

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.06 – КРМ.255 «С» 2023.02.24 025

ВОЛОШКО ЮРІЙ СВЯТОСЛАВОВИЧ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Факультет (ФНП)

Конструювання та дизайну

УДК 725.95(477.52)

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету (Директор ФНП)

Конструювання та дизайну
(назва факультету (ФНП))

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завдувач кафедри

будівництва
(назва кафедри)

Ружи́ло З.В.

(підпис)

(ПІБ)

Бакулін Є.А.

(підпис)

(ПІБ)

“ 20 ” р. НУБІП України
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Проектування споруди мосту через р. Говта дороги Н-13 в
Полтавській області»

Спеціальність

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Освітня програма

Будівництво та цивільна інженерія

(назва)

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

НУБІП України

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Бакулін Є.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., ст. викл.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Усенко М.В.

(прізвище та ініціали)

Виконав

(підпис)

Волошко Ю.С.

(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факкультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва,

К.Т.Н., доцент Бакулін Є.А.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

20 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Волошку Юрію Святославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код і назва)
Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія
(назва)

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування споруди мосту через р. Говта
дороги Н-13 в Полтавській області»
загверджена наказом ректора НУБіП України від «24» лютого 2023 р. № 255 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика
будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010,
навантаження та впливи згідно з ДБН В.1.2-2:2006.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурно-конструктивна частина.

Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина.

Розділ 3. Технологічно-будівельна частина

Розділ 4. Організаційно-будівельна частина.

Розділ 5. Економічна частина.

Розділ 6. Охорона праці

Розділ 7. Науково-дослідницька частина.

НУБіП України

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Аркуш 1. Архітектура. Фасад, план

Аркуш 2. Архітектура. Розрізи

Аркуш 3. Архітектура. Сполучення мосту, укріплення конусу, вузли

Аркуш 4. Архітектура. Система водовідведення, сходи

Аркуш 5. Конструктивна частина

Аркуш 6. Конструктивна частина

Аркуш 7. Технологічна карта.

Аркуш 8. Організація будівельного процесу.

Аркуш 9. Календарний графік

Аркуш 10. Науково-дослідницька частина.

Дата видачі завдання “ ___ ” _____ 20 ___ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., Ст. викл.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Усенко М.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Волошко Ю.С.
(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

Вступ 6

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ 12

1.1 Район будівництв 12

1.2 Загальні відомості 13

1.3 Основні архітектурні рішення 14

1.3.1 Фундаменти 14

1.3.2 Опори 15

1.3.3 Прогонова будова 16

1.3.5 Мостове полотно 17

1.3.6 Сполчення з підходами 18

1.3.7 Струмененапрмна дамба 19

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА 20

2.1 Розрахунок Балки Прогонної Споруди 20

2.1 Розрахунок плити прогонної споруди 21

2.2 Інтенсивність навантаження від візка 24

2.3 Розрахунок плити на міцність на стадії експлуатації по згинаючому моменту 29

2.4 Розрахунок плити на тріщено стійкість 31

2.5 Розрахунок головної балки прогонної споруди 32

2.6 Розрахунок балки на міцність по згинаючому моменту 41

2.7 Розрахунок на міцність по поперечній силі 47

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА 49

3.1 Загальні положення 49

3.2 Сфера застосування 49

3.3 Організація і технологія виконання робіт 51

3.4 Вимоги до якості виконання робіт 57

Розділ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА 59

4.1 Загальна частина 59

4.2 Вихідні дані. Нормативний строк будівництва 59

4.3 Підрахунок обсягів та трудомісткості робіт 60

4.4 Виробнича база 62

4.5 Розрахунок потреби води	64
4.6 Розрахунок потреби в електроенергії	65
4.7 Основні інженерні рішення в технології організації робіт	67
4.7.1 Підготовчі роботи та роботи з розбирання	67
4.7.2 Опори	68
4.7.2.3 Прогонова будова та монолітна плита	69
4.7.4 Комплекс мостового полотна	70
4.7.5 Сполучення з підходами	71
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	72
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	84
РОЗДІЛ 7. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ АНАЛІЗ І СПІВСТАВЛЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МОСТІВ СТРУНОБЕТОННИХ З БАЛОЧНИМИ	100
ВИСНОВКИ	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	124
ДОДАТКИ	128

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Капітальне будівництво – це галузь народного господарства, головною метою якого є створення будівельної продукції. Це не лише зведення звичайних житлових та промислових будівель, хоча вони і займають значне місце. Будівництво, це фундаментальна галузь для нашої країни. Фахівці цієї сфери для нас створюють всі можливі умови для комфортного життя, а саме: палаци культури, кінотеатри, заклади громадського харчування, зони відпочинку, парки, сквери, школи, дитячі садочки, заклади для здобування вищої освіти. Окрім цього всього, створенням великих інженерних споруд, електростанцій, мережі електропередач, тепломережі, водопостачальні комунікації, автомобільні дороги, мости та інше.

Основне завдання будівництва – створення і поновлення основних фондів народного господарства, що призначаються для розвитку громадського виробництва та вирішення національних проблем. Основні фонди, або засоби праці, складають головну частину національного багатства країни. До них в першу чергу відносяться виробничі будинки і споруди, а разом з житловими масивами вони формують середовище у якому живе людина.

Проте критично важливим є і будівництво доріг та мостів, які забезпечують зв'язок між містами, районами, обласними центрами, країнами. Транспортні споруди виконують роль артерій, по яким проходить вся економіка країни.

Транспортна інфраструктура, як частина капітального будівництва, також забезпечує економічний і логістичний зв'язок при будівництві житлових, громадських, промислових та інших споруд з підприємствами, виробниками та постачальниками матеріалів.

З урахуванням того, що багато транспортних споруд, мостів, було пошкоджено і зруйновано через воєнні дії, а певний відсоток існуючих знаходиться в неналежному стані, мені стало цікаво більш детально дослідити це питання.

Загальні відомості

Основні види мостів. *Мостові споруди* призначені для подолання водних перешкод, ущелин, ярів та інших перешкод на дорозі. У порівнянні з трубами, мостові споруди не лише пролягають над земельним покривом

дороги, але й перетинають його за допомогою конструкцій, які складаються з прогонових елементів та опор. Прогонові елементи покривають проміжок між опорами, взаємодіють з навантаженням від руху транспортних засобів та передають це навантаження разом із власною вагою на опори. Опори в своєму випадку приймають сили від прогонових елементів і передають їх через фундаменти до ґрунту. Різні типи мостових споруд включають в себе самі мости, шляхопроводи, віадук, акведуки та естакади.

Міст, в суті, є спорудою, призначеною для перетину дороги над будь-якою водною перешкодою. Шляхопровід використовується для розташування

однієї дороги поверх іншої на різних рівнях. Віадук є мостовою спорудою, яка перетинає глибокий яр, ущелину, суходіл або балку, розташовуючи проїзну частину високо над дном перешкоди. Відзначається великою висотою опору, яка може сягати від кількох десятків до сотень метрів. Акведук - це мостова споруда, яка перетинає водовід над яром, ущелиною, річкою, суходолом або

дорогою. Естакада використовується для прокладання доріг на висоті над місцевим рельєфом, щоб простір під нею міг бути використаний для різних

цілей. Їх також будують замість насипів для доріг через долину річок, болотисті території, підходів до мостів і шляхопроводів, а також для

прокладення швидкісних автомагістралей через міські області, розширення набережних і для руху в міських умовах вздовж річок.

Мостовий перехід - це комплекс інженерних споруд, які будуються для перетину дороги через водну перешкоду. Його склад включає в себе сам міст, підходи до нього, регуляційні споруди, берегоукріплювальні конструкції та льодорізи.

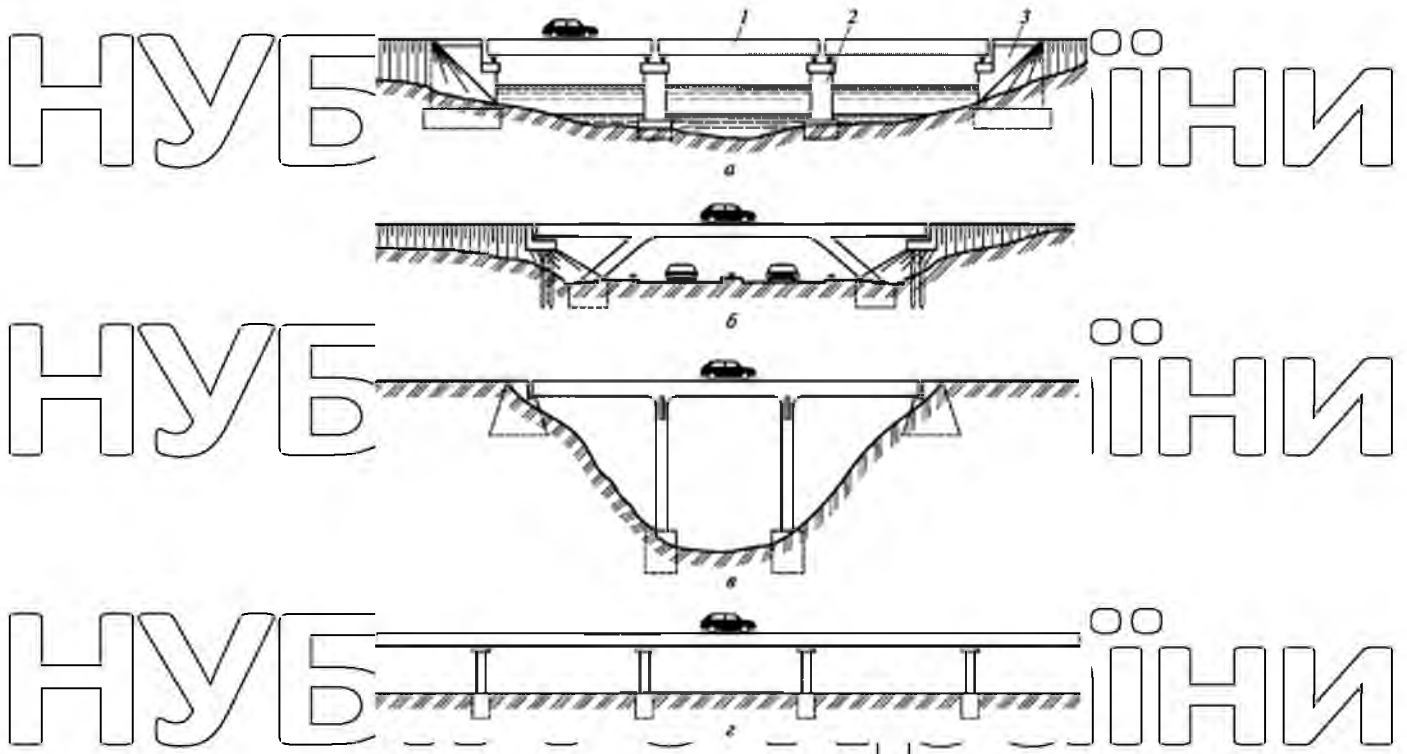


Рисунок 0.1 – Види мостових споруд: а – міст; б – шляхопровід; в – віадук;
г – естакада; 1 – прогонова будова; 2 – проміжна опора; 3 – підвалина

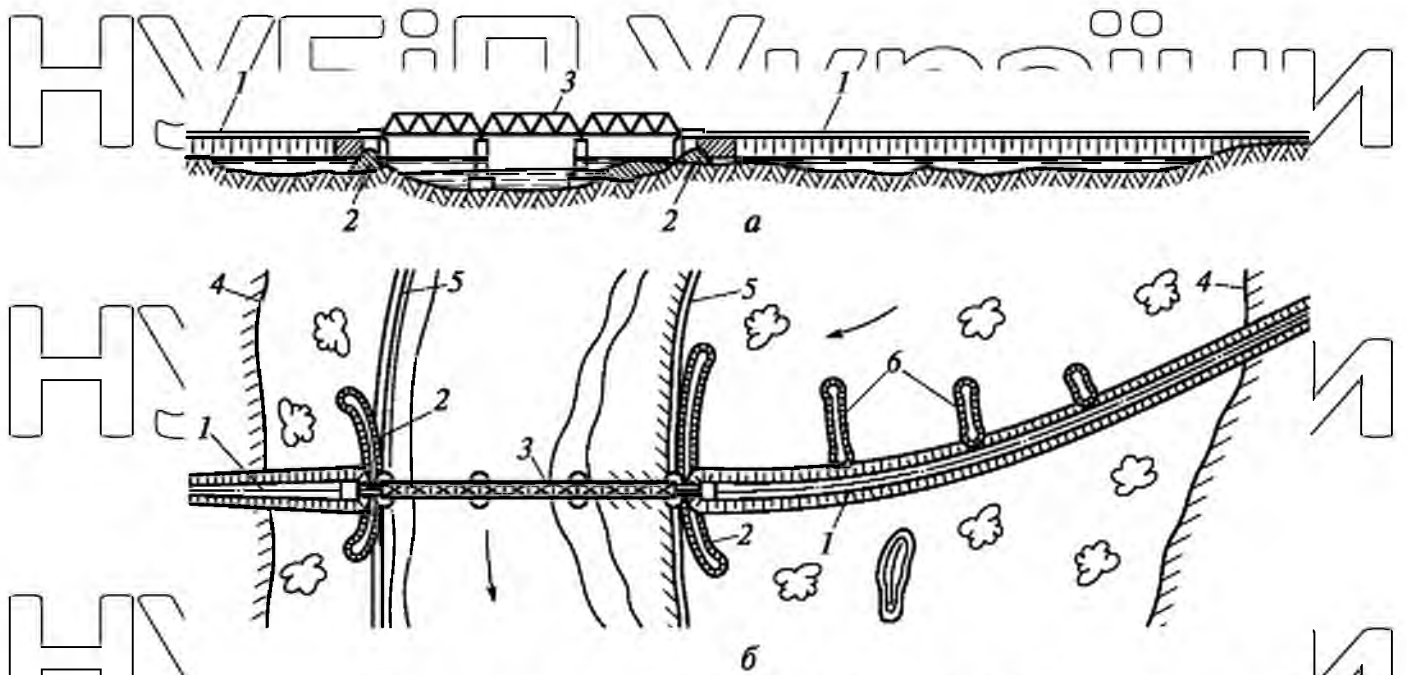


Рисунок 0.2 – Профіль (а) і план (б) мостового переходу:

1 – насип підходу; 2 – струмененапрямна дамба; 3 – міст; 4 – межа затоплення заплави; 5 – зміцнення берега; 6 – траверс

Міст, за допомогою своїх конструкцій, охоплює русло річки та частину її заплави. Підходи до моста є особливими з'єднаннями дороги з мостом і

можуть бути виконані у вигляді земляних насипів або естакад. Регуляційні споруди, представлені струменепрямими дамбами, та берегоукріплювальними конструкціями, застосовуються для захисту берегів

річки біля моста від значного розмиву. Струменепрямі дамби розташовуються біля берегових опор у вигляді земляних насипів з трапецієподібним поперечним перерізом, надаючи їм плановий контур, що покращує плавний бік водного потоку з верхньої частини річки на місці мостового отвору.

Льодорізи - це споруди, призначені для захисту проміжних опор мосту від прямого впливу льодоходу, що може стати серйозною загрозою для опори. Їх будують перед проміжною опорою з верхньої сторони моста в тій частині русла, де можливий рух льоду. У випадках мостів з масивними опорами (кам'яними, бетонними, залізобетонними), льодорізи зазвичай об'єднують з масивним тілом опори.

Елементи мостів. Мости складаються з прогонових будов та опор. У прогонових будовах мостових споруд розрізняють такі основні елементи: проїзну частину, несучі елементи, систему зв'язків і опорні частини.

Під проїзною частиною прогонової будови (в загальному і широкому розумінні цього терміну) розуміється сукупність конструктивних елементів, які приймають навантаження від транспортних засобів і пішоходів, а потім передають ці навантаження на несучу частину. Проїзна частина в широкому сенсі включає в себе несучі елементи та мостове полотно. (рис. 0.1).

Несучі елементи проїзної частини сприймають навантаження від транспортних засобів і пішоходів та передають їх на основні несучі конструкції прогонової будови. Застосовують три головних види несучих елементів проїзної частини:

- балочна кліть - сукупність поздовжніх і поперечних блоків;
- плоска або ребриста залізобетонна або дерев'яна плита;
- металева плита зварена конструкція, яка складається з листа настилу, закріпленого поздовжніми і поперечними ребрами.

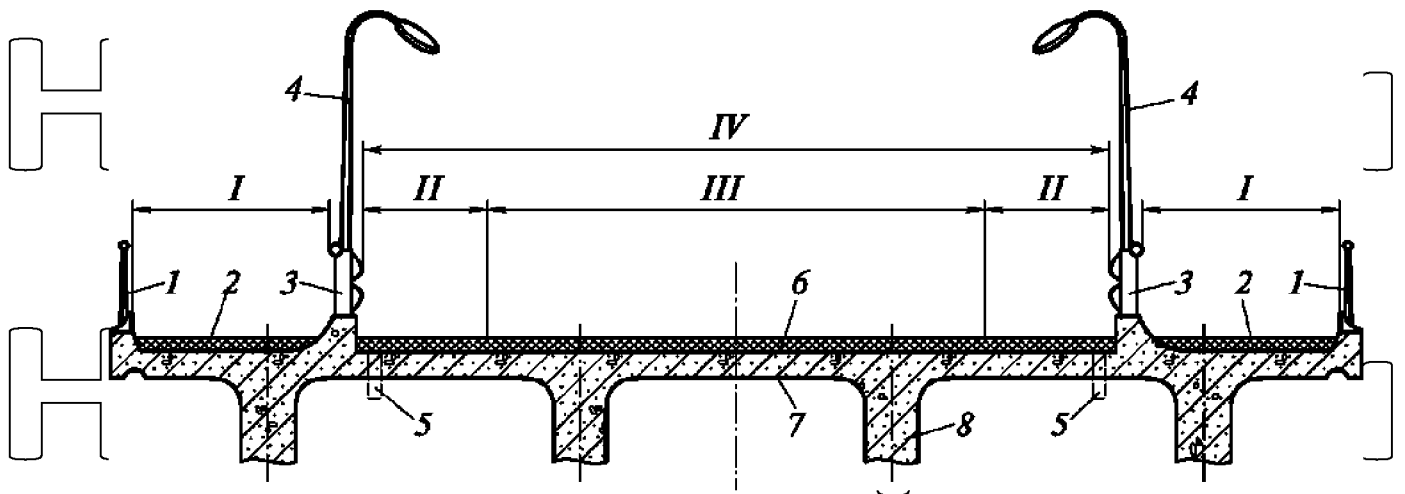


Рисунок 0.3 - Елементи мостового полотна: I - тротуар; II – смуга безпеки; III - проїзна частина; IV - їздове полотно; 1 - поручневе огороження; 2 - покриття тротуарів; 3 - бар'єрне огороження; 4 - шогла для освітлення; 5 - водовідвідне обладнання; 6 - покриття їздового полотна; 7 - несучі елементи проїзної частини; 8 - несучі елементи прогонової будови

Мостове полотно - сукупність усіх елементів, які знаходяться на плиті проїзної частини прогонових будов, призначених для забезпечення належних і комфортних умов для безпеки руху транспортних засобів та пішоходів, та окрім того, для відводу води з проїзної частини. Воно включає в себе покриття їздового полотна, тротуари, конструкції огорожень а також елементи для водовідведення, освітлення, з'єднання моста з підходами.

У більшому вузькому сенсі поняття "проїзна частина" означає смугу на мостовому полотні, призначену для руху транспортних засобів. Ширина цієї смуги дорівнює сумі ширини смуги руху, встановлених для моста. Крім того, до цієї смуги мають прилягати запобіжні смуги (смуги безпеки). Вони призначені для забезпечення руху транспортних засобів на мосту зі встановленою швидкістю, забезпечуючи психологічний вплив на водіїв високими опорожами тротуарів, що дозволяє не знижувати швидкість руху. Запобіжні смуги також забороняють автомобілям з'їздити з проїзної частини у випадку виникнення небезпечних ситуацій. Разом із запобіжними смугами, проїзна частина у вузькому сенсі утворює смугу їздового полотна, або габарит проїзду, що визначається відстанню між захисними огорожами.

Несуча частина прогонової будівлі тримає на собі власну вагу і тимчасове навантаження від рухомого транспорту, а потім передає це навантаження через опори. У простих балочних мостах з невеликим прольотом несуча

частина може складатися з дерев'яних або металевих прогонів, залізобетонних плит або балок. У випадках середніх і великих пролетів для несучої частини виготовлені міцні балки, а також ферми, рами або арки.

Зв'язки між елементами несучої частини прогонової будови, такі як балки, ферми і арки, встановлюють для створення просторово жорсткої конструкції.

Ця конструкція призначена для сприймання вертикальних та горизонтальних навантажень, незалежно від їх місця застосування. У повній системі з'єднання розрізняють горизонтальні (верхні і нижні) і вертикальні (опорні і проміжні) зв'язки.

Опорні частини являють собою спеціальні елементи прогонової будови, які використовують для передачі опорних сил від несучої конструкції на опори в строго визначеному місці. Це здійснюється за призначенням створення сприятливих умов для надійного використання елементів прогонової будівлі та передачі навантаження на опори в їх контакт. Крім того, опорні частини забезпечують можливість повороту та поздовжнього зміщення опорних перерізів основних балок або ферми прогонової будови.

Опори мостів ефективні для прийняття навантажень від прогонових будов та передачі їх на ґрунтові основи через фундаменти. Ці опори поділяються на проміжні та крайні (берегові). Проміжні опори сприймають навантаження, такі як вага прогонових будов, тимчасово рухомі навантаження, вплив суден, а також дії льоду і вітру. Вони розташовані між крайніми опорами та забезпечують роль утримання прогонової будівлі. Крайні опори, крім функцій підтримки, можуть використовуватися як підпірні стінки для сприйняття тиску від насипу підходів.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ

НУБІП України

1.1 Район будівництва

Географічний пункт будівництва – смт Мокра Калигірка. Черкаська область.

Н Кліматичні умови

- Кліматичний район – I;
- Клімат помірно-континентальний;
- Абсолютний мінімум температури становить $-43,0^{\circ}\text{C}$;
- Абсолютна максимальна температура становить $+39,4^{\circ}\text{C}$;
- Розрахункова зимова температура повітря найхолоднішої

Н п'ятиденки $-6,6^{\circ}\text{C}$;

- Середньорічна температура повітря $18,7^{\circ}\text{C}$;
- Середня тривалість безморозного періоду 150 – 180 діб;
- Переважаючий напрямок вітру – північний та північно-західний;
- Середня швидкість вітру 3,2 м/сек;
- Середня відносна вологість 74%;
- Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 596 мм.

Н Навантаження і впливи

- Вага снігового покриву 0,45 кПа;
- Тиск вітру для 3-го району 0,47 кПа.

Н Сейсмічні умови

Сейсмічність – 5 балів.

Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями – II.

Н Клас відповідальності

- Клас відповідальності об'єкта по призначенню – II;
- Клас наслідків (відповідальності) – СС3;
- Клас відповідальності конструкцій – Б;
- Категорія складності – IV.

НУБІП України

1.2 Загальні відомості

Район виконання робіт знаходиться на західній околиці м. Решетилівка Решетилівського району Черкавської області на км 171+80 автомобільної дороги Н-31 Дніпро– Царичанка–Кобеляки–Решетилівка. Дипломний проект виконано на будівництво нового мосту з основними параметрами:

- збірно-монолітна температурно-розрізна прогнтова будова за схемою 3х24,0 м.

- проміжні опори – залізобетонні стовпчасті на пальовому фундаменті;

- крайні опори – обсіпні залізобетонні стовпчасті на пальовому фундаменті;

- загальна довжина мосту – 73,86 м;

- після будівництва мосту на конструкції будуть діяти наступні навантаження: власна вага конструкцій, тиск ґрунту насипу, тимчасові від рухомого складу – А11 та НК-80, тимчасові від пішоходів (як вертикальне рівномірно розподілене 0,4 т/м²), вітрові, температурні кліматичні.

Влаштування проїзної частини передбачено під кожен проїзд окремо.

Габарит правого та лівого проїзду передбачено – 13,0 м. Кожен проїзд складається з двох смуг, шириною кожна 3,75 м як для дороги Іб категорії, та смуг безпеки з боку цоколя 0,5 м, з боку тротуару 1,75 м та з боку службового проходу 2,50 м.

Забезпечення надійності та безпеки лінійного об'єкту інженерно-транспортної інфраструктури (мосту через р. Вільхова Говтва) виконується шляхом дотримання вимог щодо механічного опору та стійкості, пожежної безпеки, обмеження загрози здоров'ю людей та шкідливого впливу на навколишнє природне середовище, а також безпеки і доступності у використанні

Передбачається строк експлуатації відповідно до ДБН В.1.2-14:2018 та ДБН В.2.3-22:2009 та становить 80 років.

Міст через р. Говтва відноситься до II класу відповідальності. Згідно ДБН В.2.3.22:2009 табл. 4.1. коефіцієнт надійності за відповідальність становить 1,0.



Рисунок 1.1 – Супутниковий знімок з позначенням координат моста (Google maps)

1.3 Основні архітектурні рішення

1.3.1 Фундаменти

Фундаменти крайніх опор спроектовано на дворядному пальному фундаменті, використовуючи забивні палі з перерізом $0,35 \times 0,35$ м. Палі заглиблені в шар суглинку, який має легкий піщаний склад з прошарками важкого піщанику та тугопластичного матеріалу з прошарками твердого піщанику. В поперечному перерізі фундаменту розташовано два ряди, кожен з яких складається з 10 палей. На верхній частині палі об'єднуються монолітним ростверком з армованого бетону. Ростверк має загальні розміри: довжина -

11,7 м, висота - 1,2 м, ширина - 2,0 м. Для улаштування ростверку використовується бетонна подушка товщиною 20 см.

Фундаменти проміжних опор спроектовано на трирядному пальному фундаменті із забивних палей перерізом 0,35x0,35 м. Палі заглиблені в шар суглинку, які складаються з легкого піщанистого ґрунту з прошарками важкого піщаника та тугопластичного ґрунту з прошарками твердого піщаника. У поперечному перерізі фундаменту розташовано 29 палей у три ряди. Палі розташовані в шаховому порядку. На верхній частині палей об'єднуються монолітним ростверком з армованого бетону. Ростверк має загальні розміри: довжина - 11,7 м, висота - 1,2 м, ширина - 2,8 м. Для улаштування ростверку використовується бетонна подушка товщиною 60 см.

1.3.2 Опори

Проміжні опори запроектовано у вигляді трьох стовпів круглого перерізу діаметром 1,0 м. Вони розташовані на відстані в осях 4,35 м і виконані з монолітного бетону В30, F200, W6 (відповідно до ДСТУ Б В.2.7-176:2008) і армовані арматурою А240, А400 (згідно з ДСТУ 3760:2019), і влаштовані на монолітних ростверках.

Зверху стовпи з'єднані монолітним ригелем з бетону В30, F200, W6 (згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008) і армовані арматурою А400 (згідно ДСТУ 3760:2019). Ригель має загальну довжину 14,0 м, змінну висоту від 1,0 до 1,09 м і ширину 1,8 м.

На всі поверхні опор, які контактують з ґрунтом, наноситься бітумно-мастична гідроізоляція у два шари. Видимі бетонні поверхні обробляють захисно-декоративним покриттям. Під кінцями балочних елементів встановлені гумово-металеві опорні частини.

Крайні опори виконані у вигляді трьох стовпів круглого перерізу діаметром 1,0 м, розташованих на відстані в осях 4,35 м і виготовлених з монолітного бетону В30, F200, W6 (згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008). Вони

також армовані арматурою А240, А400 (згідно з ДСТУ 3760:2019) і розташовані на монолітних ростверках.

Верхні частини стовпів об'єднані монолітною насадкою з бетону В30, F200, W6 (згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008) і армованою арматурою А400 (згідно ДСТУ 3760:2019). Насадок має змінні розміри: довжина від 13,74 до 14,85 м, висота від 1,0 до 1,13 м і ширина 1,7 м.

На монолітні насадки крайніх опор встановлені шафові стінки та відкритки з монолітного бетону В30, F200, W6 (згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008)

і армовані арматурою А240, А400 (згідно ГОСТ 5781-82). Шафова стінка монолітна, і має ділянку для обпірання перехідних плит, товщина 30 см, а відкритки мають довжину 3,4 м і товщину 30 см.

На всі поверхні опор, які знаходяться в контакті з ґрунтом, наноситься бітумно-мастична гідроізоляція у два шари. Видимі бетонні поверхні обробляють захисно-декоративним покриттям. Під кінцями балочних елементів розміщені гумово-металеві опорні частини.

1.3.3 Прогонова будова

Прогонова будова – балочна, збірно-монолітна, температурно-розрізна 3х24,0 м з двотаврових балок. Балки попередньо напружені, залізобетонні, висотою 1,2 м. У поперечному перерізі встановлено 6 балок з поперечною схемою в осях 5х2,10 м. В поперечному напрямку балки з'єднуються монолітними стиками на випусках петлях (ширина стику 0,3 м), що відповідає прийнятій відстані між осями балок 2,1 м.

Попереднє напружене армування балок виконано з пучкової арматури 11 Ø5 мм, класу А240.

При виборі типу конструкції прогонової будови розглядався варіант використання струнубетонних конструкцій, в яких у якості попередньо-напруженої арматури слугують окремі дроти товщиною 3, 5 мм, але в

результаті проведеного дослідження було прийнято рішення відмовитись від струнобетону.

