{nk} := \frac{0.119 + 0.320}{2} = 0.22$

A-15: $\eta_{akv} := \frac{0.131 + 0.288}{2} + \frac{0.326 + 0.221}{2} = 0.48$

$$\eta_{akw} := \frac{0.131 + 0.288}{2} + \frac{0.326 + 0.221}{2} \cdot 0.6 = 0.37$$

Навантаження:

$$M_{nk} := 1.1 [P_{nk} \cdot (2 \cdot y_2 + 2 \cdot y_3) \cdot \eta_{nk}] = 887.33 \quad \text{- момент НК-100}$$

$$M_{akv} := 1.1 [P_{ak} \cdot \eta_{ak} \cdot 2 \cdot y_1 \cdot \gamma_{vp} \cdot (1 + \mu_p) + \omega \cdot v_{ak} \cdot \eta_{akv} \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot \omega \cdot \gamma_p \cdot \eta_p] = 1554.94 \quad \text{- момент A-15}$$

$$S_{max} := \max(M_{ak}, M_{nk}) = 1554.94$$

$$0.01 \cdot M_{gr} = 3171.99 \quad M_p + S_{max} = 2830.41$$

Умова міцності виконується

Ординати КПУ, "експлуатаційне" положення:

натовп: $\eta_{np} := 0$

НК: $\eta_{nk} := \frac{0.119 + 0.320}{2} = 0.22$

$$A-15: \quad \eta_{akv} := \frac{0.175 + 0.315}{2} + \frac{0.314 + 0.179}{2} = 0.49$$

$$\eta_{akw} := \frac{0.175 + 0.315}{2} + \frac{0.314 + 0.179}{2} \cdot 0.6 = 0.39$$

$$M_{nk} := 1.1 \cdot [P_{nk} \cdot (2 \cdot y_2 + 2 \cdot y_3) \cdot \eta_{nk}] = 887.33 \quad - \text{момент НК-100}$$

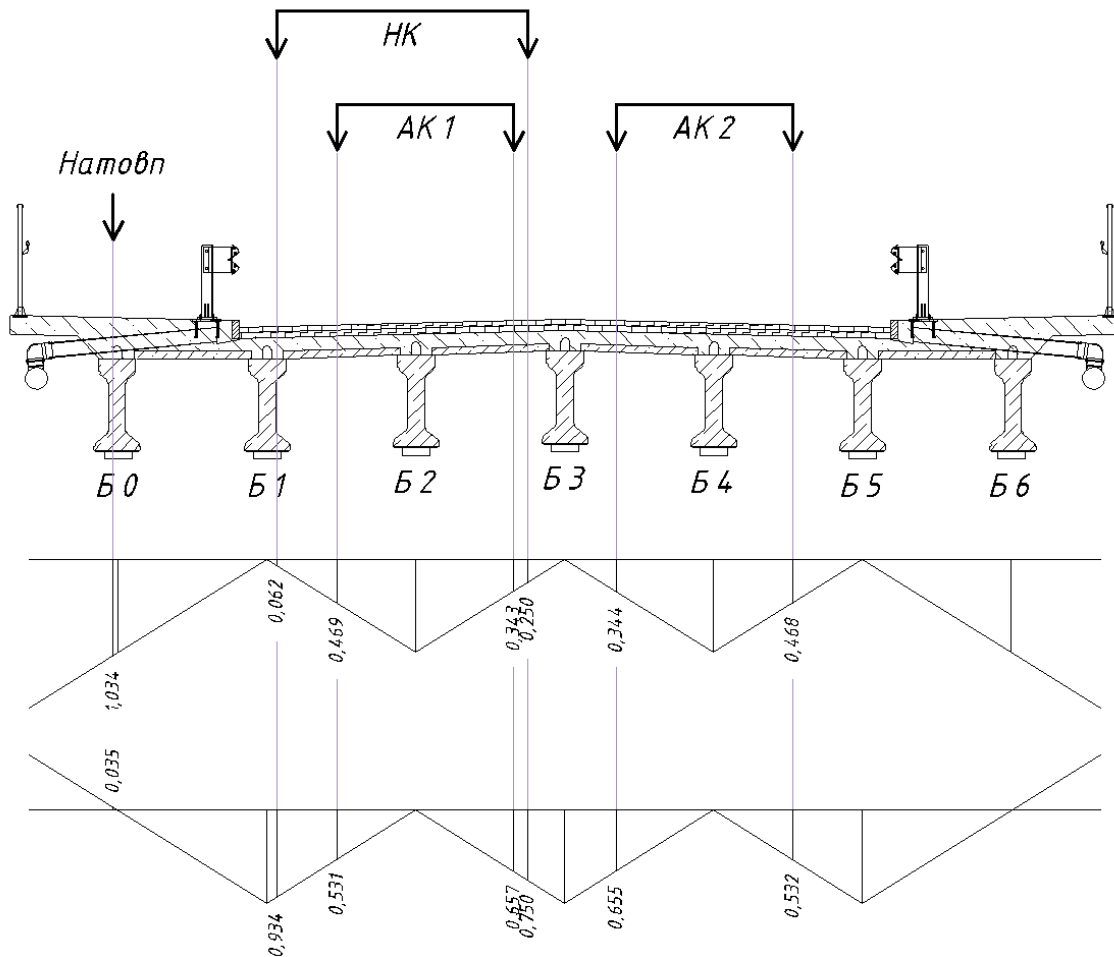
$$M_{ak} := 1.1 \cdot [P_{ak} \cdot \eta_{ak} \cdot 2 \cdot y_1 \cdot \gamma_{vp} \cdot (1 + \mu_p) + \omega \cdot v_{ak} \cdot \eta_{akv} \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot \omega \cdot \gamma_p \cdot \eta_p] = 1593.98 \quad - \text{момент А-15}$$