1.3.5 Мостове полотно

По верх балок вкладається мостове полотно, яке включає в себе влаштування послідовних шарів цементної стяжки, шару гідроізоляції, захисного армованого шару бетону та шару асфальтобетону.

Водовідвід з проїзної частини забезпечується за рахунок водовідвідних трапів, поздовжнього та поперечного двоскатного (25%) ухилів проїзної частини до осей поздовжнього водовідводу, що спрямований від кінця до початку мосту) та далі за його межі до очисних споруд (сепараторів), розташованих на початку мосту з обох боків.

З зовнішнього боку правого проїзду влаштовується монолітний тротуар шириною 1,5 м, виконаний з монолітного бетону В30 F300 W12 (згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008 і армовано арматурою А240, А400 згідно ДСТУ 3760:2019), з внутрішнього боку – монолітний цоколь шириною 0,975 м, виконаний з монолітного бетону В30 F300 W12 (згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008 і армовано арматурою А240, А400 згідно ДСТУ 3760:2019).

Бетон проїзної частини тротуару та службового проходу захищається тонкошаровим гідрофобним зносостійким покриттям товщиною 4 мм.

На монолітних тротуарі та службовому проході з боку фасаду влаштовується металеве оцинковане безстоякове перильне огороження загальною висотою 1,2 м з кроком заповнення до 15 см, згідно ДСТУ Б.В.2.3-11-2004.

Проїзна частина відокремлюється металевим оцинкованим огороженням бар'єрного типу 11МО-КЖ.1,33.720 за ДСТУ Б В.2.3-12-2004, яке має бути не менше ніж 110 см висотою відносно верху проїзної частини та кроком стояків 1,33 м із стримувальною здатністю 720 кДж.

Всі елементи огороження безпеки, перильного огороження мають бути захищені гарячим цинкуванням шаром не менше 80 мкм.

На фасадні поверхні монолітних тротуару, службового проходу та поверхні балок прогонової будови наноситься захисно-декоративне покриття.

На крайніх та проміжних опорах передбачено улаштування деформаційних швів з еластомерним не несним компенсатором, закріпленим і кутовому спецпрофілі. На покриття проїзної частини наносять осьову розмітку з використанням вискожкісної фарби.

1.3.6 Сполчення з підходами

Сполучення мосту з насипом підходів - поверхневого типу необхідно виконати зі збірно-монолітних перехідних плит довжиною 6,0 м та проміжних монолітних плит довжиною 4,0 м. Загальна довжина сполучення 10,02 м.

Перехідні плити опираються на шафові стіни та лежні з монолітного бетону B25 F200 W6, армованої арматурою A400. Шафові стінки і лежні розташовані на щебеневій основі фракції 20-40 мм.

Проміжні плити вкладаються на подушку з «тісного» бетону та цементогрунту. В межах монолітного відкритка на підходах влаштовані тротуари з монолітного бетону B30 F300 W12, армовані арматурою A240, A400. Товщина тротуарів становить 200 мм, а шар щебню під ним - 100 мм. Для прохідної частини використано зносостійке тонкошарове покриття товщиною 4 мм.

Конуси мосту укріплено монолітним бетоном B20 F200 W6 товщиною 120 мм, зі щебеним шаром товщиною 100 мм.

Відсіпання конусів та насипу тіла передбачається з використанням дренаючого піску з коефіцієнтом фільтрації не менше 2 м/добу і кутом внутрішнього тертя 35°. Грунт укладається з обов'язковим пошаровим ущільненням.

1.3.7 Струменепрямна дамба

НУБІП України

Струменепрямна дамба укріплюється матрацними та коробчастими габіонами, які вкладаються по шару геотекстилю.

Відсіпання тіла дамби передбачається з дреноючого ґрунту (піску) з коефіцієнтом фільтрації не менше, ніж 2 м/добу і кутом внутрішнього тертя 35°. Ґрунт укладається з обов'язковим пошаровим ущільненням.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок Балки Прогонної Споруди

Запроектований міст складається з двох паралельних споруд, відзеркалених по осі. Для правого та лівого проїзду прогонова будова виконана з шести залізобетонних бездіафрагмових балок двотаврового перерізу стандартного виготовлення довжиною 24,0 м (рис. 2.1). В поперечному напрямку балки з'єднуються монолітними стилями на випусках петлях (ширина стику 0,3 м), що відповідає прийнятій відстані між осями балок 2,1 м.

Збірні балки приймаємо з бетону В40/45, арматура попередньо напружена пучкова – 11 \varnothing 5 мм, звичайна класу А240.

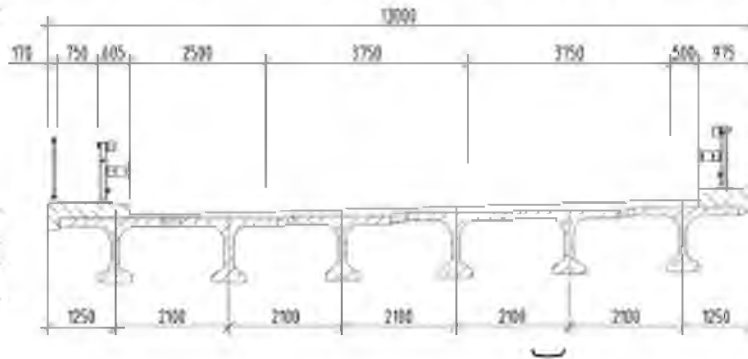


Рис 2.1. Поперечний переріз проговної будови одного проїзду

Конструкція дорожнього одягу вказана на (рис. 2.2)

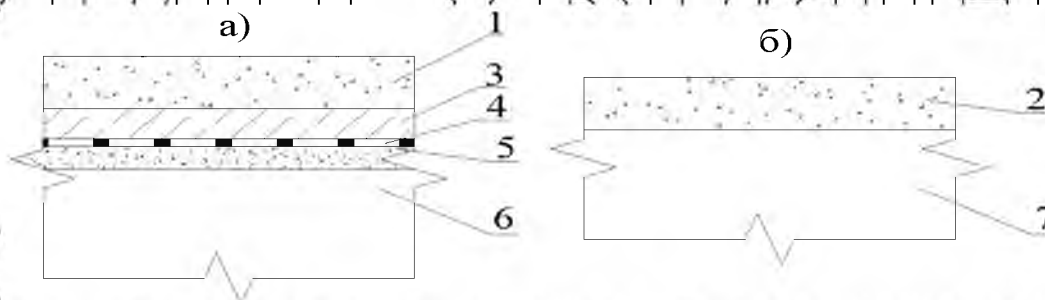


Рис. 2.2 Конструкція дорожнього одягу: а) – в межах проїзної частини; б) – на тротуарах: 1 – асфальтобетон $\delta=7$ см, $\gamma=2.3$ т/м³; 2 – асфальтобетон $\delta=4$ см; 3 – захисний шар армованого бетону $\delta=4$ см, $\gamma=2.5$ т/м³; 4 – гідроізоляція $\delta=1$ см, $\gamma=1.5$ т/м³; 5 – цементна стяжка $\delta=3$ см, $\gamma=2.1$ т/м³; 6 – залізобетонна плита прогонової будови; 7 – плита тротуарного блоку

Поперечний ухил $i=0,02$ проїзної частини досягається встановленням балок на підферменники різної висоти.

2.1 Розрахунок плити прогонної споруди

Визначення внутрішніх зусиль. При розгляді плити прогонової будівлі поперек прогону мосту, ми розглядаємо її як нерозрізну багатопрогонну балку, яка опирається на пружні опори (ребра). Згинальні моменти в прогонах та на опорах цієї балки запускаються за допомогою моменту M_0 однієї прогонної балки з врахуванням початкових коефіцієнтів. Ці коефіцієнти враховують момент зменшення через зачеплення плити в ребрах та податливість останніх (див. табл. 2.1).

Постійне навантаження. Враховуючи, що постійні навантаження на плиту складаються з ваги шарів дорожнього одягу та власної ваги плити, проведемо розрахунок нормативного та розрахункового навантаження на 1 м^2 плити і введемо дані до табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Постійне навантаження на 1 м^2 плити

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кПа	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження, кПа
асфальтобетон $\delta=7$ см, $\gamma=2,3 \text{ т/м}^3$	$0,007 \cdot 2,3 \cdot 10 = 1,61$	1,5	2,42
захисний шар армованого бетону $\delta=4$ см, $\gamma=2,5 \text{ т/м}^3$	$0,04 \cdot 2,5 \cdot 10 = 1$	1,3	1,3
гідроізоляція $\delta=1$ см, $\gamma=1,5 \text{ т/м}^3$	$0,01 \cdot 1,5 \cdot 10 = 0,15$	1,3	0,2

цементна стяжка $\delta=3$ см, $\gamma=2.1$ т/м ³	$0.03 \cdot 2.1 \cdot 10$ $=0.63$	1.3	0.82
залізобетонна плита $\delta=15$ см, $\gamma=2.5$ т/м ³	$0.15 \cdot 2.5 \cdot 10$ $=3.75$	1.1	4.13
Всього	$g_n=7.2$		$g=8.9$

Розрахунковий прогин плити дорівнює прогону в світу (рис. 2.3).

розглядаються наступні варіанти завантаження. В прогоні плити розташоване одне навантаження (рис. 2.3).

При інтенсивності смугового навантаження $q_{роз} = 11$ кН/м рівномірно розподілене вздовж колії навантаження

$$q_{роз} = \frac{11}{2} \text{ кН/м.}$$

При ширині колії $b=0.6$ м та розподіленню навантаження в товщі дорожнього одягу $H=15$ см під кутом 45° , ширина площі розподілення навантаження вздовж прогону плити:

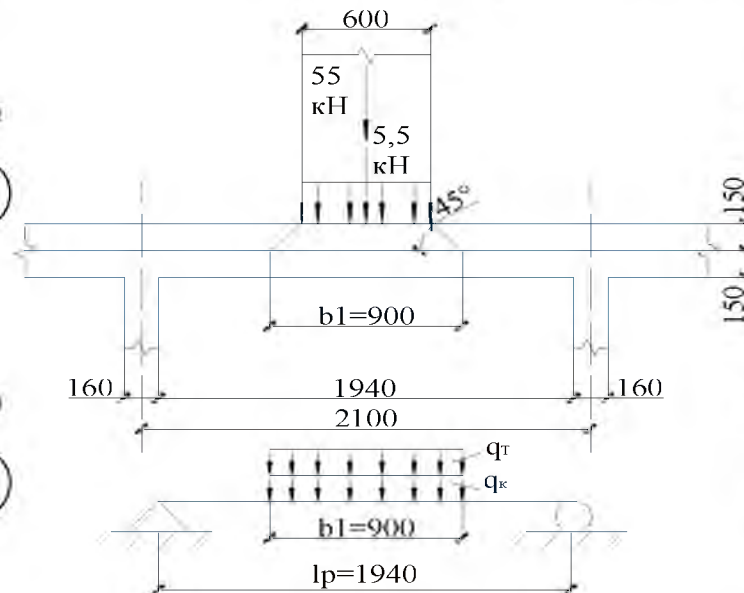


Рис. 2.3. Завантаження плити одним колісним навантаженням, для визначення максимального згинаючого моменту.

$$b_1 = b + 2H = 0.6 + 2 \cdot 0.15 = 0.9 \text{ м}$$

Інтенсивність цього навантаження на 1 м²

$$q_k = \frac{q_{кол}}{b_1} = \frac{11}{2 \cdot 0.9} = 6.11 \text{ кПа.}$$

Тиск одного колеса візка діє по ширині колії на довжині 0,2 м. Поперек прогону ширина майданчика розподілення приймається

$$a_1 = a + 2H + \frac{l_k}{3} = 0.2 + 2 \cdot 0.15 + \frac{1.94}{3} = 1.15 \text{ м.}$$

але не менше $\frac{2}{3}l_p = \frac{2}{3} \cdot 1.94 = 1.29 \text{ м.}$ Приймаємо $a_1 = 1.29 \text{ м.}$

Інтенсивність навантаження від одного колеса на вісь $P_{AT} = 110 \text{ кН}$

$$q_T = \frac{P_{AT}}{2a_1 b_1} = \frac{110}{2 \cdot 1.29 \cdot 0.9} = 47.37 \text{ кПа.}$$

Динамічний коефіцієнт $1 + \mu$ при довжині завантаження $\lambda = l_p = 1.94 \text{ м}$

$$1 + \mu = 1 + \frac{45 - \lambda}{135} = 1 + \frac{45 - 1.94}{135} = 1.32$$

Для смуги плити шириною 1 м згинаючий момент в середині прогону

$$M_0 = \frac{q l^2}{8} + (1 + \mu) \cdot (\gamma_{fk} q_k + \gamma_{fAT} q_T) b_1 \frac{l_p - 0.5 b_1}{4} = \frac{8.9 \cdot 1.94^2}{8} + 1.32(1.2 \cdot 6.11 + 1.5 \cdot 47.37) \times 0.9 \frac{1.94 - 0.5 \cdot 0.9}{4} = 39.14 \text{ кНм}$$

$$M_{on} = \frac{q_n l^2}{8} + (q_k + q_T) b_1 \frac{l_p - 0.5 b_1}{4} = \frac{7.2 \cdot 1.94^2}{8} + (6.11 + 47.37) \cdot 0.9 \frac{1.94 - 0.5 \cdot 0.9}{4} = 21.32 \text{ кНм}$$

де $\gamma_{fA} = 1.2$ – коефіцієнт надійності для смугового навантаження; $\gamma_{fAT} = 1.5$ – теж, для візка при розрахунку проїжджої частини естакади.

В прогоні плити розміщуються дві колії навантаження А-11 від двох смуг максимально наближених один до одного (рис. 2.4). Приймаємо загальний майданчик розподіленого тиску від двох колій (колій) шириною $b_2 = c + b_1 = 1.1 + 0.9 = 2 \text{ м}$, що більше довжини прогону $l_p = 1.94 \text{ м}$.

Інтенсивність рівномірно розподіленого смугового навантаження

$$q_k = \frac{q_{нол}}{b_2} = \frac{11}{2} = 5.5 \text{ кПа.}$$

$$q_T = \frac{P_{AT}}{a_1 b_2} = \frac{110}{1.29 \cdot 2} = 42.64 \text{ кПа.}$$

2.2 Інтенсивність навантаження від візка

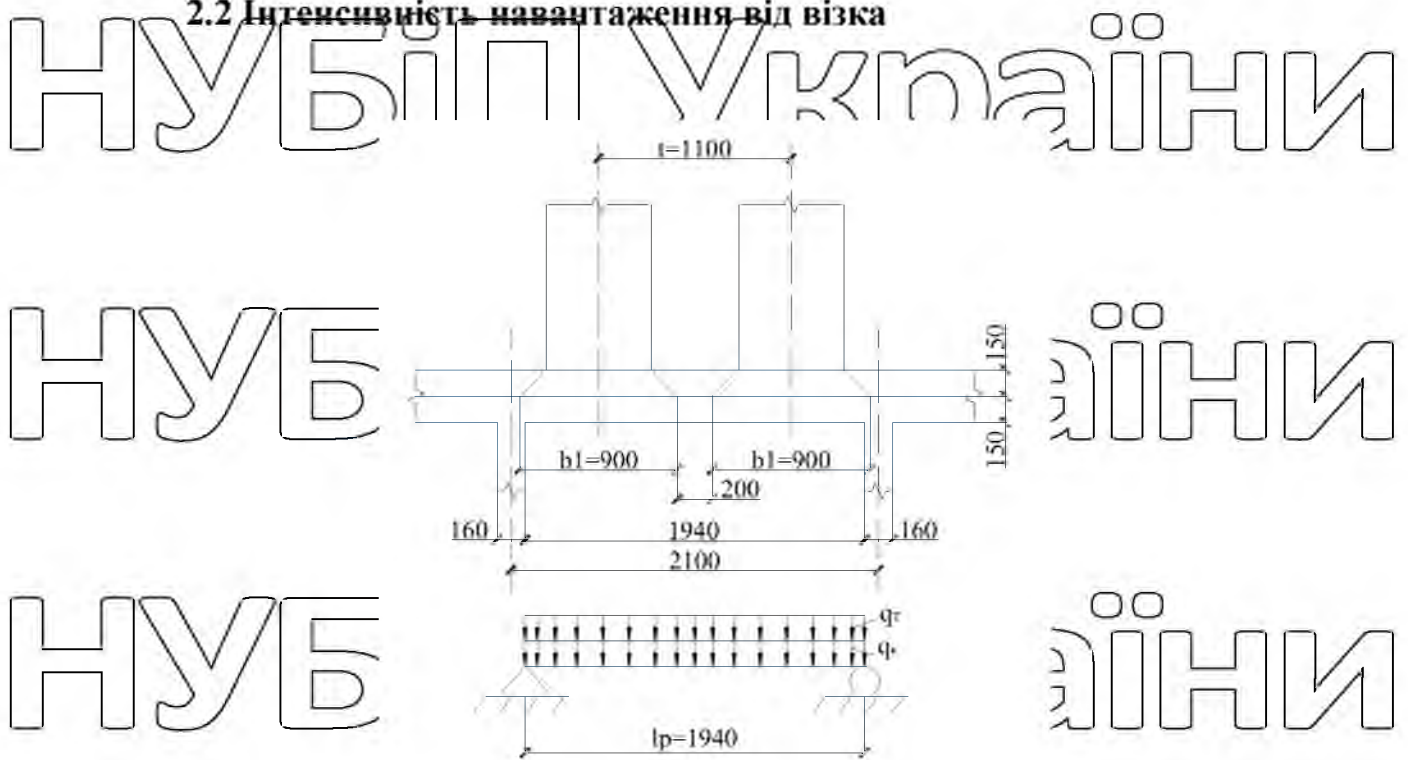


Рис. 2.4. Завантаження плити двома колісними навантаженнями, для визначення максимального згинаючого моменту.

Згинаючий момент в середині прогону смуги плити шириною 1 м

Розрахунковий

$$M_0 = \frac{8.9 \cdot 1.94^2}{8} + 1.32(1.2 \cdot 5.5 + 1.5 \cdot 42.64) \frac{1.94^2}{8} = 48.34 \text{ кНм.}$$

Нормативний

$$M_{0n} = \frac{7.2 \cdot 1.94^2}{8} + (5.5 + 42.64) \frac{1.94^2}{8} = 26.04 \text{ кНм.}$$

При визначенні поперечної сили враховуємо що у опори ширина

майданчику розподілення поперек прогону плити $a_0 = a + 2H$, але не менше $\frac{l_p}{3}$

$$a_{0p} = 0.2 + 2 \cdot 0.15 = 0.5 \text{ м} < \frac{l_p}{3} = \frac{1.94}{3} = 0.64 \text{ м.}$$

Приймаємо $a_{0p} = 0.64$ м. Як бачимо на (рис. 2.5), осі обох колій (обох коліс

візка) потрапляють на ділянку з шириною розподілення 1.29 м. Ординати лінії впливу під вантажами (рис. 2.5).

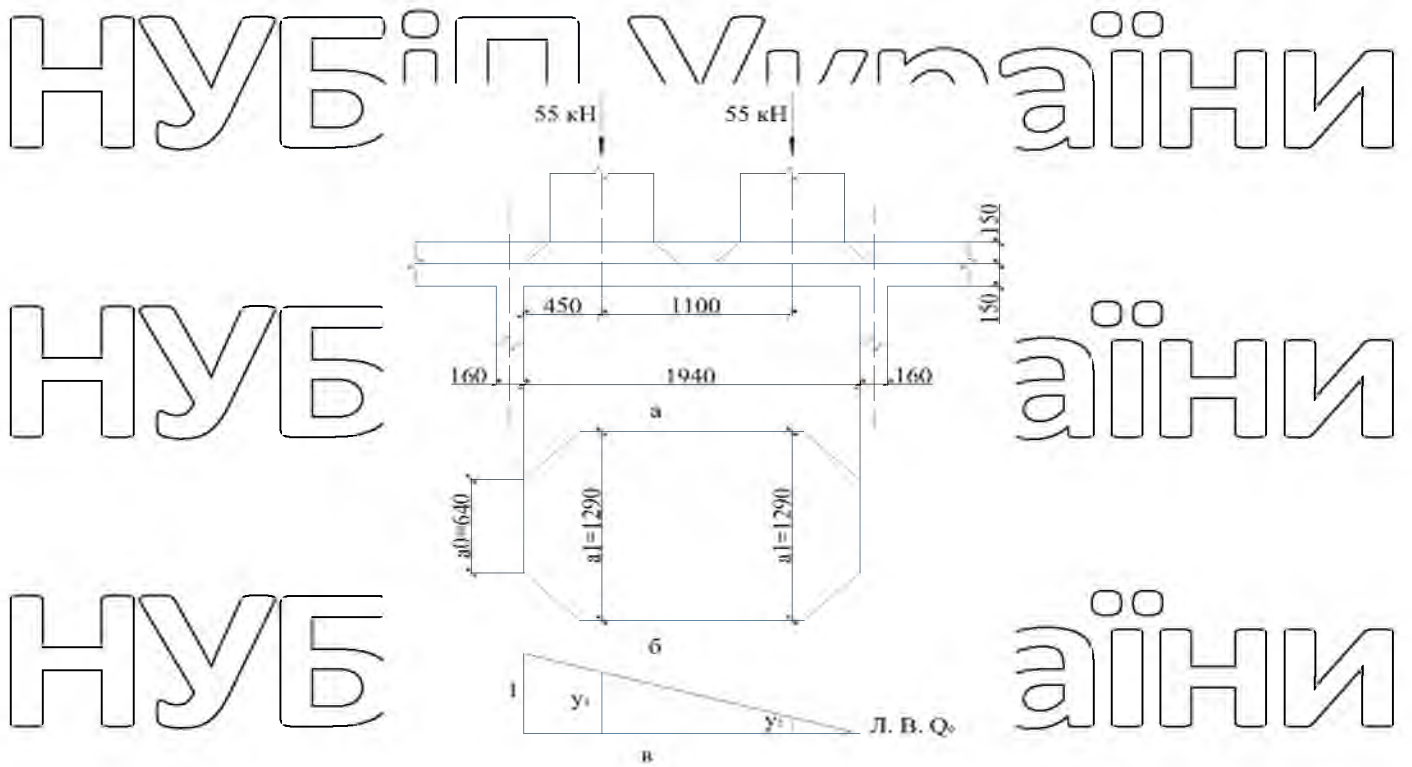


Рис. 2.5. Схема до визначення поперечної сили в плиті від навантаження

$$y_2 = \frac{10(l_p - 0.45 - 1.1)}{l_p} = \frac{10(1.94 - 0.45 - 1.1)}{1.94} = 0.2$$

Розрахункова поперечна сила коло опори

$$Q_0 = \frac{ql_p}{2} + (1 + \mu) \left(\gamma_{fa} \frac{q_{nol}}{2} \sum_{i=1}^2 y_i + \gamma_{fat} \frac{P_{oci}}{2} \sum_{i=1}^2 \frac{y_i}{a_i} \right) =$$

$$= \frac{8.9 \cdot 1.94}{2} + 1.32 \cdot 1.2 \cdot \frac{11}{2} (0.77 + 0.2) + 1.5 \cdot \frac{110}{2} \cdot \frac{0.77 + 0.2}{1.29} = 99.65 \text{ кН.}$$

В прогоні плити розташовано одне колесо, навантаження (рис. 2.6). При ширині колеса $b=0,8$ м та розподіленні тиску від нього в товщі дорожнього ґоляку $H=0,15$ м під кутом 45°

$$b_3 = b + 2H = 0.8 + 2 \cdot 0.15 = 1.1 \text{ м.}$$

Вздовж руху ширина майданчика співпадає з шириною майданчика для колеса візка $a_1=1,15$ м та може бути прийнята рівною $\frac{2}{3}l_p = 1.29$ м, але не більше

відстані між колесами 1.2 м.

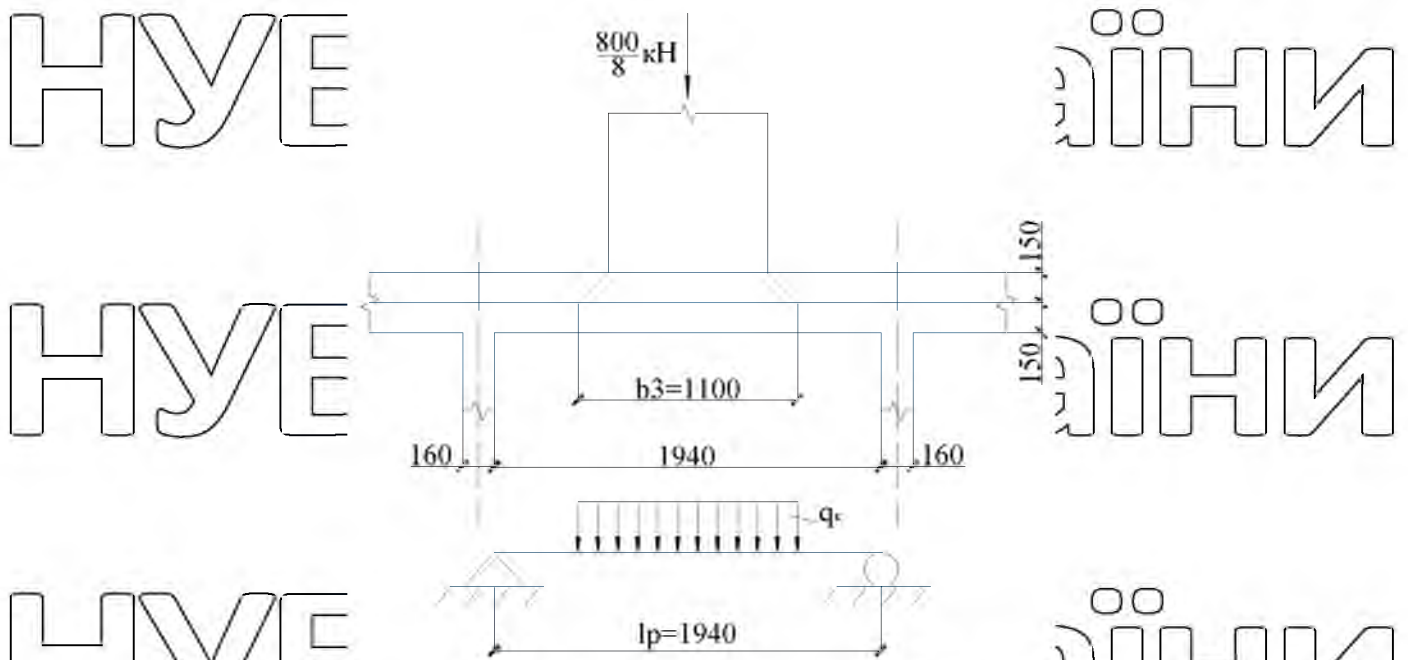


Рис. 2.6. Завантаження плити навантаженням для визначення згинаючого моменту

Виходячи з цього, приймаємо $a_1 = 1.2$ м. та інтенсивність навантаження на 1 м^2

$$q_k = \frac{P_{НС-390}}{a_1 \cdot b_3} = \frac{800}{8 \cdot 1.2 \cdot 1.1} = 75.8 \text{ кПа.}$$

Динамічний коефіцієнт при довжині завантаження $\lambda = 1.1$ більше 1,0 м та неменше 5 м.

$$\mu = 1.3 \cdot \frac{1.3 - 1.1}{4} (\lambda - 1) = 1.3 \cdot \frac{0.2}{4} (1.1 - 1) = 1.295$$

Згинаючий момент в середині прогону плити

$$M_0 = \frac{8.9 - 1.94^2}{8} + 1.295 \cdot 75.8 \cdot 1.1 \cdot \frac{1.94 - 0.5 \cdot 1.1}{4} = 41.71 \text{ кНм.}$$

Поперечна сила коло опори (рис. 3.7)

$$Q_0 = \frac{8.9 \cdot 1.94}{2} + 1.295 \cdot \frac{800}{8 \cdot 1.2} \cdot 0.716 = 85.9 \text{ кНм.}$$

де 0,716 – ордината під колесом лінії впливу поперечної сили коло опори.

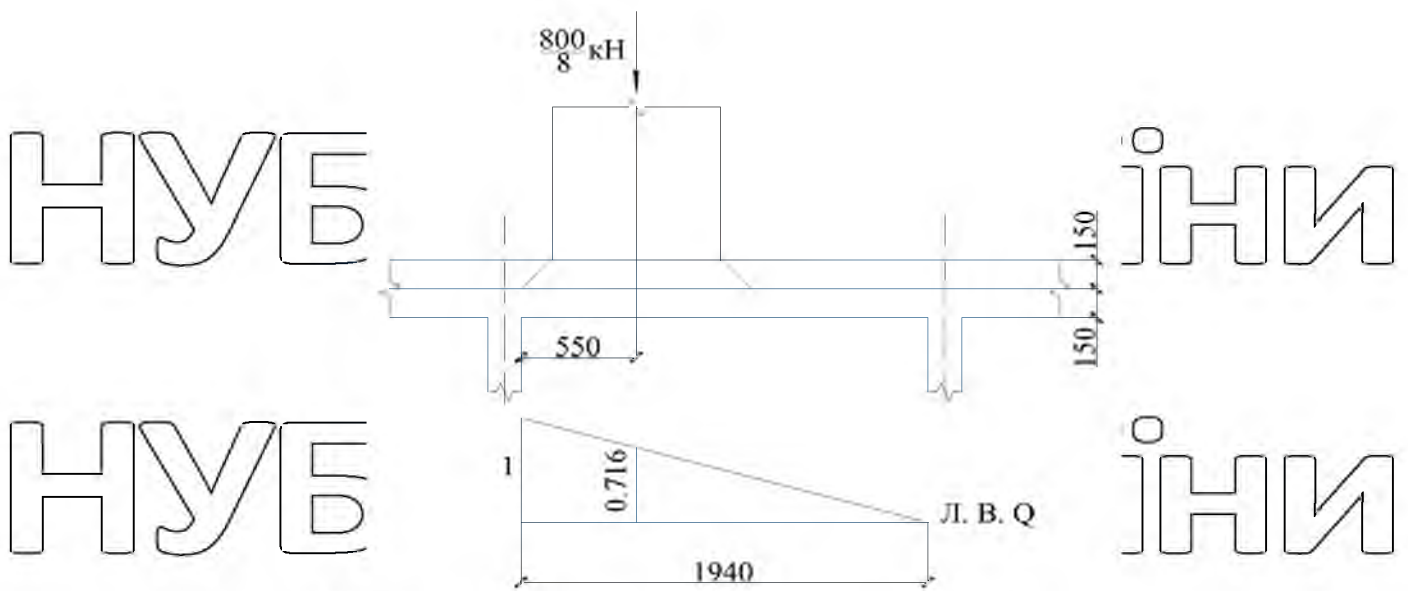


Рис. 2.7. Схема до визначення поперечного навантаження в плиті від

навантаження

В якості зусиль одно прольотної плити для розрахунків на міцність приймемо найбільше, отримане при завантаженні її двома наближеними коліями навантаження та колесами від візка:

$$M_0 = 48.34 \text{ кНм}; Q_0 = 99.65 \text{ кН.}$$

В розрахунках на тріщелітійкість використовуємо нормативне зусилля

$$M_{010} = 26.04 \text{ кНм.}$$

Визначаємо моменти нерозрізної плити, для цього переріз балок приводимо до прямокутних форм (рис. 2.8).

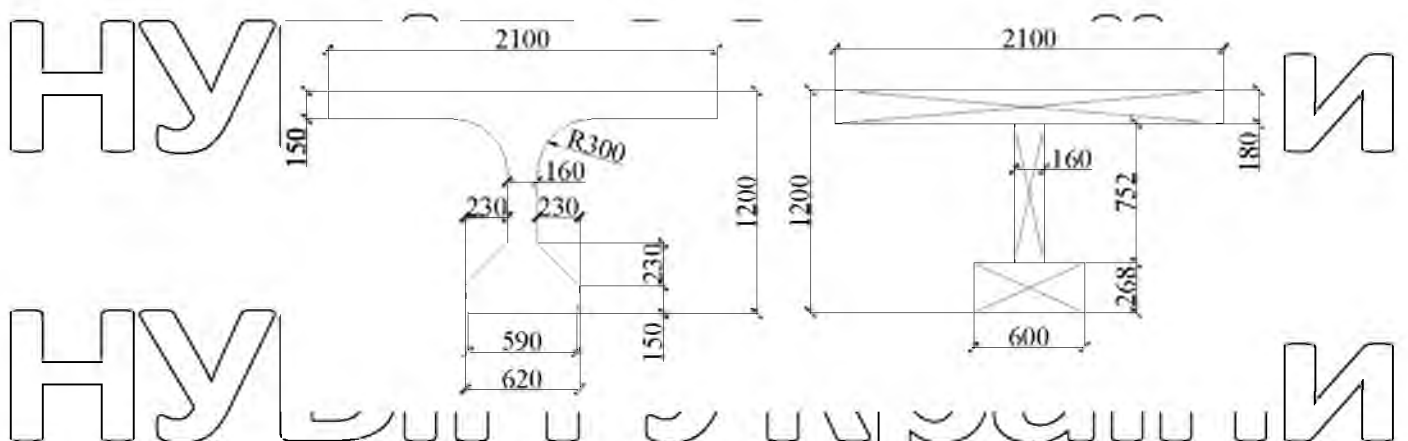


Рис. 2.8. Поперечний переріз балки дійсний та приведений

Приведені товщини
верхньої плити

$$h_f = \frac{210 \cdot 15 + 0.5 \cdot 30 \cdot 16 + (60^2 - \pi \cdot 30^2)}{210} = 18 \text{ см.}$$

нижньої плити при її ширині 60 см

$$h_f = \frac{60 \cdot 15 + 23 \cdot 16 \cdot 0.5 + 23 \cdot 23}{60} = 26.8 \text{ см.}$$

Момент інерції на кручення

$$I_K = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (b_i \delta_i^3)$$

де b_i та δ_i – довжина та ширина i -го прямокутника, що перебуває в складі поперечного перерізу;

$$I_K = \frac{1}{3} \left[\left(\frac{210}{18} \cdot 0.63 \right) 18^3 + \left(\frac{75.2}{16} \cdot 0.63 \right) 16^3 + \left(\frac{60}{26.8} \cdot 0.63 \right) 26.8^3 \right] = 7.5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4$$

Циліндрична жорсткість плити

$$D = \frac{E_b h_f^3}{12(1-\nu^2)} = \frac{E_b 18^3}{12(1-0.2^2)} = 506.25 E_b; [4]$$

$$n_1 = 0.001 \frac{D l_p^2}{G_b I_K} = 0.001 \frac{506.25 E_b \cdot 194^3}{0.42 E_b \cdot 7.5 \cdot 10^3} = 11.7$$

При $n_1 = 11.7 < 30$

$$M_{оп} = -0.8 M_0 \text{ та } M_{оп} = +0.25 M_0$$

$$M_{пр} = +0.5 M_0 \text{ та } M_{пр} = -0.25 M_0$$

Кінцево зусилля в нерозрізні плиті:
моменти в середині прогону

$$M_{пр} = +0.5 \cdot 48.34 = +24.17 \text{ кНм.}$$

$$M_{пр} = -0.25 \cdot 48.34 = -12.08 \text{ кНм.}$$

$$M_{пр,п} = +0.5 \cdot 26.04 = +13.02 \text{ кНм.}$$

$$M_{пр,п} = -0.25 \cdot 26.04 = -6.51 \text{ кНм.}$$

моменти на опорах

$$M_{пр} = -0.8 \cdot 48.34 = -38.67 \text{ кНм.}$$

$$M_{пр} = +0.25 \cdot 48.34 = +12.08 \text{ кНм.}$$

$$M_{пр,п} = -0.8 \cdot 26.04 = -20.83 \text{ кНм.}$$

$$M_{пр,п} = +0.25 \cdot 26.04 = +6.51 \text{ кНм.}$$

поперечні сили коло опор

$$Q=Q_0=99.65 \text{ кН.}$$

2.3 Розрахунок плити на міцність на стадії експлуатації по

згинаючому моменту

Для плити прийнятий бетон класу В40/45 з $R_b=20 \text{ МПа}$, $R_{bt}=29 \text{ МПа}$, та арматура класу А300 з $R_s=270 \text{ МПа}$, $R_{sn}=300 \text{ МПа}$. При товщині плити $h_f=15 \text{ см}$

та арматури $\varnothing 12 \text{ мм}$ робоча висота плити $h_d=15-2-(1.2/2)=12,4 \text{ см}$.

Плече внутрішньої пари сил в перерізі приймаємо наближено $z \approx 0,875h_d$ розрахунок виконуємо для перерізу шириною $b=100 \text{ см}$.

В відповідності з згинаючим моментом необхідна кількість арматури:

в прогоні плити в нижній зоні ($M=+24.17 \text{ кНм}$)

$$A_s = \frac{M}{0.875h_d R_s} = \frac{24.17 \cdot 10^5}{0.875 \cdot 12.4 \cdot 270 \cdot 10^2} = 8.25 \text{ см}^2;$$

в прогоні плити в верхній зоні ($M=-12.08 \text{ кНм}$)

$$A_s = \frac{M}{0.875h_d R_s} = \frac{12.08 \cdot 10^5}{0.875 \cdot 12.4 \cdot 270 \cdot 10^2} = 4.13 \text{ см}^2;$$

на опорі плити в верхній зоні ($M=-38.67 \text{ кНм}$)

$$A_s = \frac{M}{0.875h_d R_s} = \frac{38.67 \cdot 10^5}{0.875 \cdot 12.4 \cdot 270 \cdot 10^2} = 13.2 \text{ см}^2;$$

на опорі плити в нижній зоні ($M=+12.08 \text{ кНм}$)

$$A_s=14.3 \text{ см}^2$$

Приймаємо подвійне армування: в нижній зоні плити $\varnothing 12 \text{ мм}$ крок 125 мм з $A_s=9.04 \text{ см}^2/\text{м} > 8.25 \text{ см}^2/\text{м}$, в верхній зоні $\varnothing 12 \text{ мм}$ кроком 85 мм з $A_s=13.31 \text{ см}^2/\text{м} > 13.2 \text{ см}^2/\text{м}$.

Перевірка прийнятого армування.

По сприйняттю додатного моменту ($A_s=9.04 \text{ см}^2$). Напруження в нижній арматурі

$$\sigma_a = 15.5 \sqrt{\frac{R_{bt} b h_d}{A_s}} = 15.5 \sqrt{\frac{29 \cdot 100 \cdot 12.4}{9.04}} = 977.5 \text{ МПа} > R_{sn} = 300 \text{ МПа.}$$

Тобто маємо перший розрахунковий випадок $\sigma_s = R_s = 270$ МПа.

Висота стиснутої зони

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b} = \frac{270 \cdot 9.04}{200 \cdot 100} = 1.22 < 0.7 h_d = 8.67 \text{ см.}$$

Несуча здатність перерізу

$$M_{\text{пред}} = R_b b x (h_d - 0.5x) = 20 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 1.22 (12.4 - 0.5 \cdot 1.22) = 28.7 \text{ кНм} > M = 24.17$$

кНм.

По сприйняттю від ємного моменту ($A_s = 13.31 \text{ см}^2$). Напруження в верхній арматурі.

$$\sigma_s = 15.5 \sqrt{\frac{R_b b h_s}{A_s}} = 15.5 \sqrt{\frac{29 \cdot 100 \cdot 12.4}{13.31}} = 805.6 \text{ МПа} > R_{sn} = 300 \text{ МПа}$$

Тобто маємо перший розрахунковий випадок $\sigma_s = R_s = 270$ МПа.

Висота стиснутої зони

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b} = \frac{270 \cdot 13.31}{200 \cdot 100} = 1.8 < 0.7 h_d = 8.67 \text{ см.}$$

Несуча здатність перерізу

$$M_{\text{пред}} = R_b b x (h_d - 0.5x) = 20 \cdot 10^2 \cdot 100 \cdot 1.8 (12.4 - 0.5 \cdot 1.8) = 41.4 \text{ кНм} > M = 38.67$$

кНм.

2.1.3 Розрахунок плити на міцність при дії поперечної сили

Спочатку перевіряється обов'язкова умова

$$Q \leq 0.3 R_b b h_d = 0.3 \cdot 17.5 \cdot 102 \cdot 100 \cdot 12.4 = 651 \text{ кН.}$$

$$Q_{\text{max}} = 99.65 \text{ кН.} < 651 \text{ кН.}$$

Перевірка несучої здатності бетону по Q

$$Q \leq 0.75 R_b b h_d = 0.75 \cdot 1.27 \cdot 102 \cdot 100 \cdot 12.4 = 118.11 \text{ кН.}$$

$$Q_{\text{max}} = 99.65 \text{ кН.} < 118.11 \text{ кН.}$$

Тобто при товщині 15 см плита в стані сприймати діючу поперечну силу без поперечного армування.

2.4 Розрахунок плити на тріщено-стійкість

Прогонна будівля армовано стержневою напруженою арматурою та відноситься до III б категорії тріщено-стійкості, для якої допускається розкриття тріщин в межах 0.02 мм радіус взаємодії

$$r=6d=6 \cdot 1.2=7.2 \text{ см.}$$

Площа зони взаємодії A_r обмежено зовнішнім контуром перерізу та радіусом взаємодії (рис. 2.9)

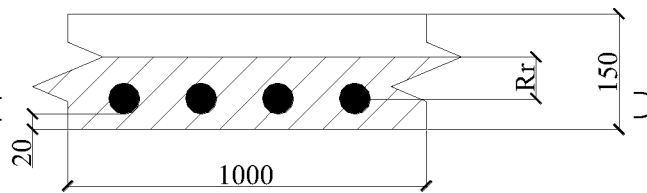


Рис. 2.9. Зона взаємодії

$$A_r = 100 \left(2 + \frac{1.2}{2} + 2.7 \right) = 1180 \text{ см}^2.$$

В прогоні плити при прийнятому кроці стержневої арматури 125 мм, число стержнів на ширині 1 м $n = \frac{1000}{125} = 8$ шт.

Радіус армування

$$R_r = \frac{A_r}{\beta n d} = \frac{1180}{1.8 \cdot 8 \cdot 1.2} = 122.9 \text{ см.}$$

Для стержневої арматури періодичного профілю коефіцієнт

$$\psi = 1.5 \sqrt{R_r} = 1.5 \sqrt{122.9} = 16.63$$

Напруження в арматурі

$$\sigma_s = \frac{M_{np,n}}{A_s z} = \frac{13.02 \cdot 10^5}{9.04 \left(12.4 - \frac{1.22}{2} \right)} = 12215.99 \text{ Н/см}^2 = 122.16 \text{ МПа.}$$

Плече внутрішньої пари сил z визначається з розрахунку на міцність

$$z = h_0 - 0.5x$$

Ширина розкриття тріщин

$$a_{cr} = \frac{\sigma_s}{E} \psi = \frac{122.16}{2.1 \cdot 10^5} 16.63 = 0.01 \text{ см} < 0.02 \text{ см.}$$

На опори плити при кроці стержнів 85 мм кількість стержнів в метрі

Радіус армування

$$n = \frac{1000}{85} = 11.76.$$

$$R_r = \frac{A_r}{\beta n d} = \frac{1180}{1 \cdot 11.76 \cdot 1.2} = 83.7.$$

коєфіцієнт

Напруження в арматурі

$$\psi = 1.5 \sqrt{R_r} = 1.5 \sqrt{83.7} = 13.71$$

$$\sigma_s = \frac{M_{np,n}}{A_s z} = \frac{20.83 \cdot 10^5}{13.31 \left(12.4 - \frac{1.8}{2}\right)} = 13608.6 \text{ Н/см}^2 = 136.09 \text{ МПа.}$$

Ширина розкриття тріщин

$$a_{cr} = \frac{\sigma_s}{E} \psi = \frac{136.09}{2.1 \cdot 10^5} \cdot 13.71 = 0.009 \text{ см} < 0.02 \text{ см.}$$

Тріщиностійкість плити забезпечена.

2.5 Розрахунок головної балки прогонної споруди

Визначення внутрішніх зусиль.

Постійні навантаження. На тротуарах покриття виконане з литого асфальту товщиною 2 см, інші шари дорожньої одежі ті ж що і на проїжджій частині. Вага 1 м довжини перильної огорожі тротуарів, бар'єрної огорожі проїжджій частини та несучої балки прийняті по типовим проектам.

Збір постійних навантажень на метр довжини пролітної споруди виконується в табличній формі (табл. 2.2)

Рахуємо постійне навантаження порівну розподілим між всіма шістьма балками. Тоді на одну балку припадає

$$g_n = \frac{144.04}{6} = 24 \text{ кН/м;}$$

$$g = \frac{169.81}{6} = 28.3 \text{ кН/м;}$$

Тимчасові навантаження. Тимчасові навантаження розподілимо між балками за допомогою коефіцієнтів поперечної установки.

Для бездіафрагменої прогонної будови найбільш точні результати для середини прогону отримуємо, розглядаючи поперечну конструкцію як нерозрізну балку на пружно-просідаючих опорах, котрі є головними балками.

Лінії впливу тиску на балки будуюмо як лінії впливу опорних реакцій балки на пружних опорах.

Табл. 2.2. Постійне навантаження на 1 м довжини прогонної споруди

Вид навантаження	Нормативне навантаження кН/м	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кН/м
Асфальтобетон іздового полотна ($\delta=7$ см), литий асфальтобетон тротуарів ($\delta=2$ см)	17.02	1.5	25.53
Захисний шар армованого бетону ($\delta=4$ см)	12.64	1.3	16.43
Гідроізоляція ($\delta=1$ см)	1.68	1.3	2.47
Вирівнюючий шар ($\delta=3$ см)	7.93	1.3	10.35
Перильне огороження тротуарів	5	1.1	5.5
Бартерна огорожа проїжджої частини	4	1.1	4.4
Вага прибитоюваної залізобетонної плити під тротуари ($\delta=15$ см)	1.57	1.1	1.73
Всього друга частина постійного навантаження.	50.04		66.41

Власна вага 6 головних балок при вазі одної балки по каталогу 376 кН.	$\frac{376 \cdot 6}{24} = 94$	1.1	108.4
Всього	144.04		169.81

Відстань між опорами балками $d=2.1$ м, висіт консолей $d_k=1.04$ м.
Розглянемо прогін головної балки $l_p=24-0.6=23.4$ м.

Момент інерції плити прогонної споруди шириною 1 м.

$$I_{пл} = \frac{bh_f^3}{12} = \frac{1 \cdot 0.15^3}{12} = 0.281 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4 (0.281 \cdot 10^5 \text{ см}^4).$$

Момент інерції балки враховуємо для балки приведеного перерізу (рис. 2.80).

Статичний момент перерізу відносно нижньої грані балки

$$S_b = 60 \frac{26.8}{2} + 16 \cdot 75.2 \left(26.8 + \frac{75.2}{2} \right) + 210 \cdot 18 \left(120 - \frac{18}{2} \right) = 518613.28 \text{ см}^3$$

Площа перерізу

$$A_b = 60 \cdot 26.8 + 16 \cdot 75.2 + 210 \cdot 18 = 6591.2 \text{ см}^2.$$

Відстань від нижньої грані перерізу до центру ваги

$$y_b^{н.з} = \frac{S_b}{A_b} = \frac{518613.28}{6591.2} = 78.7 \text{ см.}$$

Відстань від верхньої грані перерізу до центру ваги

$$y_b^{в.г} = 120 - 78.7 = 41.3 \text{ см.}$$

Момент інерції перерізу відносно осі, що проходить через його центр ваги перпендикулярно площині згинання.

$$I_x = \frac{210 \cdot 18^2}{12} + 210 \cdot 18 \left(41.3 - \frac{18}{2} \right)^2 + \frac{16 \cdot 75.2^3}{12} + 16 \cdot 75.2 \left(26.8 + 18 - 41.3 \right)^2 + \frac{60 \cdot 26.8^3}{12} + 60 \cdot 26.8 \left(78.7 - \frac{26.8}{2} \right)^2 = 118.12 \cdot 10^5 \text{ см}^4 = 118.12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

Жорсткостний параметр

$$\alpha = 12.8 \frac{d^3}{l^4} \cdot \frac{E_\sigma I_b}{E_b I_{пл}} = 12.8 \frac{2.1^3}{23.4^4} \cdot \frac{118.12 \cdot 10^{-3}}{0.281 \cdot 10^{-3}} = 0.166.$$

По формулам для п'яти прогонної балки з консолями знаходимо ординати ліній впливу тиску на пружно просідаючі опори (балки).

Для балки 0

$$B = \frac{1}{105 + 1744\alpha + 3690\alpha^2 + 1776\alpha^3 + 209\alpha^4} = \frac{1}{504.47}$$

$$R_{00} = \frac{1}{504.47} (55 + 1364\alpha + 3348\alpha^2 + 1720\alpha^3 + 209\alpha^4) = 0.7567;$$

$$R_{01} = \frac{1}{504.47} (40 + 567\alpha + 676\alpha^2 + 127\alpha^3) = 0.3039;$$

$$R_{02} = \frac{1}{504.47} (25 + 30\alpha - 283\alpha^2 - 90\alpha^3) = 0.0432;$$

$$R_{03} = \frac{1}{504.47} (10 - 172\alpha - 114\alpha^2 + 24\alpha^3) = 0.0428;$$

$$R_{04} = \frac{1}{504.47} (-5 - 114\alpha + 83\alpha^2 - 6\alpha^3) = 0.0429;$$

$$R_{05} = \frac{1}{504.47} (-20 + 69\alpha - 20\alpha^2 + \alpha^3) = 0.018;$$

$$R_{ок_n} = R_{00} + \frac{1.04}{504.47 \cdot 2.1} (15 + 847\alpha + 3052\alpha^2 + 1975\alpha^3 + 265\alpha^4) = 0.7567 + 0.2443 = 1.0009,$$

$$R_{ок_n} = R_{05} + R_{ок}^M = R_{05} + \frac{1}{504.47} \cdot \frac{1.04}{2.1} (-15 + 203\alpha - 172\alpha^2 + 27\alpha^3 - \alpha^4) = -0.018 + 0.0138 = -0.0042.$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Точки	Ординати ліній впливу		
	Ординати ліній тиску на опори		
	R ₀₀	R ₀₁	R ₀₁
К _л	1.0009	0.242	-0.0644
0	0.7567	0.3039	0.0432
1	0.3039	0.3784	0.2532
2	0.0432	0.3532	0.3783
3	-0.0428	0.0998	0.2684
4	-0.0429	0.007	0.0998
5	-0.018	-0.0429	-0.0428
К _п	-0.0042	-0.0644	-0.1099

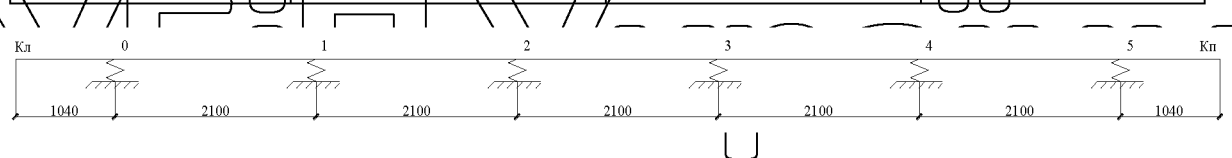


Схема розташування навантажень та ординати ліній впливу під навантаженнями для R_0 приводимо на (рис. 2.10)

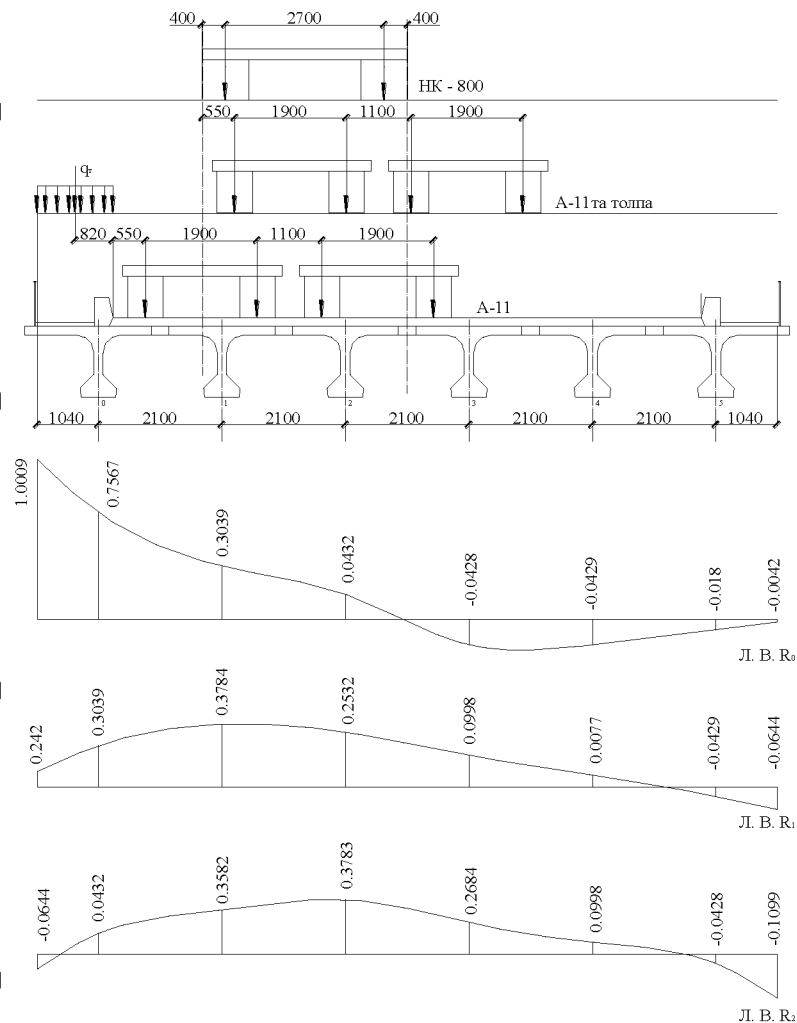


Рис. 2.9. Лінії тиску на балки отримані методом пружно просідаючих опор, та схеми їх завантаження.

Прогонну споруду проектуємо з однотипних балок, підібраних за найбільшим зусиллям. Лінія впливу згинаючого моменту посередині прогону

балки і положення навантаження, що відповідає M_{max} приведені на (рис. 2.10).

площа лінії впливу

$$\omega_M = 0.125l^2 = 68.445 \text{ м}^2.$$

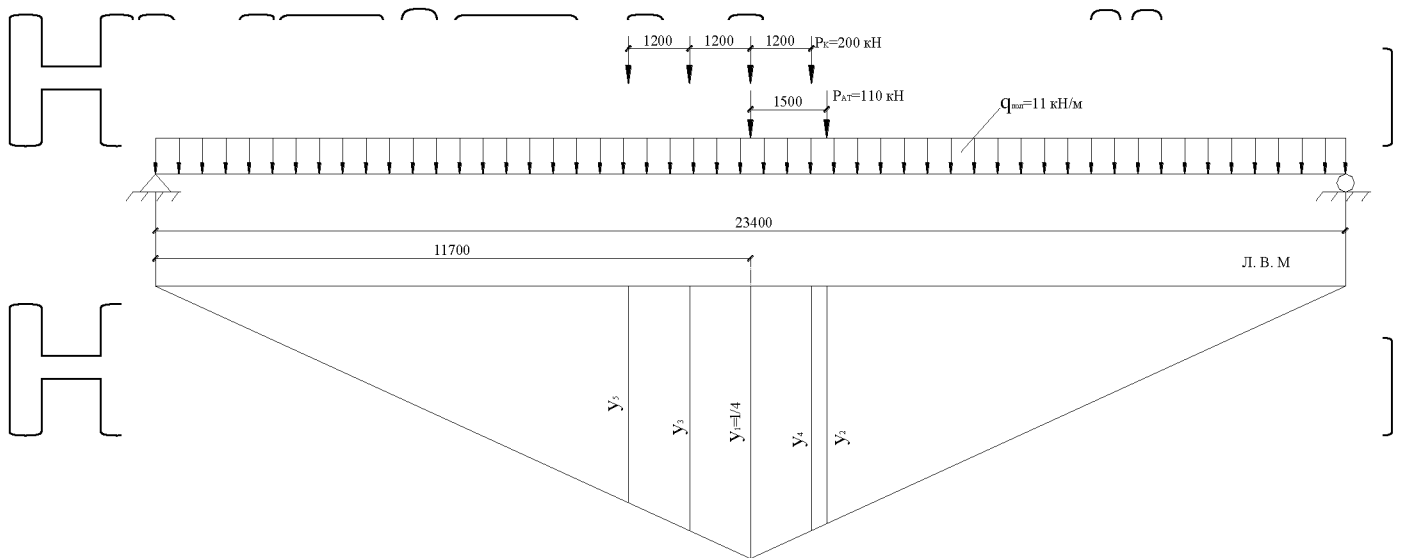


Рис. 2.10. Схема до визначення M_{max} в середині прогону балки

Ординати лінії впливу під колесами вантажного візка

$$y_1 = \frac{l}{4} = \frac{23.4}{4} = 5.85;$$

$$y_2 = y_1 \frac{0.5l - 1.5}{0.5l} = 5.85 \frac{0.5 \cdot 23.4 - 1.5}{0.5 \cdot 23.4} = 5$$

Ординати під колесами машини

$$y_1 = \frac{l}{4} = \frac{23.4}{4} = 5.85$$

$$y_3 = y_4 = y_1 \frac{0.5l - 1.2}{0.5l} = 5.85 \frac{0.5 \cdot 23.4 - 1.2}{0.5 \cdot 23.4} = 5.25$$

$$y_5 = y_1 \frac{0.5l - 1.2 - 1.2}{0.5l} = 5.85 \frac{0.5 \cdot 23.4 - 1.2 - 1.2}{0.5 \cdot 23.4} = 4.65$$

Нормативне тимчасове навантаження на тротуари залежить від довжини завантаження λ , що дорівнює в нашому випадку довжині прогону 23,4 м, але приймається не менше 2 кПа.

$$P_T = 4 - 0.02\lambda = 4 - 0.02 \cdot 23.4 = 3.532 \text{ кПа} > 2 \text{ кПа}$$

Коефіцієнти надійності по навантаженню:

для візка

$$\gamma_{fas} = 1.5 \frac{0.3\lambda}{30} \geq 1.2$$

НУБІП України

$$\gamma_{кат} = 1,5 - \frac{0,3 \cdot 23,4}{30} = 1,266 > 1,2$$

для смугового навантаження $\gamma_{кат} = 1,2$;
для навантаження $\gamma_{кк} = 1$;

для натовпу на тротуарах при врахуванні з навантаженням $\gamma_{ГТ} = 1,2$.