$$S_{max} := \max(M_{ak}, M_{nk}) = 1593.98$$

$$0.01 \cdot M_{gr} = 3171.99 \quad M_p + S_{max} = 2869.45$$

Умова виконується

Розрахунок поперечної сили.



$$w := \frac{l_p}{2} = 8.7$$

$$Q_{r1} := q_{r1} \cdot w = 179.59$$

$$Q_{r11} := q_{r11} \cdot w = 113.62$$

$$Q_p := Q_{r1} + Q_{r11} = 293.21 \quad \text{- поперечна сила від постійних навантажень}$$

натовп: $\eta_{pr} := 0$

Для НК: $\eta_{akv} := \frac{0.934 + 0.750}{2} = 0.84$

Для А-15: $\eta_{akv} := \frac{0.531 + 0.657}{2} + \frac{0.655 + 0.532}{2} = 1.19$

$$\eta_{akv} := \frac{0.531 + 0.657}{2} + \frac{0.655 + 0.532}{2} \cdot 0.6 = 0.95$$

$w = 8.7$ - площа л.в. моменту

$$y_{max} := (1) = 1 \quad y_{1k} := y_{max} \cdot \frac{l_p - 1.5}{l_p} = 0.91 \quad \text{- ординати АК}$$

$$y_{2k} := y_{max} \cdot \frac{l_p - 1.2}{l_p} = 0.93 \quad y_{3k} := y_{max} \cdot \frac{l_p - 2.6}{l_p} = 0.85 \quad \text{- ординати НК}$$

$$y_4 := y_{max} \cdot \frac{l_p - 3.6}{l_p} = 0.79$$

коефіцієнти до тимчасового навантаження:

$$\mu_{pr} := 0.3 \quad \gamma_{vv} := 1.5 \quad \gamma_{vp} := 1.5 \quad \gamma_{pr} := 1.2$$

$$Q_{nk} := 1.1 \cdot [P_{nk} \cdot (y_{max} + y_2 + y_3 + y_4) \cdot \eta_{nk}] = 811.17 \quad \text{- поперечна сила від НК-100}$$

$$Q_{ak} := 1.1 \cdot [P_{ak} \cdot \eta_{ak} \cdot (y_{max} + y_1) \cdot \gamma_{vp} \cdot (1 + \mu_p) + w \cdot v_{ak} \cdot \eta_{akv} \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot w \cdot \gamma_p \cdot \eta_p] = 917.81$$

- поперечна сила від А-15

$$Q_{ak2} := 1.1 \cdot (w \cdot v_{ak} \cdot \eta_{akv} \cdot \gamma_{vv} + q_p \cdot w \cdot \gamma_p \cdot \eta_p) = 200.49 \quad \text{- поперечна сила без тандему (для II прогону)}$$

$$\frac{Q_{ak2} + Q_{ak}}{Q_{ak}} = 1.22$$

$$h_{c1} := 22 \quad \text{- висота плити}$$

$$h_b := 110 \quad \text{- балки}$$

$$h_{0k} := h_b - a_s = 106$$

Перевірка за бетоном стиснутої зони - п. 3.77:

$$b := 18 \quad S_w := 8$$

$$A_{sw} := \frac{\pi \cdot 1}{4} \cdot 2 = 1.57$$

$$\varphi_{w1} := 1 + 5 \cdot n_1 \cdot \frac{A_{sw}}{b \cdot S_w} = 1.31$$

$$\varphi_{b1} := 1 - 0.01 \cdot R_b = 0.78$$

$$0.3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot 0.1 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 1286.59 \quad Q_{ak} + Q_p = 1211.03$$

Умова виконується

Перевірка за нахиленою тріщиною - п. 3.78:

$$R_s := 265$$

$$c := h_0 \cdot \tan\left(\frac{\pi \cdot 60}{180}\right) = 183.6$$

горизонтальное проложение наклонной трещины

$$B := 0.1 R_s \cdot A_{sw} \cdot \left(\frac{c}{S_w}\right) = 955.31$$

$$C1 := \frac{2 \cdot 0.1 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{c} = 286.41$$

$$1.3 \cdot R_{bt} \cdot 0.1 \cdot b \cdot h_0 = 322.45$$

$$Q := B + C1 = 1241.72$$

$$Q_{ak} + Q_p = 1211.03$$

Умова виконується