НУБІП України

Динамічні коефіцієнти;
для навантаження

$$(1 + \mu)_A = 1 + \frac{45 - \lambda}{135} = 1 + \frac{45 - 23,4}{135} = 1,16;$$

для навантаження при $\lambda = 23,4 > 5$ м $(1 + \mu)_к = 1,1$.

НУБІП України

Згинаючий момент в балці від навантаження та натовпу на тротуарах
(ширина тротуарів $b_{ГТ} = 1$ м)

$$M_1 = g w_M + (1 + \mu)_A [\gamma_{кат} q_{кат} K_{ПУ}_{А} \omega_M + \gamma_{ГТ} P_{ГТ} K_{ПУ}_{ГТ} (y_1 + y_2)] + \gamma_{ГТ} \rho_T b_{ГТ} K_{ПУ}_{ГТ} \omega_M =$$

$$= 28,3 \cdot 68,445 + 1,16 [1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,38 \cdot 68,445 + 1,266 \cdot 110 \cdot 0,426 (5,85 + 5,1)] +$$

$$+ 1,2 \cdot 3,532 \cdot 0,27 \cdot 68,445 = 3163 \text{ кНм};$$

НУБІП України

$$M_{1П} = 24 \cdot 68,445 + 11 \cdot 0,38 \cdot 68,445 + 110 \cdot 0,426 \cdot 10,95 + 3,532 \cdot 0,27 \cdot 68,445 = 2501,01$$

кНм.

Згинаючий момент від навантаження

$$M_2 = 1932,88 + 1,16 (1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,477 \cdot 68,445 + 1,266 \cdot 110 \cdot 0,58 \cdot 10,95) = 3458,74$$

НУБІП України

$$M_{2П} = 1636,52 + 11 \cdot 0,477 \cdot 68,445 + 110 \cdot 0,58 \cdot 10,95 = 2694,26 \text{ кНм};$$

Згинаючий момент в балці від навантаження

$$M_2 = 1932,88 + 1,1 \cdot 1 \cdot 200 \cdot 0,3 (5,85 + 2 \cdot 5,25 + 4,65) = 3318,88 \text{ кНм};$$

$$M_{2П} = 1636,52 + 200 \cdot 0,3 \cdot 21 = 2896,52 \text{ кНм}.$$

НУБІП України

Таким чином найбільший згинаючий момент виникає в балці прогонної споруди від завантаження навантаженням та натовпом на тротуарах.

На (рис. 2.11) показано положення навантаження, що відповідає найбільшому значенню поперечної сили Q коло опори А, лінія впливу Q_A і

НУБІП України

графік зміни коефіцієнтів поперечної установки по довжині прогону. На графіку приведені значення КПУ для візка в дужках для смугового навантаження. На (рис. 2.12) показано розрахункове для $Q_{A,max}$ положення

навантаження, лінія впливу Q_A и графік зміни коефіцієнта КПУ для НК-800 по довжині прогону.

В відповідності з характером зміни коефіцієнтів поперечної установки для смугового навантаження по довжині прогону розглянемо три ділянки лінії впливу поперечної сили (рис. 2.11):

перший з площею

$$\omega_{Q_1} = \frac{1 + 0.833}{2} \cdot 3.9 = 3.574$$

та коефіцієнтом поперечної установки

$$K_{ПУ} A_i = \frac{0.691 + 0.477}{2} = 0.584$$

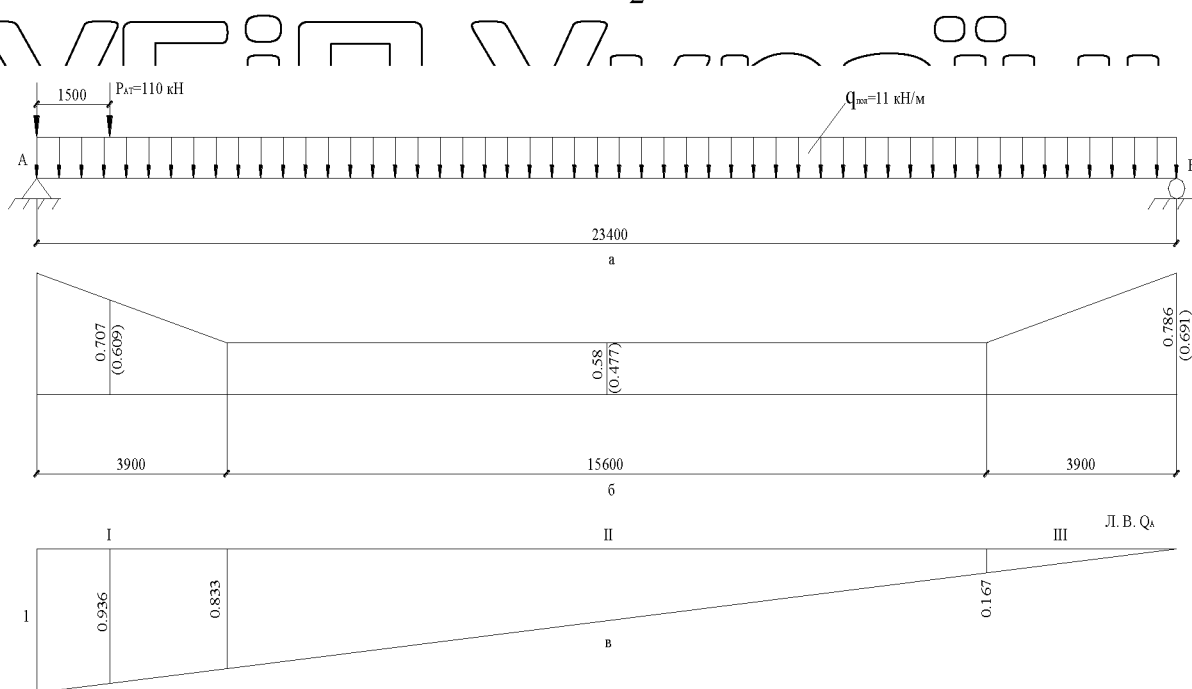


Рис. 2.11. Схема визначення поперечної сили коло опори балки

а – схема завантаження балки навантаженням;

б – графік зміни КПУ по довжині прогону;

в – лінія впливу поперечної сили.

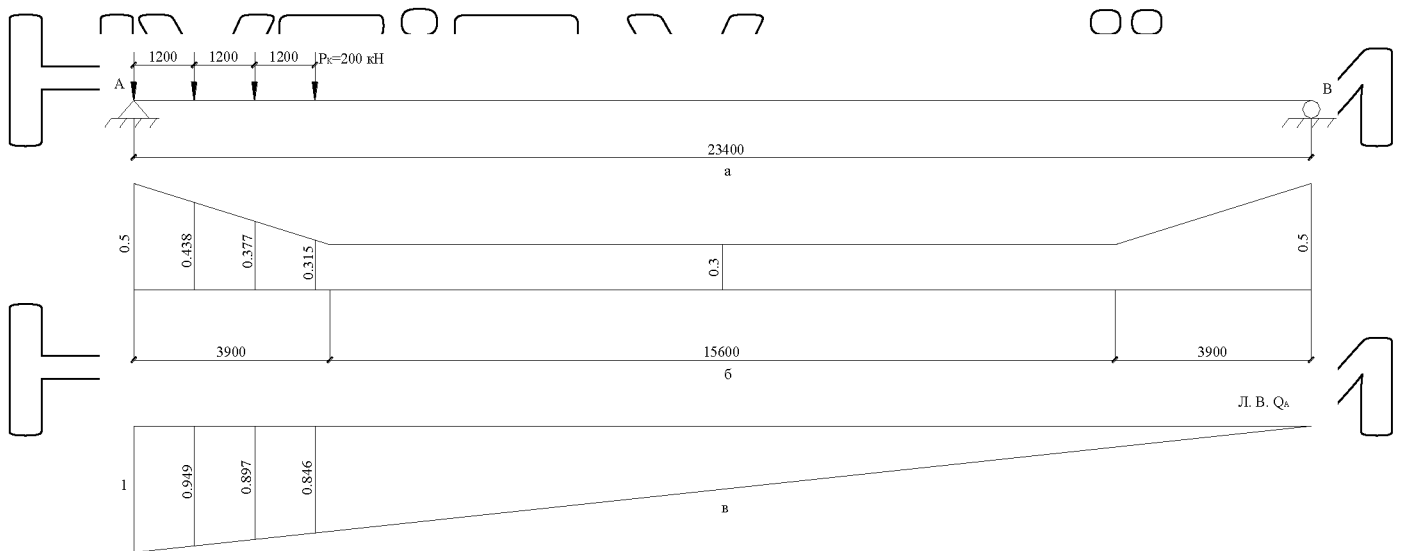


Рис. 2.12. Схема визначення поперечної сили в балці від навантаження а – схема завантаження балки навантаженням, б – графік зміни КПУ по довжині прогону, в – лінія впливу поперечної сили.

$$\omega_{QII} = \frac{0.833 + 0.167}{2} \cdot 15.6 = 7.8$$

коефіцієнтом поперечної установки $K_{ПУ}_{Af} = 0.477$

$$\omega_{QIII} = \frac{0.167 + 3.9}{2} = 0.325$$

коефіцієнтом поперечної установки $K_{ПУ}_{Am} = 0.584$.

Сумарна площа лінії впливу поперечної сили

$$\omega_Q = \sum_{i=1}^3 \omega_{Qi} = \frac{l}{2} = \frac{23.4}{2} = 11.7$$

Поперечна сила коло опори від постійних навантажень та завантаження

$$Q = g\omega_Q + (1 + \mu)_{A \gamma_{fAT}} q_{пол} \sum_{i=1}^3 K_{ПУ}_{Ai} \omega_{Qi} + (1 + \mu)_{A \gamma_{fAT}} P_{AT} \sum_{K=1}^2 K_{ПУ}_{AT,K} y_K =$$

$$= 28.3 \cdot 11.7 + 1.16 \cdot 1.2 \cdot 11 (0.584 \cdot 3.574 + 0.477 \cdot 7.8 + 0.584 \cdot 0.326) + 1.16 \cdot 1.266 \times$$

$$\times 110 (0.786 + 1 \cdot 0.936) = 656.12 \text{ кН};$$

$$Q_{II} = 24 \cdot 11.7 + 11 \cdot 5.998 + 110 \cdot 1.448 = 505.01 \text{ кН.}$$

При обчисленні Q навантаження від натопу не враховувалось.

Поперечна сила коло опори від навантаження

$$Q = 330.41 + 1.1 \cdot 1.2 (0.5 \cdot 1 + 0.438 \cdot 0.949 + 0.377 \cdot 0.897 + 0.315 \cdot 0.846) = 664.88 \text{ кН.}$$

2.6 Розрахунок балки на міцність по згинаючому моменту

Для балок приймаємо бетон класу C40/43 з $R_b=20$ МПа,

$$R_{bt}=1.27 \text{ МПа}, R_{bn}=29 \text{ МПа}, R_{b,ser}=29 \text{ МПа}, R_{b,mc1}=21,5 \text{ МПа}, R_{b,mc2}=17,5$$

МПа,

$$R_{bt,ser}=2,1 \text{ МПа}, R_{b,sh}=3,6 \text{ МПа}.$$

Повздовжня арматура попередньо напружена дротова класу В-II Ø5 мм в пучках $R_p=1100$ МПа, $R_{pn}=1700$ МПа, $R_{p0}=770$ МПа. Поперечна арматура класу A240 з $R_{s0}=215$ МПа. Модуль пружності дротової арматури $E_p=1.8 \cdot 10^5$

МПа. Відношення модуля пружності арматури до модуля пружності бетону

класу $n=6$. Розрахунок виконуємо для приведеного перерізу (рис. 3.8).

приймаємо робочу висоту перерізу $h_d=0.87h$, отримуємо орієнтовно потрібну кількість розтягнутої арматури нижньої зони

$$A_p^{mp} = 1.1 \frac{M}{R_p (h_d - 0.5h_f')} = \frac{3458.74 \cdot 10^5}{1100 \cdot 10^2 (0.87 \cdot 120 - 0.5 \cdot 18)} = 36.26 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 9 пучків, кожний з 24 дротів Ø5 мм.

$$\text{Площа арматури одного пучка} = \frac{\pi \cdot 0.5^2}{4} \cdot 24 = 4.71 \text{ см}^2, \text{ повна площа}$$

$$A_p = 9 \cdot 4.71 = 42.39 \text{ см}^2 > A_p^{mp} = 36.26 \text{ см}^2$$

Для зменшення поперечної сили коло опор та підвищення тріщиностійкості опорних ділянок 3 пучка на відстані 7.5 м від опори відгинаємо до верхньої зони.

Відгинається по одному пучку з першого, другого та третього ряду. Розміщення арматури в балці показано на (рис. 2.13).

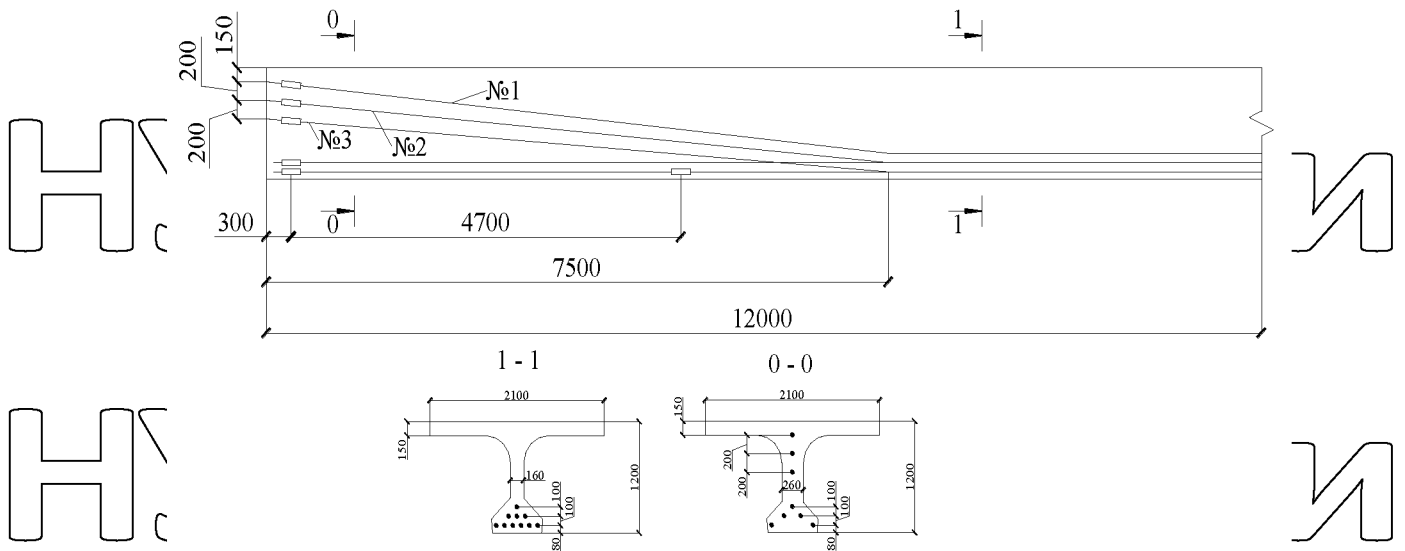


Рис. 2.13. Розміщення попередньо напруженої арматури в балці

Кути нахилу пучків до осі балки:

третій ряд - $tg\alpha = \frac{120 - 15 - 28}{750} = 0.1027; \alpha = 5.86^\circ;$

другий ряд - $tg\alpha = \frac{120 - 35 - 18}{750} = 0.0893; \alpha = 5.1^\circ;$

перший ряд - $tg\alpha = \frac{120 - 55 - 8}{750} = 0.076; \alpha = 4.34^\circ;$

Середній кут нахилу відігнутих пучків

$$\alpha_{cp} = \frac{5.86 + 5.1 + 4.34}{3} = 5.1^\circ = 0.089 \text{ рад.}$$

Розрахунок виконуємо для двох перерізів – в середині прогону (1-1) та на опорі (0-0). Ці перерізи відрізняються товщиною стінки (рис. 2.13), числом та розміщенням пучків арматури. При визначенні геометричних характеристик перерізу враховуємо тільки попередньо напружену арматуру.

Геометричні характеристики приведенного перерізу в середині прогону.

При обчисленні геометричних характеристик використовуємо раніше знайдені характеристики бетонного перерізу.

Площа приведенного перерізу

$$A_{red} = A_b + n_1 A_p = 6591.2 + 6 \cdot 42.39 = 6845.54 \text{ см}^2.$$

Положення центру ваги арматурних пучків відносно нижньої грані

(п'ять з дев'яти арматурних пучків розміщуються в першому ряду на відстані 8 см від нижньої грані, три пучка в другому ряду на відстані 18 см від нижньої грані, один пучок в третьому ряду на відстані 28 см від нижньої грані):

$$a_p = \frac{5 \cdot 8 + 3 \cdot 18 + 1 \cdot 28}{9} = 13.55 \text{ см.}$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижньої грані

$$S_{red} = S_b + n_1 A_p a_p = 518613.28 + 6 \cdot 42.39 \cdot 13.55 = 522059.59 \text{ см}^3.$$

Положення центру ваги приведенного перерізу відносно нижньої та верхньої грані перерізу

$$y_{red}^{n,z} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{522059.59}{6845.54} = 76.26 \text{ см.}$$

$$y_{red}^{o,z} = h - y_{red}^{n,z} = 120 - 76.26 = 43.74 \text{ см.}$$

Момент інерції приведенного перерізу відносно осі, що проходить через центр його ваги перпендикулярно площині згинання:

$$I_{red} = I_b + A_b (y_{red}^{n,z} - y_b^{n,z})^2 + n_1 A_p (y_{red}^{n,z} - a_p)^2 + 6 \cdot 42.39 (76.26 - 13.55)^2 = 118.12 \cdot 10^2 + 6591.2 (76.26 - 78.7)^2 + 128.51 \cdot 10^5 \text{ см}^4.$$

Геометричні характеристики приведенного перерізу на опорі. З шести прямолінійних пучків враховуємо тільки чотири, так як два пучка заанкеровані на відстані 5 м від торця балки (рис 2.13), центр ваги їх відносно нижньої грані на $a_{пчп} = 13$ см.

Розрахунковий переріз прийнято по вісі опирання балки і знаходиться від торця балки на 30 см. Відігнуті пучки тут розташовані на відстанях $15 + 30 \text{tg} \alpha = 13 + 30 \cdot 0.1027 = 18.08$ см, $35 + 30 \cdot 0.0893 = 37.68$ см, $55 + 30 \cdot 0.076 = 57.28$ см від верхньої грані перерізу. Центр ваги полігональних пучків знаходиться в центрі середнього пучка та віддалений від нижньої грані на

$$a_{пчр} = 120 - 37.68 = 82.32 \text{ см}$$

Площа приведенного перерізу

$$A_{red} = 60 \cdot 26.8 + 26 \cdot 75.2 + 210 \cdot 18 + 6 \cdot 7 \cdot 4.71 = 7541.02 \text{ см}^2.$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижньої грані

$$S_{red} = \frac{60 \cdot 26.8^2}{2} + 26 \cdot 75.2 \left(26.8 + \frac{75.2}{2} \right) + 210 \cdot 18 \left(120 - \frac{18}{2} \right) + 6 \cdot 4 \cdot 4.71 \cdot 13 + 6 \cdot 3 \cdot 4.71 \cdot 82.32 = 57402.17 \text{ см}^3.$$

Положення центра ваги приведенного перерізу відносно нижньої та верхньої граней.

$$y_{red}^{n,z} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{57402.17}{7541.02} = 76.12 \text{ см.}$$

$$y_{red}^{o,z} = h - y_{red}^{n,z} = 120 - 76.12 = 43.88 \text{ см.}$$

Момент інерції приведенного перерізу

$$I_{red} = \frac{2 \cdot 0.18^3}{12} + 210 \cdot 18 \cdot (43.88 - \frac{18}{2})^2 + \frac{26 \cdot 75.2^3}{12} + 26 \cdot 75.2 \cdot (43.88 - 18 - \frac{75.2}{2})^2 + \frac{60 \cdot 26.8^3}{12} + 60 \cdot 26.8 \cdot (76.12 - \frac{26.8}{2})^2 + 4 \cdot 6 \cdot 4.71(76.12 - 13)^2 + 6 \cdot 1 \cdot 4.71[(43.88 - 57.28)^2 + (43.88 - 37.68)^2 + (43.88 - 18.08)^2] = 127.88 \cdot 10^5 \text{ см}^4.$$

Втрати сил попереднього напруження. Попереднє напруження, що контролюється до кінця на тяжіння арматури, для дрової арматури приймається $\sigma_{p,max} = R_p = 1100 \text{ МПа}$.

До кінця обтиснення бетону для конструкції з натягненням арматури на упори виявляються втрати першої групи:

від релаксації напруження в дрової арматурі при механічному способі її напруження

$$\sigma_3 = \left(0.27 \frac{\sigma_{p,max}}{R_{pn}} - 0.1 \right) \sigma_{p,max} = \left(0.27 \frac{1100}{1700} - 0.1 \right) 1100 = 82.18 \text{ МПа};$$

від деформації анкерних засобів на опорах при натягненні з двох сторін

$$\sigma_4 = 2 \frac{0.2}{l} E_p = 0.2 \frac{0.2}{2400} 1.8 \cdot 10^5 = 30 \text{ МПа};$$

від тертя арматури об відтяжні прилади (тільки для полігональних пучків) при $\mu=0.25$; $\Theta=0.089 \text{ рад}$

$$\sigma_5 = \sigma_{p,max}(1 - e^{-\mu\Theta}) = 1100(1 - e^{-0.25 \cdot 0.089}) = 24.2 \text{ МПа};$$

від перепаду температур натягнутої арматури і приладу, що сприймає зусилля від натягнення при пропаренні бетону при $\Delta t = 65^\circ \text{C}$.

$$\sigma_6 = 1.25 \Delta t = 1.25 \cdot 65 = 81.25 \text{ МПа}.$$

Таким чином перші втрати складають:

В прямолінійних пучках

$$\sigma_{п1} = \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 82.18 + 30 + 24.2 + 81.25 = 193.43 \text{ МПа};$$

в полігонних пучках в середині прогону

$$\sigma_{п1} = \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 82.18 + 30 + 24.2 + 81.25 = 217.63 \text{ МПа};$$

коло опор

$$\sigma_{п1} = \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_6 = 82.18 + 30 + 81.25 = 193.43 \text{ МПа};$$

Напруження попередньо напружених пучках за вирахуванням перших втрат:

$$\text{в середині прогону: в прямолінійних пучках } 1100 - 193.43 = 906.57 \text{ МПа};$$

в полігональних пучках $1100 \cdot 217.63 = 906.57$ МПа;

коло опори в прямолінійних та полігональних пучках $110 \cdot 193.43 = 906.57$

МПа.

Другі втрати – від усадки повзучості бетону визначаємо по наближених формулах. Втрати від усадки бетону та теплової обробці конструкцій $\sigma_1 = 40$

МПа. Втрати від повзучості бетону залежать від напружень в бетоні на рівні центру ваги арматури для якої визначаються втрати від постійних навантажень. Для перерізу всередині прогону рівнодіюча зусиль попереднього напруження в попередньо напруженій арматурі з урахуванням попередніх

втрат:

$$N_0 = (906.57 \cdot 6 \cdot 4.71 + 882.37 \cdot 3 \cdot 4.71) \cdot 10^{-1} = 3808.75 \text{ кН.}$$

Центр ваги приведенного перерізу знаходиться на відстані від нижньої грані перерізу на відстані $y_{red}^{H.T.} = 76.26$ см, відстань від центру ваги

прямолінійних пучків до нижньої грані $a_{прп} = \frac{4 \cdot 8 + 2 \cdot 18}{6} = 11.33$ см, а від центру

полігональних пучків $a_{прп} = \frac{1 \cdot 8 + 1 \cdot 18 \cdot 28}{3} = 18$ см.

Положення рівнодіючої зусиль попереднього напруження відносно центру ваги приведенного перерізу

$$e_0 = 10^{-1} \frac{904.57 \cdot 6 \cdot 4.71(76.26 - 11.33) + 882.37 \cdot 3 \cdot 4.71(76.26 - 18)}{3808.75} = 62.75 \text{ см}$$

Напруження в бетоні на рівні центру ваги арматури, для якої визначаються втрати, від сил попереднього напруження та власної ваги конструкції (M_{gn}) визначаються за формулою

$$\sigma_{bp} = \frac{N_0}{A_{red}} \pm \frac{N_0 e_0 y}{I_{red}} \mp \frac{M_{gn} y}{I_{red}};$$

де y – відстань від центра ваги приведенного перерізу до центру ваги арматури:

для прямокутних пучків $y = 76.26 - 11.33 = 64.93$ см.

$$\sigma_{bp} = \frac{3808.75 \cdot 10^3}{6845.54} + \frac{3808.75 \cdot 10^3 \cdot 62.75}{128.51 \cdot 10^5} \cdot 64.93 - \frac{1636.52 \cdot 10^5}{128.51 \cdot 10^5} \cdot 63.93 = 9.37 \text{ МПа;}$$

для полігональних пучків $y = 76.26 - 18 = 58.26$ см

$$\sigma_{bp} = \frac{3808.75 \cdot 10^3}{6845.54} + \frac{3808.75 \cdot 10^3 \cdot 62.75}{128.51 \cdot 10^5} \cdot 58.26 - \frac{1636.52 \cdot 10^5}{128.51 \cdot 10^5} \cdot 58.26 = 8.13 \text{ МПа;}$$

втрати від повзучості при передаточній міцності бетону

$$R_0 = 0.7B = 0.7 \cdot 40 = 28 \text{ МПа} > 20 \text{ МПа},$$

для прямолінійних пучків

$$\sigma_2 = 170 \frac{\sigma_{bp}}{R_0} = 170 \frac{9.37}{28} = 56.89 \text{ МПа};$$

для полігональних пучків

$$\sigma_2 = 170 \frac{\sigma_{bp}}{R_0} = 170 \frac{8.13}{28} = 49.36 \text{ МПа}.$$

Всього другі втрати в прямолінійних пучках $\sigma_{п2} = 56.89 + 40 = 96.89 \text{ МПа}$, в

полігональних пучках $\sigma_{п2} = 49.36 + 40 = 89.36 \text{ МПа}$.

Повні втрати в прямолінійних пучках

$$\sigma_{п1} = \sigma_{п1} + \sigma_{п2} = 193.43 + 96.89 = 290.32 \text{ МПа},$$

в полігональних пучках

$$\sigma_{п1} = \sigma_{п1} + \sigma_{п2} = 217.63 + 89.36 = 306.99 \text{ МПа}.$$

Попереднє напруження на стадії експлуатації в перерізі в середині

прогону в прямолінійних пучках

$$\sigma_0 = \sigma_{p,\max} - \sigma_{п1} = 1100 - 290.32 = 809.68 \text{ МПа},$$

в криволінійних пучках

$$\sigma_0 = \sigma_{p,\max} - \sigma_{п1} = 1100 - 306.99 = 793.01 \text{ МПа};$$

Перевірка прийнятого армування.

Робоча висота перерізу при прийнятому розміщенні арматури

$$h_d = h - a_p = 120 - 13.55 = 106.45 \text{ см}.$$

Напруження в розтягнутій арматурі від зовнішнього навантаження

$$\sigma_a = 15.5 \sqrt{\frac{R_{bn} [(b'_f - b) h'_f + b h'_d]}{A}} = 15.5 \sqrt{\frac{29 [(210 - 16) 18 + 16 \cdot 106.45]}{42.39}} = 924.06 \text{ МПа}.$$

Стале попереднє напруження за вирахуванням втрат $\sigma_0 = 793.01 \text{ МПа}$ в криволінійних пучках та $\sigma_0 = 809.68 \text{ МПа}$ в прямолінійних пучках.

Сумарні напруження $\sigma_0 + \sigma_a = 924.06 + 793.01 = 1717.07 \text{ МПа}$ в полігональних пучках та $\sigma_0 + \sigma_a = 924.06 + 809.68 = 1733.74 \text{ МПа}$ в прямолінійних

перебільшують $0.8R_{pn} = 0.8 \cdot 1700 = 1360 \text{ МПа}$ тобто вся розтягнута арматура

працює з граничними характеристиками (перший розрахунковий випадок) і

вводиться в розрахунок з напруженням що дорівнює розрахунковому супротиву $R_p = 1100$ МПа.

Визначаємо висоту стиснутої зони, припускаючи що нейтральна вісь проходить в ребрі.

$$x = \frac{R_p A_p - R_b (b_f' - b) h_f'}{R_b b} = \frac{1100 \cdot 42.39 - 20(210 - 16)18}{20 \cdot 16} \leq 0.$$

Тобто нейтральна вісь проходить в плиті та

$$x = \frac{R_p A_p}{R_b b_f'} = \frac{1100 \cdot 42.29}{20 \cdot 210} = 11.1 < h_f' = 18 \text{ см.}$$

Несуча здатність перерізу

$$M_{прд} = R_b b_f' x (h_d - 0.5x) = 20 \cdot 10^2 \cdot 210 \cdot 11.1 (106.45 - 0.5 \cdot 11.1) = 4703.958 \text{ кНм.}$$

Тобто перевищує найбільший діючий момент $M = 3458.74$ кНм. Міцність перерізу по моменту забезпечена.

2.7 Розрахунок на міцність по поперечній силі

Найбільша поперечна сила коло опори $Q = 664.88$ кН. Ширина ребра в цьому місці $b = 26$ см.

Перевірка міцності стиснутого бетону між похилими тріщинами

$$Q = 664.88 \text{ кН} < 0.3 R_b b h_d = 0.3 \cdot 20 \cdot 10^2 \cdot 26 \cdot 106.45 = 1660.62 \text{ кН.}$$

Умову виконано.

Перевірка необхідності встановлення поперечної арматури за умовою

$$Q \leq 0.6 R_b b h_d$$

$$Q = 664.88 \text{ кН} > 0.6 R_b b h_d = 0.6 \cdot 1.27 \cdot 10^2 \cdot 26 \cdot 106.45 = 210.9 \text{ кН,}$$

тобто умова не виконується, виходячи з цього поперечна арматура підбирається по розрахунку.

Приймаємо дві площини поперечних стержнів $\varnothing 12$ мм А240 з кроком $u_w = 20$ см, $A_{sw} = 1.13$ см²·2.

Зусилля в поперечних стержнях на одиницю довжини

$$q_w = \frac{R_{sw} A_{sw}}{u_w} = \frac{215 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 1.13}{20} = 24.295 \text{ Н/см.}$$

Довжина проєкції небезпечного похилого перерізу на вісь елемента

$$c = \sqrt{\frac{2 R_b b h_d^2}{q_w}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.27 \cdot 10^2 \cdot 26 \cdot 106.45^2}{24.295 \cdot 10^2}} = 175.5 \text{ см.}$$

НУБІП України

Несуча здатність похилого перерізу з урахуванням трьох відігнутих пучків

$$Q = q_{\omega} c + \frac{2R_{bt} b h_d^2}{c} + \sum A_{po} R_{p\omega} \sin \alpha = 2\sqrt{2R_{bt} b h_d^2 q_{\omega}} + \sum A_{po} R_{p\omega} \sin \alpha =$$

$$= 2\sqrt{2 \cdot 1.27 \cdot 10^2 \cdot 26 \cdot 106.45^2 \cdot 2429.5} + 4.71 \cdot 770 \cdot 10^2 \cdot (0.1021 + 0.0889 + 0.0757) = 949.505$$

НУБІП України

кН.

Перевищує найбільшу діючу поперечну силу $Q=664.88$ кН.

Тобто міцність перерізу забезпечена.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

НУБІП України

3.1 Загальні положення

З метою підвищення якості будівельно-монтажних робіт, зниження вартості та оптимізації трудовитрат розробляється технологічна карта. Цей основний документ проекту виконання робіт включає в себе комплекс інструкцій з раціональної технології та організації будівельного виробництва.

Мета створення технологічних карт здійснюється у визначених методах та способах виконання конкретних видів робіт, розробці завершеності та тривалості виконання, а також розрахунку необхідної кількості робітників, технічних та матеріальних ресурсів.

При розробці технологічних карт слід врахувати:

- прогресивну технологію та передові методи виробництва будівельного процесу;
- комплексну механізацію з використанням високопродуктивних машин і механізмів;
- виконання будівельного процесу потоковими методами;
- наукову організацію праці;
- обґрунтувати вибору методу провадження робіт техніко-економічними розрахунками, порівняння з передовим досвідом будівництва;
- дотримання правил охорони праці і техніки безпеки при проектуванні технологічної послідовності провадження робіт.

НУБІП України

3.2. Сфера застосування

Ця технологічна карта розроблена на процес виконання робіт по встановленню розрізних балок залізобетонних двотаврового перерізу довжиною 24 м із попередньо-напруженого залізобетону при будівництві моста на автомобільній дорозі через р. Говтва у Полтавській області.

НУБІП України

Ця технічна карта підготовлена для використання під час організації будівельного виробництва для ознайомлення технічного персоналу та інших працівників з правилами встановлення елементів мостів під час їх будівництва.

Під час монтажу роз'ємних залізобетонних балок мостів повинні застосовуватися матеріали що задовольняють вимогам ДБН В.2.3-14, ДСТУ Б.2.7-43 і ДСТУ 3760

У технічній карті вказано монтаж трипрогонних 36-балкових балок із попередньо напруженого залізобетону. Попереднє напруження розтягнутих зон елементів прогонних будов здійснювалося натягуванням сталевих канатів.

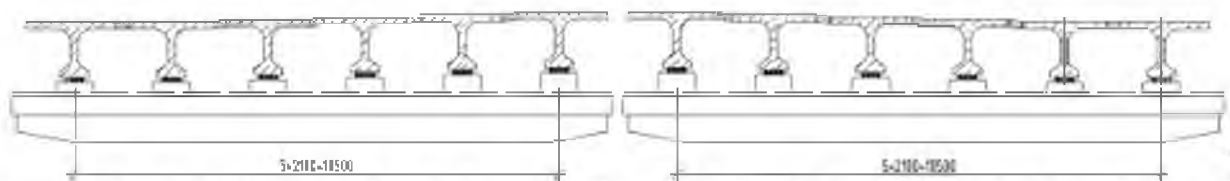


Рисунок 1.1 - Схема розташування залізобетонних балок прогонувої будови автодорожнього мосту

Монтаж балок потрібно виконувати згідно з правилами виконання робіт відповідно до вимог будівельних норм і правил ДБН А.3.1-5, ДБН В.2.3-4 та ДСТУ-Н Б В.2.3-34.

Проектом передбачено монтаж балок у прогонних будовах за допомогою двох типів кранів. Балки прогону 2-3 будуть встановлюватися двома кранами TADANO ATF 100G-4 вантажопідйомністю 90 тонн кожен. Балки 1-2 і 3-4 будуть встановлені краном GROVE GMK 5130-1 вантажопідйомністю 120 тонн.

Для транспортування балок на майданчик для подальшого монтажу буде використовуватися балковоз ЧМЗАП 999039-010 на базі КраЗ-6443.

НУБІП У

Н

Н

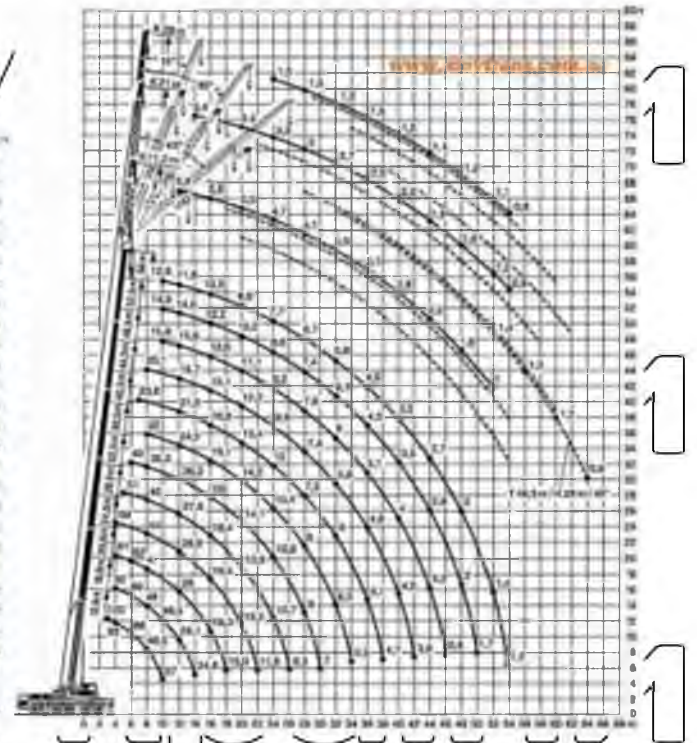


Рисунок 1.2 – Діаграма вантажопідйомності для крану

TADANO ATF 100G-4

GROVE GMK 5130-1

НУБІП України

3.3. Організація і технологія виконання робіт

Перед початком монтажу будівельний майданчик і небезпечна робоча зона за його межами повинні бути огорожені відповідно до вимог проекту зведення фундаментів та ДСТУ-НБ В.2.8-43.

Перед монтажем залізобетонних балок прогонової будови необхідно виконати наступні заходи

- Підготовка монтажного майданчика до виконання робіт.
- Підготовка майданчиків для складування матеріалів;
- Доставка елементів риштування та обладнання для монтажу;
- Паспортний контроль та маркування балок прогонової будови;
- Геодезична розмітка опорних осей залізобетонних балок в прогонових будовах;

НУБІП України

Монтаж прогонової будови моста виконується в наступній послідовності:

- Підготовка монтажного майданчика (при необхідності);

- Розміщення риштувань на опорах для підвішування до прогонових будов;
- Розміщення риштувань на опорах для підвішування до прогонових будов;

- Розмітка монтажної осі балки та кріплення її до опорних елементів; -

Розмітка монтажної осі балки та кріплення її до опорних елементів

- Монтаж опорних елементів на підрамники;

- Транспортування балок на прольотні будови

- Монтаж балок до ригелів; фіксація балок до ригелів для запобігання їх перекидання

Після розмітки опорних валів балок і закріплення їх до підрамника встановлюють опорні елементи.

При монтажі опорних елементів необхідно дотримуватися вимог ДБН-Н

Б В.2.3-34.

Рухомі опорні елементи необхідно монтувати відповідно до проекту, враховуючи температуру під час монтажу.

Поверхні підрамника повинні бути чистими, сухими і мати маркування відповідно до проекту.

Гумові опорні елементи повинні бути захищені від сонячних променів і високих температур і не повинні піддаватися впливу масла, бензину або інших речовин, що руйнують гуму.

Після встановлення опорних елементів на них слід нанести клеймо із зазначенням відносного початкового положення елемента і температури, при якій буде монтуватися прогонова будова.

Опорні елементи встановлюють в проектне положення (по попередньо розміченій осі) на шар цементно-піщаного розчину товщиною (10-25) мм.

Встановлення опорних елементів фіксується в Акті обстеження та тимчасовому акті приймання в експлуатацію відповідальної конструкції.

Після монтажу опорних елементів розпочинається монтаж балок прогонової будови.

На елементи, що монтуються, наносять номер монтажної мітки і вагу, центр ваги елемента, точку підвісу, контрольну вісь і нівельні мітки.

Балки перевозяться у автопоїздом (ЧМЗАП 999039-010 на базі КраЗ-6443), з одного боку балка підтримується великовантажним транспортером, а з іншого - тягачем (рис. 2.2). Величина провисання консольної балки залежить від довжини балки.

Після того, як опорні частини прогонової будови зібрані, залізобетонні балки доставляють на будівельний майданчик.

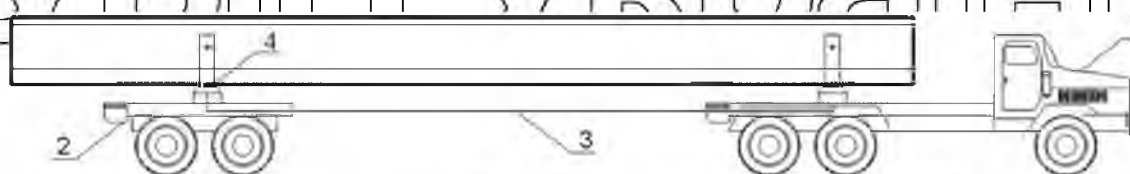


Рисунок 3.3 – Схема перевезення балок на балковозі ЧМЗАП 999039-010

1- автомобіль-тягач (ЧМЗАП 999039-010);

2- причеп-розпуск;

3- тросове хрестовидне зчеплення;

4- прокладка.

Великі передньо-напружені залізобетонні конструкції мають бути транспортовані відповідно до розроблених проектних вимог або технічних умов, що затверджені державним інспектором автотранспорту. Під час транспортування конструкцій у транспортних засобах необхідно їх надійно закріпити для захисту від вітру, динамічних та відцентрових навантажень.

Важливо переконатися, що розміри вантажу в межах зазначених параметрів можуть вільно проходити через криві дороги.

При доставці балок для прогонових будівель необхідно використовувати методи підтримки та закріплення, які не викликають деформації. Торці балок

повинні бути захищені від пошкоджень. Залізобетонні балки мають бути встановлені на будівельному майданчику після доставки.

При роздільному монтажі залізобетонних балок конструкції завдовжки 24 м для будівництва мостів через дорогу загального користування слід:

Розмітити місце для стоянки автокрана і балок на будівельному майданчику;

Встановити кран відповідно до розмітки;

Доставити балковий візок до місця монтажу та встановити його згідно з розміткою;

Встановити інвентарну металеву прокладку між стропом і балкою та застропити балку згідно зі схемою (при виборі сталевих стропів дотримуються вимоги ДСТУ Б В 2.8-10);

Зняти кріплення балки з кронштейна балки;

Підняти балку на висоту 0,2 м (5-10 хвилин) і перевірити правильність стропування, надійність роботи гальма і величину осідання обґрунтовано під виносними опорами крана;

За легким відхиленням від технічних вимог підняти балку до рівня, при якому між нижнім краєм балки та висом балки залишається зазор 0,5 м;

вийміть візок балки з-під балки;

Підняти балку на висоту на 0,5 м вище конструкції, що зустрічається на дорозі, згідно з таблицею вантажопідйомності автокрана і поворотом стріли перейти до публікації її на проектну вісь. Під час переміщення балки слід використовувати опори, щоб запобігти розгойдуванню;

Опустити балку на опори та встановити тимчасові підпори. Переконайтеся, що балка знаходиться в проектному положенні, зніміть таль і з'єднайте балку з опорою остаточною розтяжкою (щоб запобігти перекиданню).

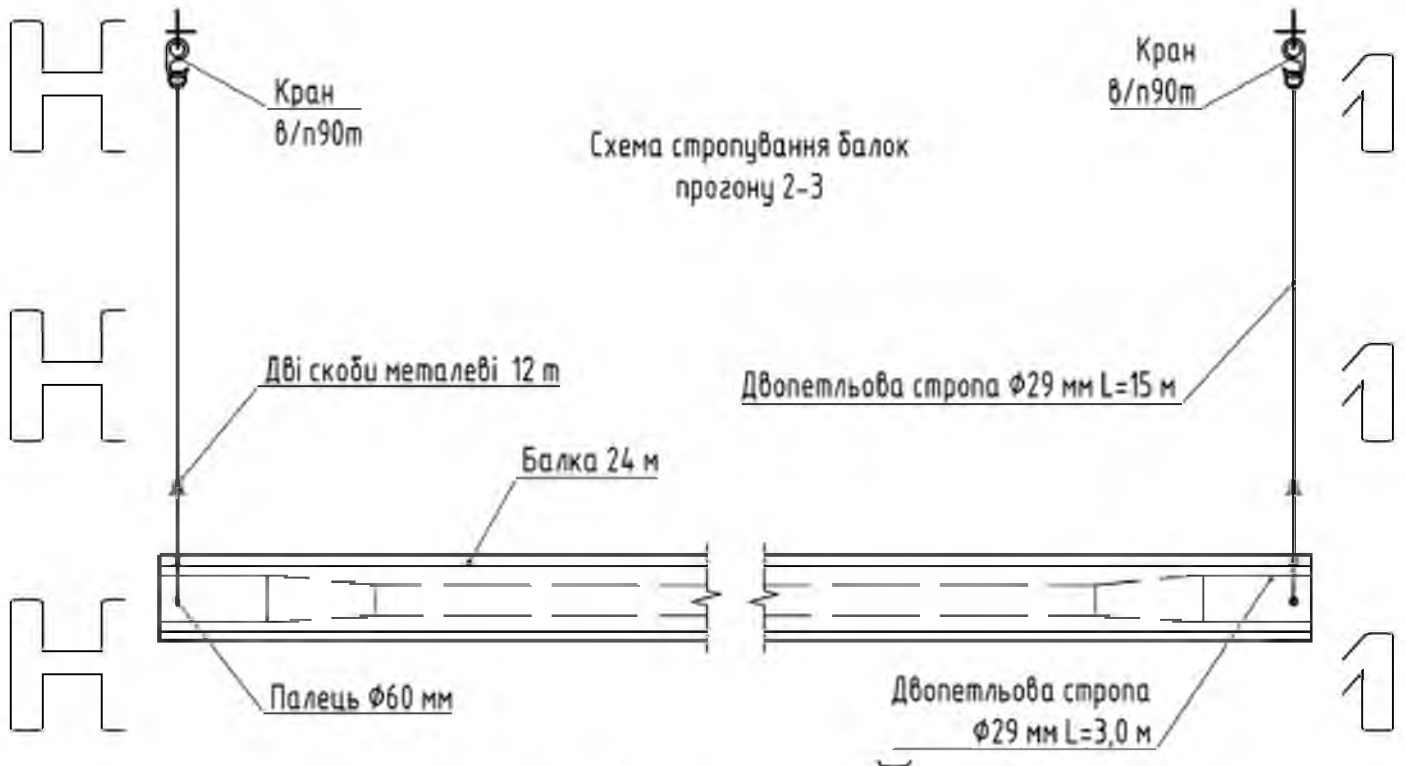


Рисунок 3.4 – Схема стропування балок (фасад)

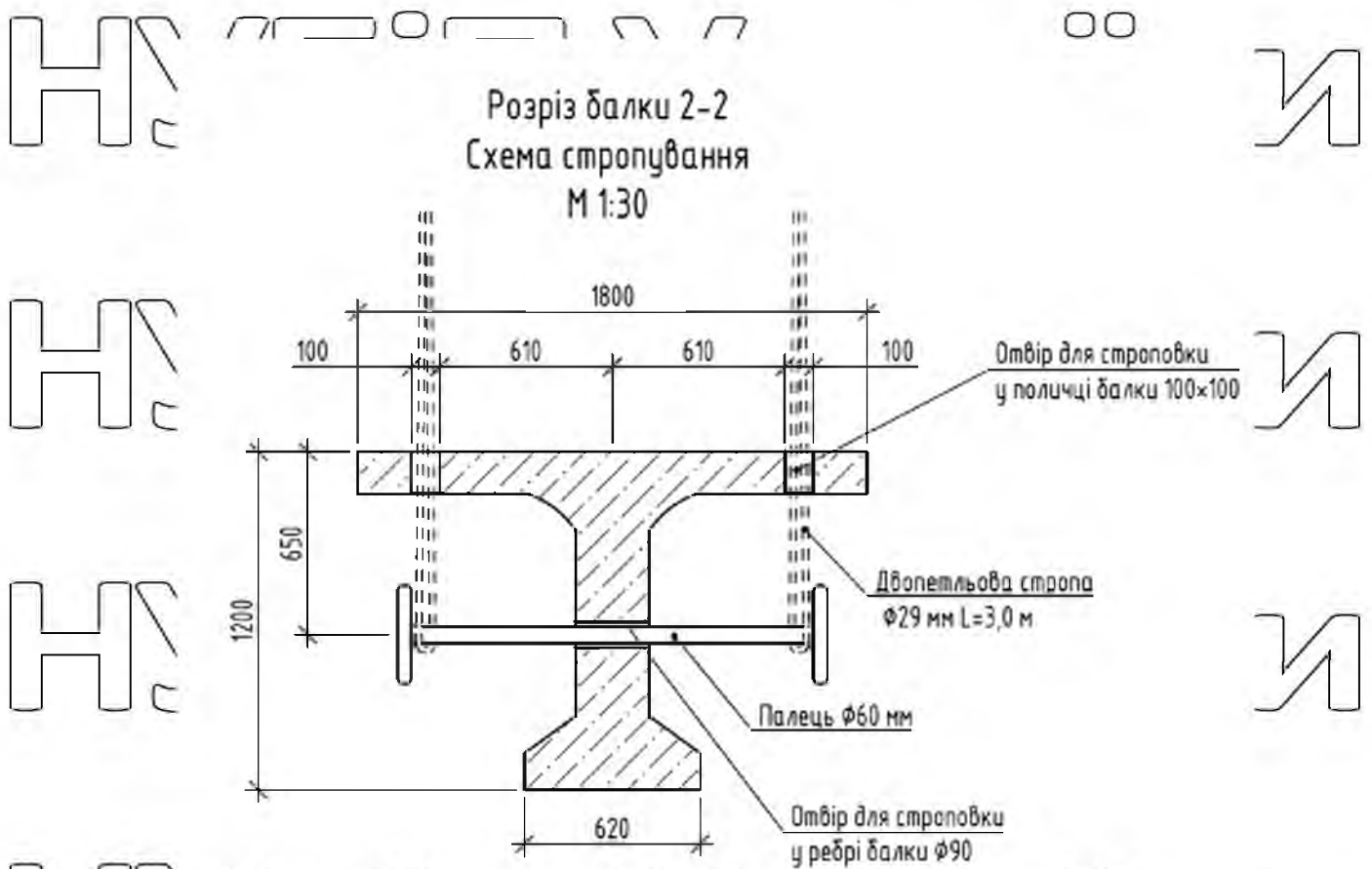


Рисунок 3.5 – Схема стропування балок (розріз)

При підйманні, опусканні та переміщенні (балок) необхідно;

- стежити, щоб підймання і опускання виконувалися вертикально, при цьому відтяжка конструкції лебідками забороняється,

- при переміщенні дотримуватись зазору не меншого ніж 0,2 м між низом встановлюваної конструкції і ґрунту;

- стежити, щоб стропування виконувалось належним чином.

Першу змонтовану балку закріплюють від перекидання, приваривши металеві стержні Ø20 за випуски арматури

Після монтажу другої та наступних балок виконують їх об'єднання з

попередніми зварюванням арматурних випусків перед зняттям строп

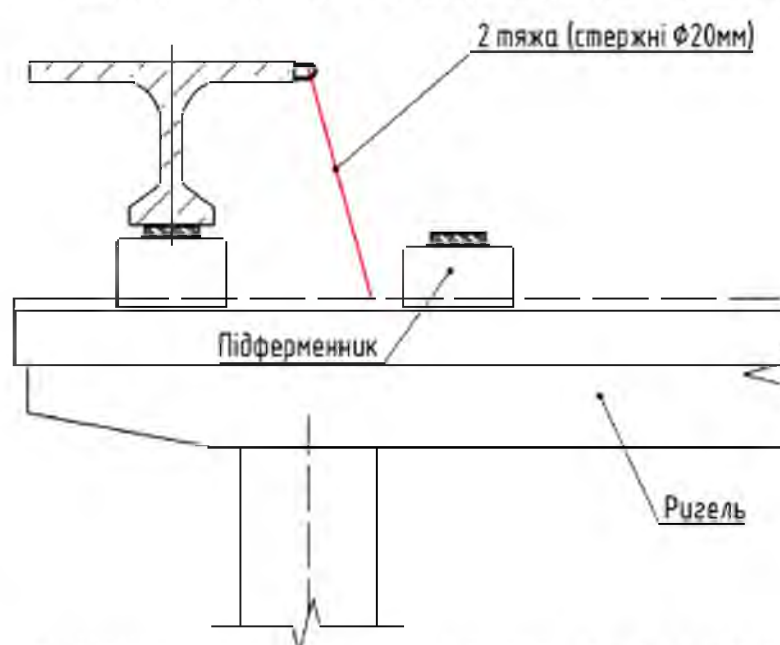


Рисунок 3.6 – Схема закріплення першої змонтованої балки прогонової будови

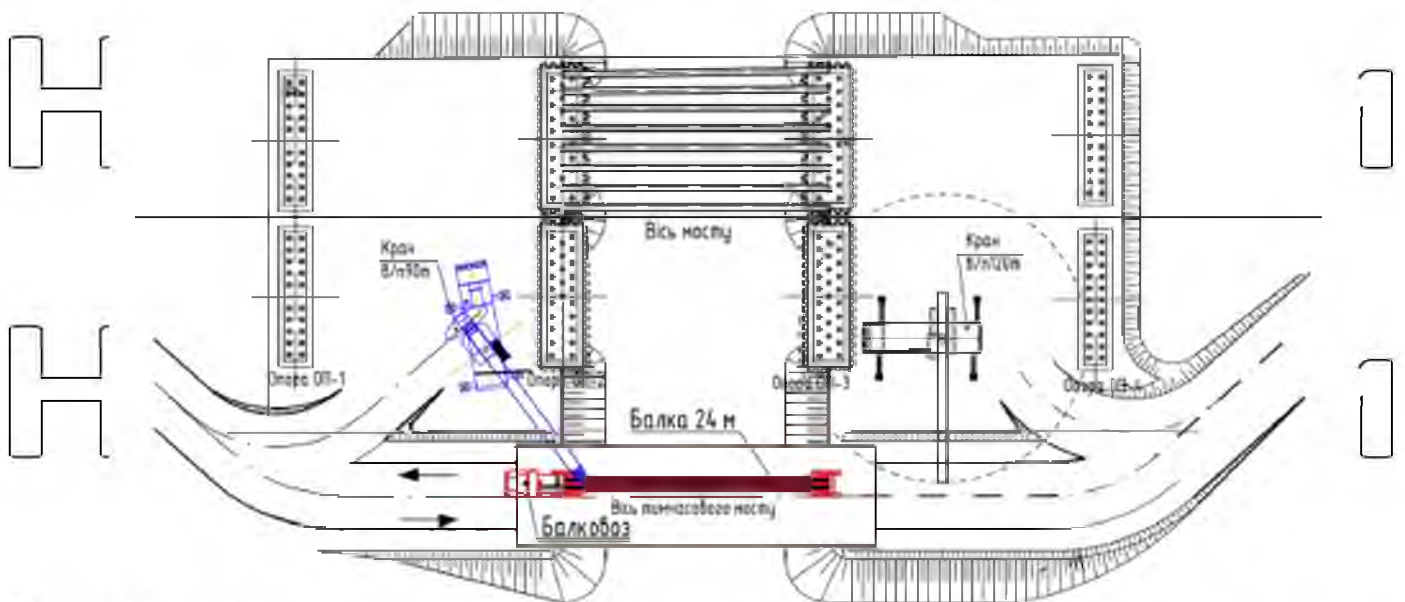


Рисунок 3.7 – Сплан монтажу розрізних залізобетонних балок прогонової будови дощипною

3.4 Вимоги до якості виконання робіт

Контроль, оцінка якості та прийняття робіт з монтажу розрізних залізобетонних двоставрових балок прогонової будови із струнобетону довжиною 24 м для будівництва мосту на автомобільній дорозі слід виконувати відповідно до вимог будівельних норм і нормативних документів ДЕН А.3.1-5 та ДСТУ-Н Б В.2.3-34.

Вхідний контроль якості залізобетонних балок прогонових будов та опорних частин, які поставляються на будівельний майданчик, необхідно проводити зовнішнім оглядом для визначення відповідності нормативам і проектним вимогам, перевірка на наявність тріщин, деформацій і пошкоджень. Оперні частини залізобетонних балок, що постачаються на об'єкт будівництва, повинні мати необхідні документи, які підтверджують їх якість.

Контроль якості виконання робіт має здійснюватися фахівцями або спеціальними службами, оснащеними технічними засобами для забезпечення необхідної якості, надійності та повноти контролю, та подається на відповідного виконавця монтажних робіт.

Кожна балка, що надходить на будівельний майданчик, повинна мати відповідну документацію згідно з технічними умовами та робочими кресленнями. При прийнятті виконаних робіт з монтажу залізобетонних

прогонових будівув слід перевірити відповідність паспортним даним вимогам проекту та нормативної документації на їх виготовлення (ДСТУ Б В.2.6-2). У

документах про якість виконання монтажних робіт, необхідно додатково вказати марку бетону щодо морозостійкості та водонепроникності.

Розміри балок, їх відхилення, ширину розкриття технологічних тріщин, розміри напливів та сколів бетону, якщо вони присутні, слід перевіряти методами, передбаченими ДСТУ-Н Б В. 1.3-1.

Монтаж балок прогонової будови може бути розпочатий тільки після проведення перевірки відміток та розташування в плані підферменників і

тимчасових підмостей для монтажу, а також інструмент виконання робіт з розмітки. Інструментальний контроль під час монтажу балок прогонових

будівель повинен бути систематично від початку до завершення. У процесі монтажу перевіряється правильність положення встановлених балок.

Після встановлення кожної балки виконується геодезична перевірка її положення в плані та перерізі прогонової будови. Після встановлення

залізобетонних балок на опорні елементи для забезпечення геодезичного контролю положення в плані і перерізі прогонової будови складається

кадастрове креслення (креслення), яке реєструється в журналі геодезичних робіт і геодезичного контролю.

Якість виконання суміщених робіт з монтажу різних залізобетонних балок довжиною 24 м для будівництва мосту забезпечується дотриманням

необхідних умов технічної зупинки та технічного контролю за виконанням взаємопов'язаних робіт згідно з вимогами відповідних нормативних

документів.

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Загальна частина

Будівельне виробництво - це складний процес, який об'єднує і виконується певним чином різними учасниками, такими як замовники, проєктувальники, будівельники та постачальники будівельних матеріалів, конструкцій, виробів і технічного обладнання. При будівництві одного об'єкта кількість таких учасників може становити десятки, а іноді й сотні.

За таких умов виробництво кінцевого продукту - готової будівлі або споруди - залежить від послідовності та синхронізації виконання відповідних робіт окремими підрядниками, тобто від рівня організації виробництва.

Організація будівельного виробництва передбачає планування послідовності виконання робіт і кожного процесу з урахуванням певних норм часу на окремі процеси, кількості необхідних робітників та їх розподілу.

4.2 Вихідні дані. Нормативний строк будівництва

Для підготовки програми будівництва необхідні наступні вихідні дані

- запропонований проєкт будівлі або споруди, обсяг робіт, пов'язаних з конструктивними елементами або частинами споруди

- критерії тривалості будівельного процесу або визначені терміни будівництва;

- організаційно-технічні схеми та рішення щодо конструктивних елементів, опор, прорізів, підходи, прийняті в проєкті організації будівництва, технічні карти тощо

- Норми праці та машинного часу, прийняті згідно з відповідними критеріями оцінки елементів будівельних робіт;

- технологічні схеми для конкретних видів будівельних робіт на технічних картах;

- Схеми трудових процесів

4.3 Підрахунок обсягів та трудомісткості робіт

Таблиця 4.1

№ п/п	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5
1	Зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером	м ²	4628	
2	Насування рослинного шару ґрунту бульдозером	м ²	4628	
3	Розробка ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаватором одноковшевим	м ³	2900	
4	Планування площ бульдозерами будівельного майданчика та технологічного проїзду	м ²	3014	
5	Ущільнення ґрунту основи будівельного майданчика та технологічного проїзду	м ³	3014	
6	Заглиблення сталевих труб діаметром до 820 мм, на глибину до 20 м віброзанурювачами	т	2,182	
7	Витягання сталевих труб діаметром до 820 мм, довжиною до 20 м віброзанурювачами	т	2,182	
8	Складання сталевих прогонових конструкцій мостів	т	65,44	
9	Планування площ бульдозерами улаштуванні майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт етапу 1	м ²	1190	
10	Планування площ бульдозерами при улаштуванні майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт для етапу 2 [108 к.с.] за 1 прехід	м ²	1190	
11	Відсіпання ґрунту на 1 етапі для влаштування майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт земляного полотна дороги	м ³	1790	
12	Відсіпання ґрунту на 2 етапі для влаштування майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт	м ³	1790	
13	Кріплення сталевих шпунтової огорожі котлованів під опори мостів	т	217,692	
14	Складання сталевих помостів і пірсів з інвентарних конструкцій при висоті до 12 м	т	16,4	
15	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди	м ³	674	

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
16	Розробка ґрунту вручну в траншеях	м3	33,7	
17	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль	м3	215,76	
18	Установлення арматурних сіток в монолітних фундаментах	т	15,637	
19	Улаштування монолітних ростверків	м3	163,2	
20	Спорудження стояків проміжних опор (круглий переріз)	м3	49,8	
21	Обмазувальна гідроізоляція бітумною мастикою	м2	297,8	
22	Засипка траншей і котлованів бульдозерами	м3	412,1	
23	Перевезення ґрунту до 1 км	т	295,6	
24	Спорудження монолітних ригелів опор	м3	94,1	
25	Улаштування з монолітного залізобетону підферменних площадок	м3	10,7	
26	Установлення опорних частин прогонових будівель з полімерних матеріалів	шт	64	
27	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль	м3	174,2	
28	Установлення арматурних сіток в монолітних фундаментах	т	12,564	
29	Улаштування монолітних фундаментів	м3	116	
30	Спорудження стояків проміжних опор (круглий переріз)	м3	27,6	
31	Спорудження монолітних бетонних насадок	м3	101,7	
32	Улаштування з монолітного залізобетону відкрилків та царових стінок	м3	55,6	
33	Улаштування з монолітного залізобетону підферменних площадок	м3	11,4	
34	Обмазувальна гідроізоляція бітумною мастикою двошарова	м2	628,3	
35	Установлення опорних частин прогонових будівель з полімерних матеріалів	шт	34	
36	Установлення стріловими кранами на опори автодорожніх мостів залізобетонних балкових прогонових конструкцій довжиною до 24 м	шт	36	
37	Фарбування залізобетонних прогонових конструкцій	м2	3419,6	
38	Улаштування опалубки	м2	1417	

Кінець таблиці 4.1

1	2	3	4	5
39	Влаштування з'єднуючого шару між старим та новим бетоном розчином	м ²	569,2	
40	Бетонування перекриттів товщиною понад 20 см у великощитовій опалубці	м ²	524	
41	Улаштування з монолітного залізобетону тротуарних консолей	м ³	97,5	
42	Улаштування тонкошарових покриттів товщиною до 30 мм із дорожніх гарячих органомінеральних сумішей асфальтоукладачем	м ²	1934	
43	Улаштування бар'єрної огорожі із збірних металевих кривоолінійних брусів	м	290	
44	Установлення сталевих зварних поручнів на мостах і шляхопроводах	т	3,20	
45	Улаштування заповненого деформаційного шва спряження прогонових конструкцій мостів на автомобільних дорогах без обрамлення	м шва	131	
46	Укладання перехідних збірно-монолітних плит	м ³	98,5	
47	Улаштування тонкошарових покриттів товщиною до 30 мм із дорожніх гарячих органомінеральних сумішей асфальтоукладачем	м ²	476	
48	Улаштування тротуарів на підходах	м ³	4	
49	Улаштування залізобетонних сходів на укосах	м ³	1,3	
50	Зведення гребель, дамб, насипів способом відсіпання ґрунтів у воду у природні ставки та водойми	м ³	8950	
51	Планування укосів конусів екскаватором з телескопічною стрілою	м ²	613	
52	Встановлення габіонних ящиків з розмірами до 3 м x 1 м x 0,5 м з завантаженням каменем	м ³	764	

4.4 Виробнича база

Для проведення будівельних робіт влаштовується будівельний майданчик на ділянці дороги, що тимчасово перекривається. Споруди, що мають бути розміщені на будівельному майданчику, та їх площі, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Найменування споруди	Необхідна площа, м ²
1. Побутові приміщення	36
2. Виконробська	18
3. Вбиральня	4
4. Склад збірних залізобетонних конструкцій	32
5. Ремонтно-механічна майстерня	32
6. Склад паливно-мастильних матеріалів	30
7. Арматурний двір	32
8. Склад матеріально-технічний неопалювальний	48
9. Теслярський двір	36

Споруди на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»

Площа будівельного майданчика повинна визначатися з урахуванням необхідної площі тимчасових будівель і достатньої ширини проїзду та відстані між тимчасовими будівлями (10-20 м) для забезпечення пожежної безпеки.

Площа санітарно-побутових приміщень визначається за кількістю робітників, які працюють у найбільш часто зустрічаючій зміні об'єкта за уніфікованими нормативними показниками згідно з таблицею 6.1 ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці та безпека життєдіяльності у будівництві. Основи положення". Розрахунок тривалості будівництва передбачає кількість робітників, що працюють протягом періоду будівництва, відповідно до загальної трудомісткості, кількості змін на місяць та тривалості однієї зміни, яка становить 24 чоловіка.

- гардеробна - 11,4 м²;
- душова з переддушовою - 8,7 м²;
- умивальня - 2,5 м²;
- сушильня для одягу та взуття - 2,0 м²;
- приміщення для обігрівання працюючих (захисту від сонячного випромінювання) - 1,3 м²;
- туалет - 1,3 м².

При проведенні будівництва передбачається забезпечення робітників відповідними засобами індивідуального захисту згідно НПА ОП 45.2.3.01-04 "Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві.

4.5 Розрахунок потреби води

Сумарну витрату води на виробничі потреби визначаємо за формулою:

$$Q_1 = K_1 \cdot \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_j}{t_1 \cdot 3600}$$

K_1 – коефіцієнт на невраховані витрати води (дорівнює 1,2);

q_1 – питомі витрати води на виробничі потреби, л;

n_1 – кількість виробничих споживачів в найбільш завантажену зміну;

K_j – коефіцієнт погодинної нерівномірності потреби в воді (дорівнює

1,5);

t_1 – кількість годин у зміні.

Найменування робіт	Кількість	Потреба води	
		Норматив на	Необхідна на
Поливка бетону і залізобетону	1	200 л/год	200 л

Сумарна необхідність води для виробничих потреб:

$$Q_1 = 1,2 \cdot \frac{200 \cdot 1 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,013 \text{ л/с}$$

Сумарна потреба води для господарчих потреб:

НУБІП України

$$Q_2 = K_2 \cdot \frac{q_2 \cdot n_2 \cdot K_2}{t_2 \cdot 3600} + \frac{q_1 \cdot n_1}{t_2}$$

де: q_2 – питомі витрати води на господарчо-побутові потреби, л;

НУБІП України

n_2 – кількість працюючих в найбільш завантажену зміну;

K_2 – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води (дорівнює 1,5);

q_1 – витрати води на приймання душу одним працюючим, л;

НУБІП України

n_1 – кількість працюючих, які користуються душем (40%);

t_2 – тривалість використання душової установки (45 хв);

$$Q_2 = 1,5 \cdot ((15 \cdot 25 \cdot 1,5) \div (8 \cdot 3600)) + (30 \cdot 10) \cdot (45 \cdot 60) = 1,11 \text{ л/с}$$

НУБІП України

Потреба у воді на пожежогащення $Q_3 = 2,5 \text{ л/с}$

Потреба у воді для зовнішнього споживання:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1,013 + 0,111 + 2,5 = 2,62 \text{ л/с}$$

НУБІП України

Забезпечення будівництва водою за рахунок водовозів та з місцевих джерел.

4.6 Розрахунок потреби в електроенергії

Загальну потребу електроенергії для будівельного майданчика на період виконання робіт визначаємо за формулою:

НУБІП України

$$P = 1,1 \div \cos \varphi \cdot (K_1 \cdot P_1 + K_2 \cdot P_2 + K_1 \cdot P_1)$$

де P – загальна потреба потужності, кВА;

1,1 - коефіцієнт, що встановлює втрату потужності в мережах;
 K_1, K_2, K_3, K_4 - коефіцієнт одночасності. Залежно від виду і числа споживачів

P_1 - силова потужність, що споживається будівельними машинами, інструментами, механізмами, кВт;

P_2 - споживча потужність внутрішнього освітлення та опалення приміщень, кВт;

P_3 - споживча потужність для зовнішнього освітлення доріг, проїздів, фронту робіт, кВт;

Розрахунок навантажень для Будмайданчика

Споживачі	Одиниця виміру	Кількість	Встанов. потуж. одиниці, кВт	Загальні потреби, кВт	Коеф. попиту	
I. Силові споживачі						
Електричний молоток з енергією удару 18 Дж	шт.	1	6,27	6,27	0,25	1,57
Компресори пересувні з електродвигуном, тиск 600 кПа (6 ат), продуктивність 0,5 м ³ /хв	шт.	1	3,0	3,0	0,25	0,75
Машины шліфувальні електричні	шт.	1	0,95	0,95	0,25	0,24
Дрилі електричні	шт.	1	0,71	0,71	0,25	0,18
Перфоратори електричні	шт.	1	0,8	0,8	0,25	0,2
Апарат піскоструменевий	шт.	1	4,2	4,2	0,5	2,1
Всього, розділ I:						5,04
II. Освітлення внутрішнє						
Адміністр.-господарські будівлі	м ²	39	0,1	4	0,8	3,2

Закритий склад	м ²	68	0,1	4	0,8	3,2
Всього, розділ II:						6,4
III. Освітлення зовнішнє						
Охоронне освітлення	шт.	10	0,1	1	0,5	0,5
Всього, розділ III:						0,5
					ВСЬОГО	11,94

$$P = 1,1 \div 0,75 \cdot (5,25 + 6,4 + 0,5) = 17,8 \text{ кВА}$$

Електропостачання будівельного майданчику здійснюється з місцевих електромереж та за допомогою пересувної електростанції підрядника.

4.7 Основні інженерні рішення з технології організації робіт

4.7.1 Підготовчі роботи та роботи з розбирання

До початку основних будівельно-монтажних робіт необхідно виконати ряд заходів і завдань, пов'язаних з підготовкою будівельного виробництва.

Підготовка до будівельного виробництва здійснюється відповідно до розділу 6 "Підготовка до будівництва" ДБН А.3.1-5:2016 "Підготовка до будівництва" та згідно з визначеними умовами.

Розробка програми виконання робіт (ПВР) є складовою частиною підготовки до будівництва об'єкта, без ПВР не дозволяється виконання жодних робіт.

Перед початком робіт необхідно визначити точне розташування всіх інженерних комунікацій і закріпити їх на місцевості, а небезпечні робочі зони огородити і промаркувати.

Для роботи котельні та крана на будівельно-монтажному майданчику на шар щебеню товщиною 0,15 м була покладена збірна бетонна дорожня плита розміром 6,0 x 2,0 x 0,14 м.

Електропостачання здійснювалося за допомогою мобільної електростанції.

Бетон подавався за допомогою бетономішалки.

Будівельні роботи на об'єкті буде здійснювати спеціалізована команда, яка виконуватиме всі роботи на об'єкті відповідно до затвердженого плану будівництва, підготовленого на основі завдань та креслень.

4.7.2 Опори

Проектним рішенням передбачено влаштування фундаментів на забивних палях перерізом 0,35 x 0,35 м. Три ряди палей будуть розміщені на проміжних опорах і два ряди на кінцевих опорах.

Палі забиваються з будівельного майданчика за допомогою дизельного молота до проектної висоти і розрахункового положення зламу палей.

У верхній частині палей опори з'єднуються монолітними ґратами. Для зведення монолітної решітки проміжних опор забиваються тимчасові острівці.

Монолітна решітка розміщується в котловані, влаштованому всередині шпунтової ободонки. Опалубка будується з використанням дерев'яної опалубки. На дно решітки укладається шар монолітного бетонного підготовчого шару В7.5 товщиною 0,60 м для центральної опорної решітки і шар товщиною 0,20 м для зовнішньої опорної решітки.

Монолітна решітка підтримується круглими стояками, верхня частина яких з'єднана монолітним ригелем (проміжна опора) і монолітною насадкою (кінцева опора). Для монтажу стояка і ригеля використовуються полегшені трубчасті риштування. Стояк, ригель і насадку розміщують на дерев'яній формі.

На ригель (насадку) встановлюється підрамник з гумовими та металевими опорними елементами. Зверху крайніх опор бетонується платформа для підтримки перехідних плит і стінок kabіни з посиленими поворотними опорами для установки деформаційних швів.

Механічні земляні роботи будуть виконуватися за допомогою екскаваторів-екскаваторів з об'ємом ковша 0,5 і 1,0 кубічних метрів. Арматуру

подаватиме автокран КС-55713-1К-4 вантажопідйомністю 25 тонн, а бетон подаватиметься в конструкцію бетононасосом.

Бетононасоси. Бетон транспортується з бетонного заводу на будівельний майданчик автобетонозмішувачами. На місці бетон ущільнюється вібраторами.

Там, де температура навколишнього середовища низька, використовуються теплозберігаючі покриття форми з підігрівом, електронагрівачі або інші засоби.

На всі бетонні поверхні рихтувань, що контактують із землею, наносять два шари бітумно-мастичного гідроізоляційного матеріалу. У світлий час доби всі поверхні рихтувань повинні бути покриті захисно-декоративними покриттями.

4.7.23 Прогонова будова та монолітна плита

Прогонова будова мосту запроектована як збірно-монолітна, балочна, температурно-камерна конструкція, що складається із залізобетонних двотаврових балок, які доставляються на будівельний майданчик автотранспортом.

Монтаж збірних залізобетонних балок 2-3 прогонових будов виконується двома кранами, вантажопідйомністю 90 тонн кожен. Крани встановлюються на монтажному майданчику. Балки доставляються спеціальним автотранспортом. Для кінцевих балок використовується кран вантажопідйомністю 120 тонн.

Монтаж прогонових балок необхідно виконувати згідно з ПВР та відповідно до вимог будівельних норм і правил, ДБН А.3.1-5, ДБН В.2.3-4, ДСТУ-Н Б В.2.3-34 та технологічних карт.

Прогонові будівельні балки, встановлені на тимчасових опорах, перед зняттям підвіски закріплюють від перекидання металевими стійками і розп'ярками.

Елементи, що монтуються, маркуються із зазначенням номера монтажно-марки і ваги, центру ваги елемента, точки підвішування, контрольної осі і нивелірних марок.

Кронштейни монолітних перекриттів бетонуються в опалубці з використанням допоміжного обладнання, що не має запасів.

4.7.4 Комплекс мостового полотна

Міцність бетону плити повинна становити не менше 70% від проектно-міцності, а вологість не повинна перевищувати 4%. Монолітна пішохідна доріжка та цоколь з монолітного бетону класу В30 F300 W12 будуть укладені в підвісну опалубку, на якій буде розміщено захисний бар'єр та огороження.

Після завершення монолітного пішохідного переходу продовжуються роботи з підготовки бетонної поверхні до укладання тонкошарового покриття проїжджої частини та пішохідного переходу. Бетонна поверхня повинна бути сухою, очищеною від масел, жирів, частинок, що відшаровуються, цементного молока, сипучих матеріалів і бруду. Поверхня повинна бути підготовлена відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-186. Не наносити на забруднені поверхні.

За необхідності видалити з бетонної поверхні неміцні основи та цементне молоко відповідним механічним способом (абразивним або абразивоструменевим) перед виконанням робіт. При необхідності відшліфувати і вирівняти бетонну поверхню шліфувальною машиною. Після того, як бетонна поверхня була механічно очищена і відшліфована до потрібної форми, пил, що утворився, видаляється з поверхні за допомогою промислового пылососа або ретельно обробляється стисненим повітрям. Стиснене повітря для абразивного очищення повинно подаватися

компресором з тиском на соплі не менше 7 бар. Тонкошарові гідроізоляційні покриття проїжджої частини та пішохідних доріжок необхідно наносити відповідно до вимог технічної карти виробника.

Водовідведення з проїжджої частини мостів здійснюється через поперечні та поздовжні ухили за допомогою водовідвідних елементів, тобто

лотків. Труби водовідвідних сходів замикаються на водовідвідний колектор, звідки вода відводиться в сепаратор за межами мосту.

Всі видимі фасадні поверхні прогонової будови, монолітні плити та монолітні пішохідні доріжки пофарбовані для захисту та декорування.

4.7.5 Сполучення з підходами

Засипка за конусами і пілонами заповнюється дренажним ґрунтом (піском) з коефіцієнтом фільтрації не менше 2 м/добу і кутом внутрішнього тертя 35°. Ґрунт ущільнюється пошарово.

Міст з'єднаний з насипом надземного підходу перехідною плитою довжиною 6,0 м і монолітною проміжною плитою довжиною 4,0 м.

Схили опорного конуса укріплені монолітним бетоном товщиною 0,12 м на шарі щебеню товщиною 0,1 м.

Струменева гребля армується габійною конструкцією по шару геотекстилю.

Під час будівництва необхідно вжити заходів для запобігання потраплянню будівельної суміші або її компонентів, будівельного сміття, будівельного пилу та стічних вод у навколишнє середовище, особливо у поверхневі води.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

НУБІП України

Будівельний процес та технології спрямовані на покращення та зменшення витрат будівництва, для підрахунку фінансових затрат використовують кошторис. Дана категорія – це одна з найважливіших економічних категорій в будівництві, вона виступає основним показником для визначення лімітних коштів на будівництво. Договори, фінансування будівництва та укладання договорів підряду між замовником і генеральною буд. Організацією. Для обчислення базисних та розрахункових витрат кошторисної вартості будівництва підприємств, споруд і будівель складається кошторисна документація, до переліку якої входить:

НУБІП України

1. Локальні кошториси і локальні ресурсні кошториси.

2. Локальні кошторисні розрахунки.

3. Об'єктні кошториси і об'єктні ресурсні кошториси.

НУБІП України

4. Об'єктні кошторисні розрахунки.

5. Зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва і зведені ресурсні кошториси.

6. Зведення витрат.

НУБІП України

7. Відомість розрахункової кошторисної вартості будівництва об'єктів, що входять у пусковий комплекс.

Для проектування центру продажу автомобілів було сформоване економічне обґрунтування проектування, розроблено локальний кошторис на будівельні роботи, об'єктний кошторис на будівлю автосалону, відомість трудомісткості і заробітної плати та зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва, які наведені в таблицях нижче.

НУБІП України

Дану кошторисну документацію було розроблено і отримано за допомогою програмного комплексу АВК-5 (3.7.1).

НУБІП України

1

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 5-1-1
на Міст
Міст**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

3405,301 тис. грн.
46,262 тис.люд.-год.
1015,081 тис. грн.
3,9 розряд

Складений в поточних цінах станом на "5 жовтня" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.		
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин		
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
				на одиницю	всього							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Розділ 1. Рекультивация ґрунту												
1	CA1-3-5-1	Зрізання рослинного шару ґрунту бульдозером CAT-D5H, I група ґрунту	1000 м2	4,628	<u>149,85</u> -	<u>149,85</u> 28,22	694	-	<u>694</u> 131	- 1,2768	- 5,91	
2	CA1-3-5-1	Насування рослинного шару ґрунту бульдозером CAT-D5H, I група ґрунту	1000 м2	4,628	<u>149,85</u> -	<u>149,85</u> 28,22	694	-	<u>694</u> 131	- 1,2768	- 5,91	
Разом прямі витрати по розділу 1							1388	-	<u>1388</u> 262		- 11,82	
Разом будівельні роботи, грн.							1388					
в тому числі:												
всього заробітна плата, грн.							262					
Загальновиробничі витрати, грн.							209					
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							1,56					
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							50					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього будівельні роботи, грн.					1597				

		Всього по розділу 1					1597				
		Розділ 2. Тимчасові споруди									
3	ДЕ1-1-1	Розробка ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаватором одноковшевим New Holland E 485 з ковшем місткістю 2,6 м3, ґрунт I групи	1000 м3	2,9	<u>3649,09</u> -	<u>3649,09</u> 729,48	10582	-	<u>10582</u> 2115	<u>-</u> 33,8703	<u>-</u> 98,22
4	E1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт будівельного майданчика та технологічного проїзду [108 к.с.] за 1 прохід	1000м2	3,014	<u>55,60</u> -	<u>55,60</u> 11,20	168	-	<u>168</u> 34	<u>-</u> 0,5148	<u>-</u> 1,55
5	ДЕ1-17-1	Ущільнення ґрунту основи будівельного майданчика та технологічного проїзду котком самохідним вібраційним ґрунтовим DYNAPAC CA600PD [на 1 прохід по одному сліду] товщина шару 15 см	1000 м3	3,014	<u>274,97</u> -	<u>274,97</u> 56,47	829	-	<u>829</u> 170	<u>-</u> 2,4806	<u>-</u> 7,48
		Разом прямі витрати по розділу 2					11579	-	<u>11579</u> 2319		<u>-</u> 107,25
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					11579 2319 1649 10,51 340 13228				

		Всього по розділу 2					13228				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 3. Тимчасовий міст									
6	EM1-1-3	Заглиблення сталевих труб діаметром до 820 мм, на глибину до 20 м віброзанурювачами Muller MS-25H3/MS-A260V	1 т	2,182	<u>405,69</u> 51,36	<u>353,30</u> 64,56	885	112	<u>771</u> 141	<u>2,52</u> 3,018	<u>5,5</u> 6,59
7	EM1-2-3	Витягання сталевих труб діаметром до 820 мм, довжиною до 20 м віброзанурювачами Muller MS-25H3/MS-A260V	1 т	2,182	<u>184,18</u> 19,54	<u>163,85</u> 27,50	402	43	<u>358</u> 60	<u>0,97</u> 1,2818	<u>2,12</u> 2,8
8	E30-43-1	Складання сталевих прогонових конструкцій мостів навісним і напівнавісним способом, розрахунковий прогін до 66 м	т	65,44	<u>2959,13</u> 1040,93	<u>1183,29</u> 313,23	193645	68118	<u>77434</u> 20498	<u>49,17</u> 16,4387	<u>3217,68</u> 1075,75
		Разом прями витрати по розділу 3					194932	68273	<u>78563</u> 20699		<u>3225,3</u> 1085,14
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					194932 48096 88972 62613 379,86 12281 257545				
		----- Всього по розділу 3					257545				
		Розділ 4. Складні допоміжні споруди									
9	E1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт при улаштуванні майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт для етапу 1[108 к.с.] за 1 прохід	1000м2	1,19	<u>55,60</u> -	<u>55,60</u> 11,20	66	-	<u>66</u> 13	<u>-</u> 0,5148	<u>-</u> 0,61

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
10	E1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт ри улаштуванні майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт для етапу 2 [108 к.с.] за 1 прохід	1000м2	1,19	<u>55,60</u> -	<u>55,60</u> 11,20	66	-	<u>66</u> 13	- 0,5148	- 0,61			
11	E1-27-4	Відсипання ґрунту на 1 етапі для влаштування майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт (відсипання і розбирання з наступним використанням на 2 етапі) з існуючого ґрунту виїмки від влаштування земляного полотна дороги	1000м3	1,79	<u>1301,57</u> -	<u>1301,57</u> 262,30	2330	-	<u>2330</u> 470	- 12,0516	- 21,57			
12	E1-27-4	Відсипання ґрунту на 2 етапі для влаштування майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт (відсипання і розбирання з наступним вивезенням на 1 км у насип земляного полотна) з існуючого ґрунту від розбирання майданчиків для виконання будівельно-монтажних робіт 1 етапу	1000м3	1,79	<u>1301,57</u> -	<u>1301,57</u> 262,30	2330	-	<u>2330</u> 470	- 12,0516	- 21,57			
13	E5-14-2	Кріплення стальної шпунтової огорожі котлованів під опори мостів	т	217,692	<u>3405,44</u> 752,50	<u>240,96</u> 51,49	741337	163813	<u>52455</u> 11209	<u>35</u> 2,5695	<u>7619,22</u> 559,36			
14	E30-88-1	Складання сталених помостів і пірсів з інвентарних конструкцій при висоті до 12 м	т	16,4	<u>2029,63</u> 1090,98	<u>285,22</u> 72,84	33286	17892	<u>4678</u> 1195	<u>52,3</u> 3,5203	<u>857,72</u> 57,73			
		Разом прямі витрати по розділу 4					779415	181705	<u>61925</u> 13370		<u>8476,94</u> 661,45			
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					779415		535785	195075	151413	1066,33	34473	930828

		Всього по розділу 4					930828							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 5. Улаштування проміжних опор									
15	E1-16-13	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1,25 [1, 25-1,5] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,674	<u>4801,77</u> 122,19	<u>4669,50</u> 1030,13	3236	82	<u>3147</u> 694	<u>7,26</u> 51,9396	<u>4,89</u> 35,01
16	E1-163-2	Розробка ґрунту вручну в траншеях шириною понад 2 м і котлованах площею перерізу до 5 м2 з кріпленнями при глибині траншей і котлованів до 2 м, група ґрунтів 2	100м3	0,337	<u>7058,50</u> 7058,50	- -	2379	2379	- -	<u>396,1</u> -	<u>133,49</u> -
17	E5-2-8	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль довжиною до 16 м у ґрунти групи 2	м3	215,76	<u>923,12</u> 93,04	<u>782,50</u> 73,42	199172	20074	<u>168832</u> 15841	<u>4,51</u> 3,5518	<u>973,08</u> 766,34
18	E30-8-1	Установлення арматурних сіток в монолітних фундаментах	т	15,637	<u>1653,86</u> 1608,38	- -	25861	25150	- -	<u>79,86</u> -	<u>1248,77</u> -
19	E30-7-1	Улаштування монолітних ростверків	100м3	1,632	<u>30809,34</u> 8680,07	<u>12896,24</u> 3027,67	50281	14166	<u>21047</u> 4941	<u>420,75</u> 143,22	<u>686,66</u> 233,74
20	E30-11-1	Спорудження стояків проміжних опор (круглий переріз) при подаванні бетону на суші без облицювання	100м3	0,498	<u>57039,68</u> 13567,67	<u>26815,25</u> 6728,49	28406	6757	<u>13354</u> 3351	<u>681,45</u> 321,1374	<u>339,36</u> 159,93
21	E30-78-3	Обмазувальна гідроізоляція бітумною мастикою двошарова	100м2	2,978	<u>7015,91</u> 1987,42	<u>293,13</u> 76,82	20893	5919	<u>873</u> 229	<u>99,82</u> 4,7096	<u>297,26</u> 14,03
22	E1-27-4	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,4121	<u>1301,57</u> -	<u>1301,57</u> 262,30	536	-	<u>536</u> 108	<u>-</u> 12,0516	<u>-</u> 4,97
23	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	295,6	<u>6,02</u> -	<u>6,02</u> 0,78	1780	-	<u>1780</u> 231	<u>-</u> 0,048	<u>-</u> 14,19
24	E30-11-1	Спорудження монолітних ринелів опор	100м3	0,941	<u>57039,68</u> 13567,67	<u>26815,25</u> 6728,49	53674	12767	<u>25233</u> 6332	<u>681,45</u> 321,1374	<u>641,24</u> 302,19
25	E30-13-1	Улаштування з монолітного залізобетону підферментних площадок і прокладних рядів на суші	100м3	0,107	<u>40683,72</u> 17811,02	<u>15940,58</u> 3589,44	4353	1906	<u>1706</u> 384	<u>805,2</u> 171,7811	<u>86,16</u> 18,38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	E30-18-1	Установлення опорних частин прогонових будівель з полімерних матеріалів, гуми і фторопласту	шт	64	<u>31,97</u> 20,01	- -	2046	1281	- -	<u>0,97</u> -	<u>62,08</u> -
		Разом прямі витрати по розділу 5					392617	90481	<u>236508</u> 32111		<u>4472,99</u> 1548,78
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					392617 65628 122592 107967 824,71 26661 500584				
		----- Всього по розділу 5					500584				
		Розділ 6. Улаштування крайніх опор									
27	E5-2-8	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль довжиною до 16 м у ґрунти групи 2	м3	174,2	<u>923,12</u> 93,04	<u>782,50</u> 73,42	160808	16208	<u>136312</u> 12790	<u>4,51</u> 3,5518	<u>785,64</u> 618,72
28	E30-8-1	Установлення арматурних сіток в монолітних фундаментах	т	12,561	<u>1653,86</u> 1608,38	- -	20774	20203	- -	<u>79,86</u> -	<u>1003,12</u> -
29	E30-7-1	Улаштування монолітних фундаментів	100м3	1,16	<u>30809,34</u> 8680,07	<u>12896,24</u> 3027,67	35739	10069	<u>14960</u> 3512	<u>420,75</u> 143,22	<u>488,07</u> 166,14
30	E30-11-1	Спорудження стояків проміжних опор (круглий переріз) при подаванні бетону на суші без облицювання	100м3	0,276	<u>57039,68</u> 13567,67	<u>26815,25</u> 6728,49	15743	3745	<u>7401</u> 1857	<u>681,45</u> 321,1374	<u>188,08</u> 88,63
31	E30-11-1	Спорудження монолітних бетонних насадок при подаванні бетону на суші без облицювання	100м3	1,017	<u>57039,68</u> 13567,67	<u>26815,25</u> 6728,49	58009	13798	<u>27271</u> 6843	<u>681,45</u> 321,1374	<u>693,03</u> 326,6
32	E30-13-3	Улаштування з монолітного залізобетону відкрилків та шафових стінок	100м3	0,556	<u>79788,78</u> 34746,10	<u>20724,24</u> 4714,07	44363	19319	<u>11523</u> 2621	<u>1570,8</u> 233,9633	<u>873,36</u> 130,08

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	E30-13-1	Улаштування з монолітного залізобетону підферментних площадок і прокладних рядів на суші	100м3	0,114	<u>40683,72</u> 17811,02	<u>15940,58</u> 3589,44	4638	2030	<u>1817</u> 409	<u>805,2</u> 171,7811	<u>91,79</u> 19,58
34	E30-78-3	Обмазувальна гідроізоляція бітумною мастикою двошарова	100м2	6,283	<u>7015,91</u> 1987,42	<u>293,13</u> 76,82	44081	12487	<u>1842</u> 483	<u>99,82</u> 4,7096	<u>627,17</u> 29,59
35	E30-18-1	Установлення опорних частин прогонових будівель з полімерних матеріалів, гуми і фторопласту	шт	34	<u>31,97</u> 20,01	- -	1087	680	- -	<u>0,97</u> -	<u>32,98</u> -
		Разом прямі витрати по розділу 6					385242	98539	<u>201126</u> 28515		<u>4783,24</u> 1379,34
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					385242 85577 127054 112786 863,23 27909 498028				
		Всього по розділу 6					498028				
		Розділ 7. Встановлення балок прогонової будови									
36	E30-23-8	Установлення стріловими кранами на опори автодорожніх мостів залізобетонних балкових прогонових конструкцій довжиною до 24 м	шт	48	<u>4315,41</u> 722,80	<u>2169,59</u> 582,12	207140	34694	<u>104140</u> 27942	<u>34,65</u> 24,9865	<u>1663,2</u> 1199,35
37	E30-83-1	Фарбування залізобетонних прогонових конструкцій мостів перхлорвініловими фарбами	100м2	34,196	<u>1244,12</u> 588,86	<u>100,86</u> 27,31	42544	20137	<u>3449</u> 934	<u>26,23</u> 1,6665	<u>896,96</u> 56,99
		Разом прямі витрати по розділу 7					249684	54831	<u>107589</u> 28876		<u>2560,16</u> 1256,34
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					249684				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					87264 83707 73925 557,21 18015 323609					

		Всього по розділу 7					323609					
		Розділ 8. Мостове полотно										
38	E6-8-1	Улаштування опалубки [знизу] і підтримуючих її конструкцій для високих ростверків	100м2	14,17	<u>4719,66</u> 2336,36	<u>193,31</u> 51,80	66878	33106	<u>2739</u> 734	<u>127,6</u> 2,6745	<u>1808,09</u> 37,9	
39	MP1-1-1	Влаштування з'єднуючого шару між старим та новим бетоном розчином Inducret-BIS 0/2 [Asocret KS/НВ]	100 м2	5,692	<u>1826,09</u> 1487,22	<u>278,69</u> 73,03	10394	8465	<u>1586</u> 416	<u>72,09</u> 4,4776	<u>410,34</u> 25,49	
40	E6-54-4	Бетонування перекриттів товщиною понад 20 см у великощитовій опалубці	м2	524	<u>9,14</u> 5,91	<u>2,76</u> 0,86	4789	3097	<u>1446</u> 451	<u>0,32</u> 0,0459	<u>167,68</u> 24,05	
41	E30-13-4	Улаштування з монолітного залізобетону тротуарних консолей	100м3	0,975	<u>107690,51</u> 52593,62	<u>37315,66</u> 9276,17	104998	51279	<u>36383</u> 9044	<u>2377,65</u> 452,2346	<u>2318,21</u> 440,93	
42	ШД2-27-1	Улаштування тонкошарових покриттів товщиною до 30 мм із дорожніх гарячих органімінеральних сумішей асфальтоукладачем	100 м2	19,34	<u>575,59</u> 54,26	<u>245,35</u> 74,87	11132	1049	<u>4745</u> 1448	<u>2,9</u> 3,5185	<u>56,09</u> 68,05	
43	ШД3-25-1	Улаштування бар'єрної огорожі із збірних металевих криволінійних брусів	100 м	2,9	<u>25953,90</u> 982,61	<u>1788,03</u> 421,10	75266	2850	<u>5185</u> 1221	<u>54,65</u> 19,6244	<u>158,49</u> 56,91	
44	E30-73-1	Установлення сталевих зварних поручнів на мостах і шляхопроводах	т	3,2	<u>1898,97</u> 1086,23	<u>26,68</u> 8,04	6077	3476	<u>85</u> 26	<u>51,31</u> 0,4814	<u>164,19</u> 1,54	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	E30-80-1	Улаштування заповненого деформаційного шва спряження прогонових конструкцій мостів на автомобільних дорогах без обрамлення	100м шва	1,31	<u>105709,48</u> 7454,65	<u>1218,17</u> 170,32	138479	9766	<u>1596</u> 223	<u>361,35</u> 10,516	<u>473,37</u> 13,78
		Разом прямі витрати по розділу 8					418013	113088	<u>53765</u> 13563		<u>5556,46</u> 668,65
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					418013 251160 126651 109482 830,18 26841 527495				
		----- Всього по розділу 8					527495				
		Розділ 9. Сполучення мосту з насипом									
46	E30-35-2	Укладання перехідних збірно-монолітних плит довжиною до 7 м для сполучення автодорожніх мостів і шляхопроводів із насипом	м3	98,5	<u>648,34</u> 147,55	<u>112,84</u> 28,00	63861	14534	<u>11115</u> 2758	<u>7,24</u> 1,4005	<u>713,14</u> 137,95
47	ШД2-27-1	Улаштування тонкошарових покриттів товщиною до 30 мм із дорожніх гарячих органомінеральних сумішей асфальтоукладачем	100 м2	4,76	<u>575,59</u> 54,26	<u>245,35</u> 74,87	2740	258	<u>1168</u> 356	<u>2,9</u> 3,5185	<u>13,8</u> 16,75
48	E30-39-1	Улаштування тротуарів на підходах	100м3	0,04	<u>70670,15</u> 26950,08	<u>11642,03</u> 3160,66	2827	1078	<u>466</u> 126	<u>1291,95</u> 169,5679	<u>51,68</u> 6,78
49	E30-76-1	Улаштування залізобетонних сходів на укосах при висоті насипу або глибині виїмки до 5 м, ширина сходових маршів до 1 м	м3	1,3	<u>1554,25</u> 460,59	<u>931,30</u> 246,34	2021	599	<u>1211</u> 320	<u>22,6</u> 12,9154	<u>29,38</u> 16,79
		Разом прямі витрати по розділу 9					71449	16469	<u>13960</u> 3560		<u>808</u> 178,27
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:					71449				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					41020 20029 18406 143,57 4641 89855					

		Всього по розділу 9					89855					
		Розділ 10. Укріплення конусів										
50	E36-4-1	Зведення гребель, дамб, насипів способом відсіпання ґрунтів у воду у природні ставки та водойми	1000м3	8,95	<u>3036,80</u> 522,07	<u>2514,73</u> 477,42	27179	4673	<u>22506</u> 4273	<u>31,02</u> 23,2845	<u>277,63</u> 208,4	
51	E1-88-1	Планування укосів конусів екскаватором з телескопічною стрілою	1000м2	0,613	<u>3579,74</u> 152,48	<u>3427,26</u> 759,95	2194	93	<u>2101</u> 466	<u>9,06</u> 36,499	<u>5,55</u> 22,37	
52	ДА4-19-2	Встановлення габійних ящиків з розмірами до 3 м х 1 м х 0,5 м з завантаженням каменем	1 м3	764	<u>133,30</u> 63,80	- -	101841	48743	- -	<u>3,41</u> -	<u>2605,24</u> -	
53	ДА10-6-52-1	Укріплення конусів мостів монолітним бетоном	м2	713	<u>87,57</u> 29,94	- -	62437	21347	- -	<u>1,6</u> -	<u>1140,8</u> -	
		Разом прямі витрати по розділу 10					193651	74856	<u>24607</u> 4739		<u>4029,22</u> 230,77	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					193651 94188 79595 68883 544,85 17614 262534					

		Всього по розділу 10					262534					

1	2	3	4	
		<p>Разом прямі витрати по кошторису</p> <p>Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.</p> <p>-----</p> <p>Всього по кошторису</p>		
		<p>Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.</p>		

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

5	6	7	8	9	10	11	12
			2697970	698242	<u>791010</u>		<u>33912,31</u>
			2697970		148014		7127,81
			1208718				
			846256				
			707331				
			5222,01				
			168825				
			3405301				
			3405301				
			46262				
			1015081				

_ Волошко Ю.С.

_ 1

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Правила безпеки і охорона праці

Усі конструктивні рішення і технологічні прийоми їх виконання розроблені відповідно до чинних норм та інструкцій. При виконанні робіт необхідно керуватися вимогами ДБН/ А.3.2- 2-2009 "Система стандартів безпеки праці, охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення", НПАОП 63.21 -1.01-09 „Правила охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг”, НПАОП 45.21 - 1.03-98 „Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва мостів”, НАПБ/ А.01.001 -2014 “Правила пожежної безпеки в Україні”, ДБН В.2.3-20:2008 «Споруди транспорту. Мости та труби. Виконання та приймання робіт», Постановою Кабінету Міністрів України від 15. 10. 2003 р. №1631 „Про затвердження Порядку видачі дозволів Державним комітетом з нагляду за охороною праці та його територіальними органами”, СОУ 45 2-00018112-006:2006 „Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг” та іншими галузевими інструкціями, вказівками, рекомендаціями з безпечного ведення робіт та охороні праці людям, що працюють на будівництві. Ці заходи повинні бути детально розроблені в проекті виконання робіт підрядної організації.

Підрядна організація повинна мати дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки (відповідно з переліком додатків 1 і 2 Постанови Кабінету Міністрів України від 15.10.2003 р. за №1631):

– управління тракторами і самохідним технологічним устаткуванням;

– управління, завантаження та обслуговування змішувальних, затиральних, обрізних,

– в'язальних механізмів;

вантажно-розвантажувальні роботи за допомогою машин і механізмів;
розвантаження, складання і зберігання сипких матеріалів

(насіпом і в тарі);

– такелажні та стропильні роботи;

застосування лако-фарбових покриттів, ґрунтовок та шпатлювок на основі нітрофарб.

– полімерних композицій (поліхлорвінілових, епоксидних тощо);

– роботи з нанесення антикорозійного ізоляційного покриття;

зварювальні, напилувальні роботи;
контроль за зварними з'єднаннями;
роботи в діючих електроустановках;

– роботи на висоті, у тому числі з риштувань.

Перед початком робіт в умовах інтенсивного руху відповідальному виконавцю робіт видається наряд-допуск на проведення робіт підвищеної небезпеки згідно з вимогами ДБН А.3.2-2-2009.

Перед початком роботи перевірте розташування всіх установок в робочій зоні.

Металеві частини електрообладнання повинні бути заземлені. Неізольовані частини електроустановок повинні бути надійно захищені від випадкового дотику. Захисні кожухи повинні бути виготовлені з вогнестійких і діелектричних матеріалів.

Машини і механізми повинні експлуатуватися відповідно до технічних паспортів та інструкцій з експлуатації заводу-виробника.

Перед початком роботи машину і механізм необхідно оглянути і перевірити технічний стан. Забороняється проводити ремонтні роботи під час роботи машини або механізму. Забороняється працювати на несправних машинах.

На всіх робочих місцях повинні бути вивішені знаки та інструкції щодо захисту працівників.

Всі небезпечні зони повинні бути огорожені захисними огороженнями, а місця зберігання матеріалів - сигнальними огороженнями відповідно до ДБН А.3.2-2-2009.

Виготовлення, монтаж і демонтаж спеціальних допоміжних конструкцій та обладнання повинні здійснюватися відповідно до робочої документації.

Робочі місця, проходи, сходові марші і сходи, що ведуть до них, висотою понад 1,3 м і відстанню від краю падіння менше 2 м повинні бути огорожені тимчасовими огороженнями відповідно до вимог ГОСТ 12.4.059-89. У

випадках, коли огороження встановити неможливо, роботи на висоті виконуються із застосуванням запобіжних поясів відповідно до ГОСТ 12.4.089-86.

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" всі працівники проходять інструктаж (навчання) і перевірку знань з питань охорони праці під час прийняття на роботу і на робочому місці відповідно до Типового положення, затвердженого постановою Наглядового комітету з нагляду за охороною праці України № 15 від 26 січня 2005 року.

Нічне освітлення будівельних майданчиків, цехів, коридорів, доріг і складів повинно відповідати наступним вимогам.

6.2 Техніка безпеки при навантаженні, розвантаженні і перевезенні вантажів будівельного призначення.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт і транспортуванні вантажів необхідно дотримуватися Державних правил експлуатації вантажно-розвантажувальних машин і механізмів, Правил безпеки дорожнього руху і правил, зазначених у цих правилах.

До виконання вантажно-розвантажувальних робіт допускаються працівники, які досягли 18-річного віку, пройшли спеціальне навчання, склали іспит і отримали посвідчення на право самостійної роботи.

При завантаженні насипного вантажу в кузов транспортного засобу його не можна перевантажувати через борти кузова (стандартні або подовжені), а

вантаж повинен бути рівномірно розподілений по всій площі кузова транспортного засобу.

Насипні вантажі, які виходять за межі кузова, повинні бути закріплені за допомогою габаритних і доступних засобів.

Ящики, діжки та інші сипучі вантажі повинні бути надійно укладені так, щоб вони не переміщалися по підлозі кузова під час руху, гальмування або різкого повороту транспортного засобу. Проміжки між сусідніми вантажами повинні бути заповнені і закріплені міцними дерев'яними прокладками.

Забороняється

- Перевозити вантажі, кінці яких виступають за бічні габарити автомобіля;
- Закривати водійські двері вантажем;
- перевозити довгі вантажі на стояках.

При завантаженні довгомірних вантажів (наприклад, труб, рейок, колод) на причіп з висувним кузовом необхідно залишати зазор між огорожею за сидінням водія і краєм вантажу, щоб запобігти зачепленню вантажу за огорожу під час повороту. Закріпіть вантаж так, щоб він не зміщувався вперед при гальмуванні або під час руху під гору.

При перевезенні вантажів, що перевищують ширину платформи автомобіля, виліт вантажу повинен бути однаковим з обох боків.

Контейнери, що використовуються для перевезення небезпечних вантажів, повинні відповідати спеціальним вимогам безпеки для перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом.

Контейнери повинні бути опломбовані незалежно від типу небезпечного вантажу, що міститься в них.

Всі вантажні приміщення, що містять небезпечні вантажі, повинні бути позначені знаками, що вказують на тип небезпечного вантажу, верхню межу вантажу і наявність крихких або чутливих контейнерів, таких як скляна тара.

У кузовах транспортних засобів дозволяється перевозити контейнери, що не перевищують визначений розмір по висоті 3,8 м.

Перевезення небезпечних або негабаритних вантажів повинно бути дозволено Державним автоінспектором, якщо висота вантажу від поверхні дороги перевищує 3,8 м, ширина - 2,5 м, а довжина - 20 м (для автопоїздів з двома або більше причепами), або якщо вантаж виступає з задньої частини транспортного засобу більш ніж на 2 м.

6.3. Монтажні роботи

При виконанні робіт з монтажу будівельних конструкцій, виробів, трубопроводів та обладнання (далі - монтажні роботи) повинні бути вжиті заходи, що запобігають впливу на працівників наступних небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з характером виконуваних робіт:

- Близькість робочої зони до перепаду висот понад 1,3 м;
- Конструктивні особливості та передача навантаження.
- Обвалення незакріплених конструктивних елементів будівель і споруд;
- Падіння матеріалів та інструментів зверху;
- Робота в зонах з повітряними лініями електропередач;
- Підйом вантажів, що перевищують вантажопідйомність конструкції;
- Недостатня жорсткість конструкції, що може призвести до її руйнування під час монтажу;
- Перекидання машини; падіння деталей;
- Робота без засобів індивідуального захисту.
- Недостатнє освітлення;
- підвищена напруга в електромережі

Під час зведення будівлі або споруди забороняється виконувати роботи на поверхнях (шарах), розташованих вище поверху, на якому транспортуються, встановлюються або тимчасово закріплюються збірні елементи або обладнання, у зв'язку з перебуванням на цій же площі людей.

6.4. Електрозварювальні роботи

До виконання зварювальних робіт і робіт із спалювання газу допускаються особи, які пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань вимог безпеки та мають кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III і відповідне посвідчення.

До зварювальних робіт на висоті не менше 5 м допускаються зварювальники, які пройшли спеціальний медичний огляд, мають стаж роботи на висоті не менше одного року та кваліфікаційний розряд зварювальника не нижче III.

Під час зварювання в статичних і рухомих умовах необхідно використовувати механізоване обладнання з внутрішньою місцевою витяжною вентиляцією.

Зварювання відкритим вогнем, різання і нагрівання апаратів, ємностей або трубопроводів, що містять рідини або гази під високим тиском, заповнені легкозаймистими або токсичними речовинами або пов'язані з електроустаткуванням, забороняється без узгодження з організацією підприємства і заходів щодо забезпечення безпеки праці та без наряду-допуску на виконання робіт.

Забороняється герметизувати і зварювати (розрізати) ємності з легкозаймистими і горючими рідинами без відповідної обробки (миття, очищення, сушіння) до видалення слідів цих рідин і подальшого контролю повітряного середовища всередині ємності.

Герметизація і зварювання таких ємностей повинна проводитися з використанням нейтрального газу, який заповнюється і подається під час паяння або зварювання, і з постійно відкритою пробкою (кришкою).

Одночасне електрозварювання і спалювання газу в герметичних ємностях забороняється.

При виконанні газозварювальних робіт в резервуарах, колодязях або інших закритих ємностях не можна користуватися бензиновими відсікачами.

Зварювальні роботи на відкритому повітрі необхідно припинити під час дощу та снігопаду.

6.5. Виконання робіт на висоті

Для створення безпечних умов виконання робіт на висоті необхідно

- забезпечення наявності, стійкості та стабільності огорожень, риштувань, настилів, сходів тощо

- забезпечення працівників необхідними засобами захисту та використання їх за призначенням

- Повністю виконувати організаційні та технічні заходи, зазначені в цьому Регламенті;

- Використовувати технічно справні машини, механізми та обладнання з необхідною технічною документацією;

- Забезпечити належне освітлення та безпечний доступ на робочому місці;

- Вживати заходів для усунення або мінімізації впливу небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів;

- Необхідно враховувати кліматичні умови та стан здоров'я тих, хто працює на висоті.

До монтажу (демонтажу) риштувань допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, інструктаж на робочому місці відповідно до цієї інструкції з експлуатації та інструктаж з охорони праці.

Перед початком роботи монтажник зобов'язаний ознайомитися з технологічною картою на монтаж (демонтаж) риштувань за проектом виконання робіт та отриманим нарядом-допуском і виконувати всі роботи відповідно до її вказівок.

Вимоги безпеки під час монтажу або демонтажу сталевих, залізобетонних і збірних конструкцій повинні відповідати ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці та безпека в будівництві

Працівники не повинні перебувати на конструкції, що піднімається, переміщується або встановлюється, а також у небезпечній зоні, де конструкція переміщується, встановлюється або тимчасово закріплюється, доки конструкція не буде повністю закріплена.

Перед тим, як відпустити вантажозахоплювальний пристрій, конструкція повинна бути закріплена так, щоб її стійкість не була порушена вітровим навантаженням або встановленими вантажами. Довгі конструкції повинні бути від'язані від платформи.

Не дозволяється залишати конструкції в підвішеному стані під час перерв у роботі або після її закінчення.

6.6. Пожежна безпека при проведенні будівельно-монтажних робіт

6.6.1 Загальні вимоги пожежної безпеки

Пожежна безпека на будівельних майданчиках повинна забезпечуватися організаційними, технічними та іншими заходами, спрямованими на запобігання пожежам, забезпечення безпеки людей, зменшення можливих майнових втрат, зниження негативного впливу на навколишнє середовище у разі виникнення пожежі, своєчасний виклик пожежної охорони та створення умов для успішного гасіння пожежі. Це має бути забезпечено наступним чином.

Відповідальність за пожежну безпеку на об'єктах, що будуються, і на будівельних майданчиках, своєчасне виконання протипожежних заходів, забезпечення протипожежним інвентарем та організацію пожежної охорони несуть керівник генерального підрядника і начальник будівельного майданчика (майстер, виконроб).

Керівник будівельного майданчика має наступні обов'язки.

- Забезпечити проведення спеціального навчання будівельних робітників, організувати інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки

- встановлювати режим куріння та порядок прибирання на будівельних майданчиках, вивезення та утилізація горючих будівельних відходів;

- Встановити режим куріння та порядок прибирання на будівельних майданчиках, вивозити та утилізувати горючі будівельні відходи.

Утримувати засоби пожежогасіння, сигналізації та зв'язку у справному стані та постійній готовності до використання;

- Не дозволяти виконання будівельних і монтажних робіт за відсутності засобів пожежогасіння.

Не допускати виконання будівельно-монтажних робіт за відсутності води для пожежогасіння, доріг, під'їзних шляхів та засобів зв'язку.

Типове положення НАПБ Б.02.005-2003 Національної академії

промислової безпеки та охорони праці України (Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної

безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України)

відповідно до вимог Закону України "Про цивільну оборону" та затверджено

Міністерством з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення

від наслідків Чорнобильської катастрофи. Відповідно до НАПБ Б.02.005-2003

(Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з

питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях

України) всі працівники проходять навчання з питань пожежної безпеки на

робочому місці під час прийняття на роботу та щорічно. Працівники, зайняті

на роботах з підвищеною пожежною небезпечкою, повинні попередньо пройти

спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Персонал повинен

проходити навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки перед

початком роботи та періодично (кожні три роки). Перелік посад та порядок

проведення навчання визначається Кабінетом Міністрів України. Особи, які

не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з питань пожежної

безпеки, до роботи не допускаються. Програми навчання з питань пожежної безпеки повинні бути погоджені з Державним департаментом пожежної безпеки.

Всі роботи повинні виконуватися відповідно до вимог розділу VII НАПБ А.01.001-2014 "Правила пожежної безпеки в Україні".

Відповідно до чинних нормативно-правових актів визначено види та порядок проведення спеціального навчання та інструктажів з питань пожежної безпеки робітників, фахівців, керівників та інших працівників, які поширюються на всі підприємства, установи та організації, незалежно від форм власності та видів діяльності. Інструктажі з пожежної безпеки поділяються за призначенням та тривалістю:

- Вступний протипожежний інструктаж - проводиться для всіх новоприйнятих працівників, працівників, які прибувають на підприємство для роботи, працівників, які прибувають на підприємство для проходження виробничого навчання та працівників, які повинні брати безпосередню участь у виробничому процесі.

- Первинний протипожежний інструктаж - проводиться безпосередньо на робочому місці перед початком виробничої діяльності працівника;

- Повторний протипожежний інструктаж - проводиться не рідше одного разу на рік з усіма працівниками та за всіма робочими місцями відповідно до примірного переліку питань, що охоплюються при проведенні вступного та первинного протипожежних інструктажів;

- Позапланові інструктажі з пожежної безпеки організуються для працівників на робочому місці або в спеціально відведених приміщеннях на вимогу Державного пожежного нагляду; у разі введення або зміни нових нормативних актів з пожежної безпеки; у разі зміни технологічних процесів; у разі використання нового пожежонебезпечного обладнання або заміни чи модернізації існуючого пожежонебезпечного обладнання; на вимогу Державного пожежного нагляду. У разі недостатніх знань працівників про

правила пожежної безпеки на робочому місці, невідмінно діяти у разі виникнення пожежі, явного невикористання засобів пожежної безпеки.

- Інструктажі з питань пожежної безпеки для працівників під час ліквідації наслідків аварій та стихійних лих, перед проведенням разових пожежонебезпечних робіт.

Порядок проведення інструктажів встановлюється відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 26 червня 2013 року № 444 "Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях".

Всі роботи, включаючи зберігання матеріалів, будуть проводитися у повній відповідності до вимог НАПБ А.01.001-2014.

Всі вимоги пожежної безпеки під час проведення вогневих, малярних та будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам розділу 8 НАПБ А.01.001-2014.

До будівель на будівельному майданчику повинен бути забезпечений безперешкодний доступ.

Протипожежні розриви між тимчасовими будівлями на будівельному майданчику повинні використовуватися для складування матеріалів, обладнання та сміття і не повинні бути захарашені.

На будівельному майданчику повинно бути забезпечено освітлення. У разі перегорання ліхтаря необхідно повідомити керівника робіт.

На будівельному майданчику забороняється використовувати вогонь, спалювати відходи або тару на відстані менше ніж 15 метрів від тимчасових будівель на будівельному майданчику.

Території, на яких розташовані відкриті склади горючих матеріалів, виробничі будівлі, складські приміщення та допоміжні будівлі з горючих матеріалів, повинні бути очищені від сухої трави, кори та тирси.

При зберіганні на відкритих майданчиках горючих будівельних матеріалів (наприклад, лісоматеріалів, руберойду, покрівельних матеріалів), виробів, конструкцій з горючих матеріалів та обладнання в горючій тарі їх слід

розмішувати в штабелях або групах площею не більше 100 м². Відстань між штабелями (групами) і відстань від штабелів до тимчасових будівель або споруд, що будуються, повинна бути не менше 24 м.

У місцях, де є паливо або горючі матеріали, слід заборонити паління, а використання відкритого вогню дозволяється лише в радіусі не менше 50 м.

Не допускається накопичення легкозаймистих матеріалів (наприклад, промасленого ганчір'я, тирси, залишків пластику тощо) у приміщеннях, їх слід зберігати в металевих герметичних контейнерах у безпечному місці.

Противопожежний інвентар повинен утримуватися у справному стані.

Доступ до засобів пожежогасіння повинен бути завжди вільним і позначатися відповідними знаками. На робочих місцях, де використовуються або готуються клеї, шпаклівки, фарби та інші матеріали, що виділяють

вибухонебезпечні або шкідливі речовини, забороняється виконувати дії, пов'язані з вогнем або іскрами. Ці робочі місця повинні провітрюватися.

Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухозахищеному виконанні. Крім того, необхідно взяти заходів для запобігання утворенню та накопиченню електричних зарядів.

Місця зварювання, крім постійних зварювальних точок, повинні бути визначені з письмового дозволу особи, відповідальної за пожежну безпеку, або спеціаліста.

Робочі місця з ризиком вибуху або пожежі повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння та засобами контролю і негайного оповіщення про загрозливі умови.

6.6.2 Організаційні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

Відповідно до НАПБ А.01.001-2014 на об'єктах будівництва необхідно визначати пожежну небезпеку та встановлювати наказом (розпорядженням)

відповідні протипожежні режими, зокрема місця для паління (курильні місця), використання відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів,

– порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт (у тому числі зварювальних);

– порядок руху та паркування транспортних засобів.

– Допустимі кількості сировини, напівфабрикатів і готової продукції, які можуть одночасно зберігатися на складі, у виробничому приміщенні та спорудах (складських приміщеннях);

– Порядок видалення горючого пилу та відходів, зберігання промасленого спецодягу та ганчір'я, очищення вентиляційних каналів від горючих відкладень;

– Порядок відключення електрообладнання від електромережі у разі виникнення пожежі;

– Процедури перевірки та закриття приміщень після завершення робіт;

– порядок проходження персоналом навчання та перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проходження працівниками інструктажів з питань пожежної безпеки та мінімального протипожежного інструктажу, порядок призначення особи, відповідальної за їх проведення;

– процедури організації експлуатації та технічного обслуговування наявних засобів протипожежного захисту (наприклад, протипожежного водопостачання, насосних станцій, систем пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників).

– Процедури проведення регулярних профілактичних оглядів електричних, опалювальних, вентиляційних, технічних та інших інженерних установок.

– Дії працівників при виявленні пожежі

– Порядок виклику пожежної команди самооборони та відповідальної особи у разі виникнення пожежі в нічний час, у вихідні або святкові дні.

Працівники повинні бути ознайомлені з цими вимогами під час інструктажів та протипожежних тренувань, а витяги з наказів (інструкцій), що містять основні положення, повинні бути розміщені на видному місці.

Профілактичні огляди, періодичні планово-попереджувальні та капітальні ремонти технологічного обладнання повинні проводитися в терміни, передбачені відповідними програмами, з урахуванням виконання заходів пожежної та вибухової безпеки, передбачених проектом, технологічним регламентом і технічними умовами.

Технічне обслуговування і періодичний планово-попереджувальний ремонт зварювального устаткування необхідно проводити відповідно до програми. Агрегати і пускову апаратуру необхідно щодня очищати після закінчення роботи.

6.6.3. Організація проїздів для пожежних машин

Площа будівельного майданчика становить 2000 квадратних метрів, виходячи з необхідної площі тимчасових будівель і відстані між тимчасовими будівлями (10-20 м), щоб забезпечити достатню ширину проходу і безпеку в разі пожежі.

Ширина коридорів повинна бути не менше 3,5 м. Довільне звуження нормативної ширини доріг і коридорів забороняється.

Дороги, проходи і проїзди, що ведуть до будівель, споруд, джерел протипожежного водопостачання та пожежного інвентарю, повинні бути завжди вільними, утримуватися в належному стані, а взимку очищатися від снігу.

Магістральні дороги, вулиці та проїзди повинні бути заасфальтовані.

6.6.4 Оснащення об'єкту засобами первинного пожежогасіння

До первинних засобів пожежогасіння належать вогнегасники, пожежний інвентар (вогнетривке ізоляційне полотно, ковдри з грубої вовни або повсті,

ящики з піском, відра з водою, пожежні багри та лопати) та пожежний інструмент (гак, лом, сокири тощо).

Будівельні майданчики, тимчасові споруди та допоміжні приміщення повинні бути забезпечені переносними або пересувними вогнегасниками, які відповідають вимогам ДСТУ 3675-98 та ДСТУ 3734-98 (ГОСТ 30612-99) відповідно, та сертифіковані в установленому в Україні порядку.

Кількість і тип первинних засобів пожежогасіння визначається підрядником у складі проекту виконання робіт (ПВР) відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016, п. 6.2 та НАПБ А.01.001-2014, частина VII, п. 4.6 в залежності від розмірів об'єкта будівництва, конфігурації майданчика та виду матеріалів, що зберігаються. До складу ПЗЗ повинні бути включені наступні відомості: Фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих матеріалів, їх взаємодія з вогнегасними речовинами та площа будівлі будуть враховуватися для визначення типу та кількості первинних засобів пожежогасіння.

Пожежні щити (стенди) та каністри з водою будуть передбачені в місцях розташування тимчасових будівель, складів та майстерень на будівельних майданчиках.

6.6.5 Порядок дій у разі пожежі

У разі виникнення пожежі (з ознаками горіння) всі громадяни зобов'язані:

- негайно повідомити про це пожежну охорону по телефону. При цьому слід повідомити адресу об'єкта, номер поверху будівлі, джерело загоряння, обстановку на місці пожежі, наявність або відсутність людей, їх прізвища тощо;
- вжити заходів для евакуації людей (якщо це можливо), гасіння пожежі та захисту матеріальних цінностей;
- якщо пожежа сталася на робочому місці, повідомити керівництво, відповідних посадових осіб та/або особу, відповідальну за робоче місце;
- у разі необхідності зверніться до інших екстрених служб (наприклад, медичної допомоги, газодимозахисної служби).

- Після прибуття на місце пожежі персонал об'єкта повинен
- Забезпечити виклик пожежної бригади (подвійне повідомлення), та попередити власника підприємства;
- У разі загрози життю людей забезпечити їх рятування (евакуацію) наявними силами та засобами;
- Евакуювати з небезпечної зони всіх працівників, які не задіяні в гасінні пожежі;
- Припинити роботи в будівлі, за винятком робіт, пов'язаних з протипожежними заходами (якщо це дозволяє виробничий процес);
- вимкнути в разі потреби електроенергію (крім систем протипожежного захисту); вимкнути транспортне обладнання, агрегати та пристрої; перекрити сировинні, газові, парові та водяні комунікації; вимкнути системи вентиляції в аварійних та суміжних приміщеннях (крім систем протидимного захисту); вжити інших заходів для запобігання пожежі та задимленню в будівлі;
- Переконатися у справності пожежної сигналізації, систем пожежогасіння та протидимного захисту;
- Викликати пожежну команду, щоб допомогти вибрати найкоротший шлях до місця пожежі та забезпечити безпеку водопостачання;
- Організувати евакуацію та захист матеріальних цінностей, одночасно з гасінням пожежі;
- забезпечити дотримання правил безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

НУБІП України

НУБІП України

**РОЗДІЛ 7. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ. АНАЛІЗ І СПІВСТАВЛЕННЯ
ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МОСТІВ
СТРУНОБЕТОННИХ З БАЛОЧНИМИ**

Мета наукової роботи – дослідити та проаналізувати особливості роботи збірних елементів залізобетонних прогонових будов із різними типами попередньо-напруженого армування в процесі їх експлуатації.

Предмет дослідження: Довговічність та працездатність мостових попередньо-напружених балок, армованих струнами та пучками.

Об'єкт дослідження: Прогонові будови мостів, виконані із збірних попередньо-напружених елементів

Задачі роботи:

- 1) Дослідити особливості експлуатації мостів з різними типами прогонових будов
- 2) Проаналізувати дефекти мостових балок, які виникли на процесі експлуатації, та на стадії проектування
- 3) Виконати та порівняти розрахунки на втрату вантажопідйомності прогонових будов на тимчасове рухоме навантаження
- 4) Проаналізувати довговічність мостових конструкцій

7.1 Вступ

На основі досвіду по обстеженню мостових споруд, отриманого за час роботи та проходження практики на підприємстві, я встиг ознайомитись з великою кількістю споруд та їх елементів. Мене зацікавили елементи прогонових будов, виконаних із попередньо напруженого залізобетону. Тому я вирішив більш детально дослідити доволі поширений тип елементів свого часу, а саме типові проекти прогонових будов із струнобетону та порівняти їх із більш сучасними балками. У даній роботі аналіз проводився на двох конкретних спорудах:

1. Споруда перша – міст на автомобільній дорозі III категорії державного значення Т-04-01 Дніпро – Васильківка – Покровське – Гуляйполе – Пологи – Мелітополь, який розташований на км 134+481 через річку Янчур у Синельниківському районі Дніпропетровської області був побудований у 1970 році під проектне навантаження Н-30, НК-80 за типовим проєктом ВТП-

16. 2. Споруда друга – міст на км 85+060 автомобільної дороги III категорії територіального значення Т-04-01 Дніпро – Васильківка – Покровське – Гуляйполе – Пологи – Мелітополь через річку Вовча у Васильківському районі Дніпропетровської області був побудований у 1995 році під проектне навантаження А-IV та НК-80.

Попередньо напружені конструкції – будівельні елементи, в які заздалегідь (під час виготовлення або монтажу) введені внутрішні напруження, протилежні тим, які відпрацьовуються в процесі експлуатації. Застосування попереднього напруження дозволяє підвищити тріщиностійкість, жорсткість і витривалість конструкції, зменшити їхню масу та витрати матеріалів. Найпоширенішими є конструкції з попередньо напруженого залізобетону.

Арматуру таких конструкцій напружують:

- перед тим як здійснити бетонування (де арматуру розтягують на жорсткі елементи форми або стенди, а бетон здають після досягнення необхідної міцності);

- під час бетонування (зі здійсненням натягування арматури, розміщеної в спеціальних каналах та різьбах бетонної конструкції, на вже затверділий бетон);

- в процесі бетонування (з використанням напруженого цементу), застосовуються різні методи напруження.

Основними методами напруження є:

- механічний (з використанням домкратів, вагільних або гвинтових пристроїв, натягальних машин);

- електротермічний (загрівання арматури електричним струмом, її фіксація та охолодження);

- електрогермомеханічний.

Попередньо напружені елементи використовуються в плитах перекриття, будівельних перекриттях, підкранових балках, підкровокяних арках, елементах прогонових будов мостів, трубопроводах під тиском, лініях електропередач і резервуарах. У розрахунках попередньо напружених конструкцій враховуються граничні стани, особливо зменшення значень попереднього напруження під час експлуатації внаслідок ослаблення арматури, усадки бетону або повзучості.

7.1.2 Типові проекти із струнобетону

Наприкінці 1950-х та в 1960-х роках в Україні поширилося будівництво автодорожніх мостів з трьома прогонами, використовуючи при цьому напружені струнобетонні балки. Ці конструкції знаходяться в експлуатації протягом 55-60 років. Під впливом зовнішнього середовища та зі збільшенням навантаження та інтенсивності транспортних потоків відбувається процес

зносу цих балок, що призводить до зменшення їх довговічності та несучої здатності.

Струнобетонні балки, які були виготовлені за типовими проєктами "ВТП-15" та "ВТП-16", використовувалися для цих мостів. При розробці цих типових проєктів основним завданням було зниження вартість та трудомісткість в порівнянні з вже існуючими варіантами прогонових будов. Це було досягнуто зменшенням захисного шару бетону для зменшення витрат матеріалів та ваги прогонових будов, спрощення процедури попереднього напруження арматури та зменшення використання використовуваної арматури. Також, замість натягу пучків високоміцного дроту за допомогою потужних домкратів, була розроблена технологія натягу окремих дрітків (струн) діаметром 3 мм або 5 мм. При розробці цих балок було значно зменшено витрати на їх виробництво за рахунок спрощення процесів формування стендів та зменшення трудомісткості, що також призвело до негативних наслідків.

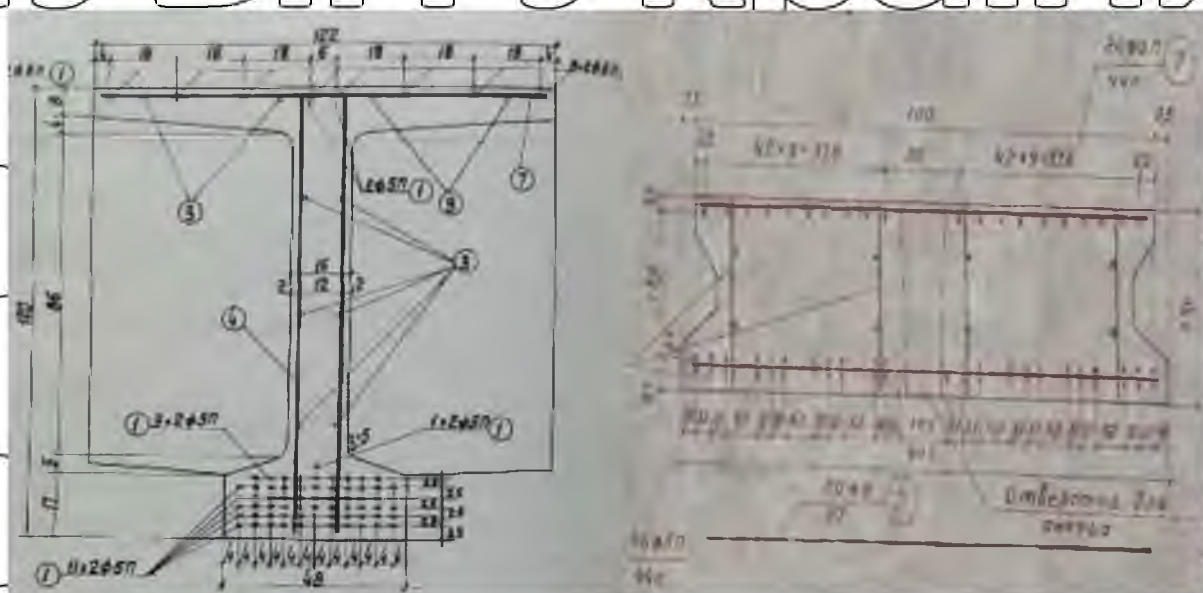


Рисунок 7.1 – Балка за типовим проєктом ВТП-15 та плита за типовим проєктом ВТП-17

У результаті огляду мостів із прогоновими конструкціями, що використовують струнобетонні балки, за останні роки зафіксовано значну кількість дефектів, які визнаються як 5-й (непрацездатний) клас і мають

наявну небезпеку обвалення прогонової будівлі. У порівнянні з прогоновими конструкціями, побудованими за іншими типами проєктів, струнобетонні балки характеризуються швидким розвитком корозії арматури та, відповідно,

зменшенням її ефективного перерізу. Важливо відзначити, що на цих балках часто пошкодження захисного шару бетону, включаючи відшарування, що може вплинути на руйнування струни робочої арматури

Необхідно особливу увагу звернути на тріщини в струнобетонних балках, адже їх характер виникнення суттєво відрізняється від тріщин у прогонових конструкціях із звичайного залізобетону. Типові тріщини, характерні для струнобетонних балок, можна розділити на наступні види:

1. Тріщини в зонах опирання балок, які виявляють через конструктивні недоліки опорних вузлів балок.

2. Горизонтальні тріщини на торцевих ділянках балок, які формуються під впливом місцевих напружень під анкерами.

3. Тріщини від усадки в поверхневих шарах бетону, які вже мають хаотичний характер, коротку довжину та невелике розкриття.

4. Силкові тріщини, які виникають внаслідок впливу головних розтягуючих напруг і свідчать про порушення роботи конструкції.

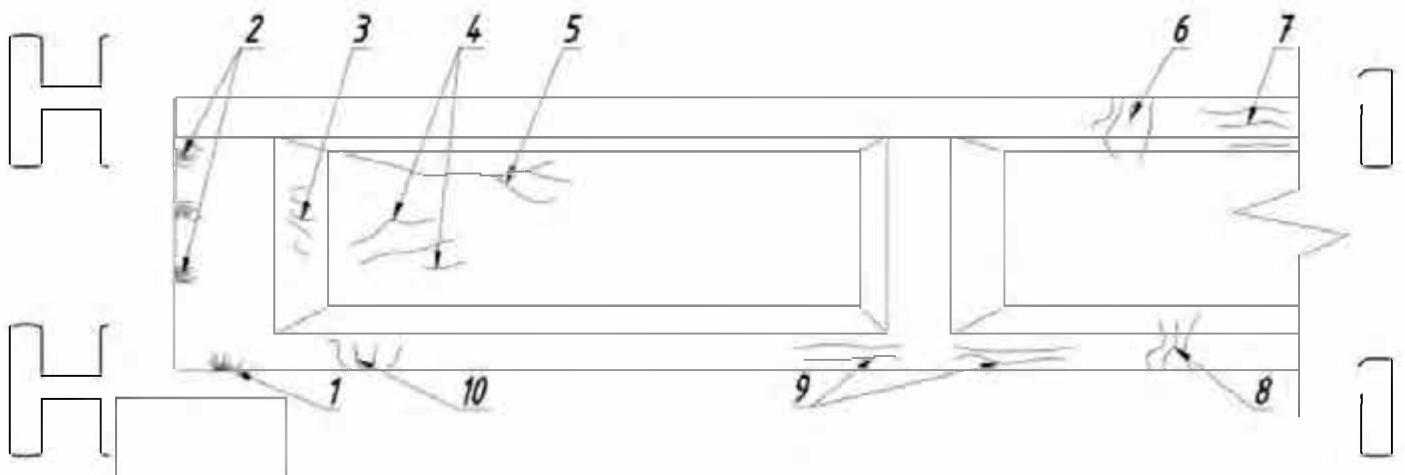
5. Подовжні тріщини в місцях з'єднання плити балки з ребром балки.

6. Попередні тріщини в плиті, викликані перевисоким натягом попередньо-напруженої арматури.

7. Подовжні тріщини у верхньому поясі балки, які виявляють від стискаючих напружень, що перевищують міцність бетону.

8. Поперечні тріщини в нижніх поясах попередньо напружених балок, викликані недостатнім натягом арматури.

9. Подовжні тріщини в зонах розташування попередньо-напруженої арматури, які виникають внаслідок сильного натягу.



Невдалим рішенням у цих проектах є використання з'єднаних балок через діафрагми зі зварними накладками та закладними деталями, розташованими над плитами балок. Ці з'єднання, через зазначені конструктивні особливості, стають об'єктом корозії та руйнування під впливом води з проїзної частини.

Ці недоліки спричиняють обриви дротів у балках за такими проектами, а також руйнування з'єднаних діафрагм. В Україні зафіксовано численні випадки обвалів балок прогонових будівель, побудованих за типовими проектами «ВТІ-15» та «ВТІ-16», навіть внаслідок власної ваги. Зазвичай, це застосування крайніх балок прогонів, які підвищуються значному замоканню при відведенні води з проїзної частини до її краю. Проблеми посилилися недосконалою системою водовідведення та невдалою конструкцією тротуарів, що дозволяє воді проходити на бічні поверхні цих балок. Застосування хлоридів у протижелезних матеріалах збільшує хімічну агресивність води.

Порушення термінів обстеження і показ регулярних оглядів мостів із струнобетонними балками є негативними факторами експлуатації. Важливо визначити, що ці споруди потребують обстеження, а не лише паспортизації. Технічний звіт з обстеження має детальний опис елементів споруди з аналізом виявлених дефектів та розрахунок вантажопідйомності. На цій основі забезпечується пропускна здатність та режим руху по споруді.

З досвіду проведення ремонтів на мостах із струнобетонними балками можна зробити висновок, що такі балки важко відновлюються технологічно. Це підтверджується фіксацією під час обстеження відшаруванням ремонтних

ділянок. Тому важливо підходити до вибору методів ремонту таких балок і розглядати доцільність повної чи часткової заміни прогонової будівлі.

7.2 Порівняльний аналіз

7.2.1 Технічні параметри

Споруда перша

довжина моста – 60,14 м;

– отвір моста – 50,36 м;

– габарит моста – Г-7,2+2x0,9;

геометрична схема моста – 5x11,36 м;

статична схема моста – балкова розрізна;

прогонова будова – ребристі діафрагмові балки з ребрами двотаврового перерізу (ВТП-16);

– опори 1 та 6 – берегові обсіпні пальові двоярядні залізобетонні опори;

– опори 2, 3, 4, 5 – проміжні двостовпчасті залізобетонні;

– опорні частини – відсутні;

– проектне навантаження – Н-30, НК-80;

Споруда друга

довжина моста – 114,75 м;

– отвір моста – 106,41 м;

– геометрична схема моста – 15,00+4x21,00+15,00 м

– статична схема моста – балкова розрізна;

прогонова будова 1-2, ..., 6-7 – залізобетонна балкова розрізна ребриста бездіафрагмова з ребрами двотаврового перерізу (Випуск 3.503.1-93);

– опори 1 та 7 – крайні пальові обсіпні козлового типу;

– опори 2-6 – проміжні двостійкові;

– опорні частини – типу ГАОЦ;

– проектне навантаження – А-11, НК-80;

7.2.2 Прогонові будови

Споруда перша

Прогонова будова моста складається з 5 прогонів. Кожен прогін моста складається з 11 ребристих діафрагмових балок з ребрами двотаврового перерізу, виконаними за типовим проектом ВТП-16. Кожна балка має довжину 11,36 м та висоту 0,75 м. Товщина плити 60 мм. Матеріал балки – струнобетон. Робоча арматура складається з двох рядів струн діаметром 5 мм (у кожному ряду по 19 струн), одного ряду з 6 струн діаметром 5 мм (рис. 3).

Поперечна схема прогонової будови – $10 \times (0,83 \dots 0,89)$ м. Спосіб поперечного з'єднання – діафрагмами (кількість діафрагм – 33). Діафрагми являють собою дві напівдіафрагми, об'єднані металеними накладками, привареними до закладних деталей в напівдіафрагмах.

Проектне навантаження – Н-30, НК-80.

Опорні частини – відсутні.

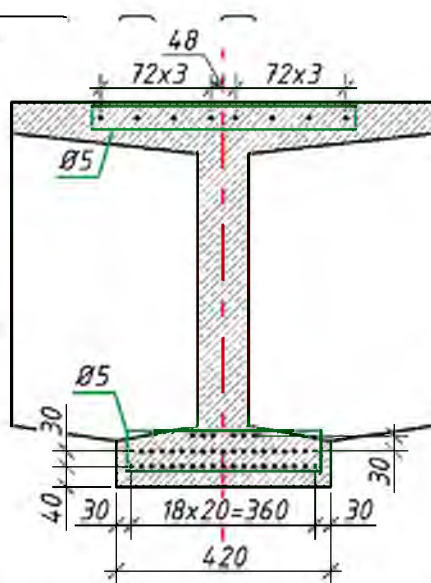


Рисунок 7.2 – Схема розташування струн робочої арматури балки



Рисунок 7.3 – Вид на прогонову будову моста 0-1

Споруда друга

Міст має шість прогонів, кожен складається з 6 балок з попередньо напруженого залізобетону.

Балки прогонів 1-2 та 6-7 ребристі бездіафрагмові з ребрами двотаврового перерізу мають довжину 15,00 м, висота 0,90 м, виконані за типовим проектом «Випуск 3.503.1-93».

Поперечна схема прогонової будови – 2,28+2,33+2,30+2,55+2,30 м.

Товщина дорожнього одягу – від 230 мм до 300 мм.

Опорні частини – типу ГАОЧ.

Проектне навантаження – А-31, НК-80.

Балки прогонів 2-3, ..., 5-6 ребристі бездіафрагмові з ребрами двотаврового перерізу мають довжину 21,00 м, висота 1,30 м, виконані за типовим проектом «Випуск 3.503.1-93».

Поперечна схема прогонової будови – 2,28+2,33+2,30+2,55+2,30 м.

Товщина дорожнього одягу – від 230 мм до 300 мм.

Опорні частини – типу ГАОЧ.

Проектне навантаження – А-11, ІІІ-80.

НУБІП України



Рисунок 7.4 – Вид на прогонову будову 1-2

7.2.3 Дефекти прогонових будов

Споруда перша

У ході обстеження було виявлено наступні дефекти прогонових будов:

- розрив дротів попередньо напруженої арматури;

провисання дротів попередньо напруженої арматури;

наскрізна похила тріщина в нижній полиці балки Б2 у прогоні 2-3 по середині прогону;

- розрив (унаслідок корозії металу та відхилення балок від проектного положення) накладок з'єднання напівдіафрагм балок;

руйнування захисного шару бетону напівдіафрагм балок, корозія закладних деталей (всі діафрагми в усіх прогонах);

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

- вилугування бетону;
- сколи захисного шару з оголенням і корозією арматури;
- затікання води на елементи конструкції



Рисунок 7.5 – Сколи та руйнування захисного шару бетону з оголенням, корозією та розривами дротів попередньо напруженої Сліди інтенсивного замокання балок з подальшим вилугуванням

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рисунок 7.6 – Похила наскрізна тріщина нижньої полицки з розривом дротів поперечно напруженої арматури балки Б2 прогонової будови 2-3



Рисунок 7.7 – Обрив накладок об'єднання напівдіафрагм балок Б1-Б2 у прогоні 5-6

Споруда друга

НУБІП України

- фільтрація води крізь плити об'єднання всіх балок у всіх прогонах з

пошкодженням захисного шару (вилуговування, розморожування);

- вилуговування бетону балок та плит об'єднання у всіх прогонах;

НУБІП України

- місцеві затікання води на елементи конструкції (в зоні водовідвідних трубок, в зоні деформаційних швів, через строповочні отвори у верхніх полицях балок);

- відсутні зазори між торцями балок прогону 1-2 та шафовою стінкою

НУБІП України

- місцеві оголення та корозія арматури у місцях опираючої опори 1;
- поодинокі волосяні тріщини без слід в'язки з розкриттям до 0,2 мм

біля кородуючих металевих трубок у строповочних отворах у стінках балок;

НУБІП України

- поодинокі сколювання бетону незначних розмірів без оголення арматури в опорних зонах балок.



Рисунок 7.8 – Недостатнє значення зазору між балкою Б1 у прогоні 1-2 та шафовою стінкою опори 1. Незначні сколи захисного шару бетону балки



Рисунок 7.9 – значне замокання та виділювання бетону балки В3 у прогоні 1-2 у вигляді висолів

7.2.4 Визначення вантажопідйомності прогонової будови у вигляді допустимої загальної маси транспортного засобу в колоні

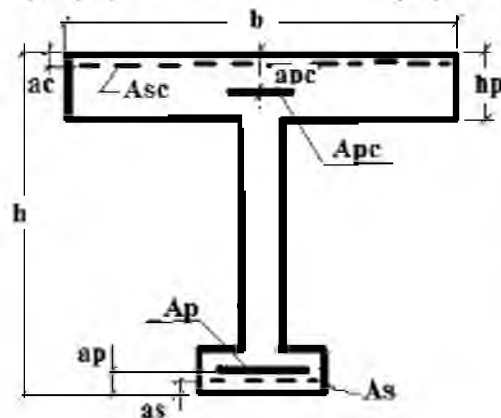
Споруда перна

Обстеженнями встановлені наступні дані:

- клас бетону В40;
- армування (нижній пояс) 44 дротин напруженої арматури початковим діаметром 3 мм;
- найбільше ослаблення має прогонова будова 2-3; балки В2 та В10 виключені з роботи, балка В9 має 50% зношення напруженого армування нижнього поясу (залишок площі $4,3 \text{ см}^2$).

Крок 1 – Визначення граничного згинального моменту для перерізу балки в середині прогону

На рис. 49 представлено поперечний переріз балки з розрахунковими характеристиками, в запас міцності не враховуємо ненапружене армування.



кг, см,
 $b = 83$ $h = 75$ $hp = 8$
 $ap = 5.7$ $as = 0$ $apc = 3$
 $asc = 0$
 $ho = h - ap$ $ho1 = h - asc$

Площі

армування ненапружене в розтягнутій зоні $As := 0$
 армування ненапружене в стиснутій зоні $Asc := 0$
 армування напружене в розтягнутій зоні $Ap = 44 \cdot 0.5 \cdot 0.19$
 армування напружене в стиснутій зоні $Aprc = 5 \cdot 0.196$

Граничні напруження

бетон B40 $Rb := 205$
 ненапружена арматура AIII
 розтягнута $Rs := 3550$ стиснута $Rsc := 3550$
 напружена арматура розтягнута BII $Rp := 10750$
 напружена арматура стиснута BII $\sigma_{pc} := 5100 - Rb \cdot 5$

Рисунок 7.10 – Поперечний переріз балки

Розрахунки виконуємо згідно вказівок ДБН В.2.3-14:2006, використовуючи програмний комплекс Mathcad.

Висота стиснутої зони бетону

$$x := \frac{Rp \cdot Ap + Rs \cdot As - Rsc \cdot Asc - \sigma_{pc} \cdot Aprc}{Rb \cdot b} \quad x = 2.49$$

$$\omega := 0.85 - 0.008 \cdot \frac{Rb}{9.81} \quad \sigma_p := 0.1 \cdot Rp \quad \sigma_1 := Rp + 5100 - \sigma_p \quad \sigma_2 := 5100$$

Перевірка за умовою граничної висоти стиснутої зони

$$\xi_y := \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_1 \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1.1}\right)}{\sigma_2}} \quad \frac{x}{ho} = 0.036 \text{ менше} \quad \xi_y = 0.325$$

Граничний момент

$$M := Rb \cdot b \cdot x \cdot (ho - 0.5 \cdot x) + Rsc \cdot Asc \cdot (ho1 - asc) + \sigma_{pc} \cdot Aprc \cdot (ho - apc)$$

$$M = 3.148 \times 10^6 \quad \text{кг} \cdot \text{см}$$

Отже, за характеристиками перерізу плити граничний згинальний момент має значення:

$$R = 31.15 \text{ т} \cdot \text{м.}$$

Крок 2. Визначення зусиль від навантаження H-30 та H-40

Зусилля P від навантажень Н-30 та Н-40 визначаємо відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.3-23. Результати визначення зусиль приведені в табл. 5.2. ККПР визначено для балки Б9 з врахуванням виключення з роботи балок Б2 та Б10.

Тротуарне навантаження сприймають балки Б1 та Б11.

Таблиця 7.1 – Результати визначення розрахункових згинальних моментів від навантажень Н-30 та Н-40

Навантаження	γ	$(\psi + \mu)$	ККПР	$L_p, \text{м}$	$q, \text{т/м}$	$P, \text{т}\cdot\text{м}$
Н-30	1,3	1,23	0,5	10,8	3,79	44,18
Н-40	1,2	1,23	0,5	10,8	3,62	38,95

Крок 3 – Визначення вантажопідйомності

Визначення вантажопідйомності відносно навантажень Н-30 та Н-40 виконуємо за наступними формулами:

$$K_{\text{Н30}} = (R - G) / P_{\text{Н30}}; \quad (7.1)$$

$$K_{\text{Н40}} = (R - G) / P_{\text{Н40}}; \quad (7.2)$$

де R – граничне зусилля перерізу;

G – зусилля від постійних навантажень;

$P_{\text{нк}}$ – зусилля від тимчасового навантаження.

У таблиці 7.2 зібрані дані про навантаження на балку Б9.

Таблиця 7.2 – Постійне навантаження на балку Б9

№ н/ч	Елемент конструкції	Об'єм на 1 м довжини, м ³	Питома вага, т/м ³	Погонна вага на балку Б9, т/м	Коефіцієнт надійності	З коефіцієнтом надійності, т/м
1	Балки	3	урахуванням ваги виключеної балки Б10	0,84	1,1	0,92
2	Дорожній одяг	$7,2 \cdot 0,25 = 1,8$	2,3	0,59	1,25	0,74
Разом $q_n =$						1,66

Розрахунковий згинальний момент від власної ваги має значення

$$G = q_{II} \cdot L_p^2 / 8 = 1,66 \cdot 10,8^2 / 8 = 24,2 \text{ (т·м)}$$

Вантажопідйомність відносно Н-30 за формулою 5.2:

$$K_{H30} = (R - G) / P_{H30} = (31,15 - 24,2) / 44,18 = 0,16,$$

що відповідає масі автомобіля $m_1 = 0,16 \cdot 30 = 4,8$ т.

Вантажопідйомність відносно Н-40 за формулою 5.3:

$$K_{H40} = (R - G) / P_{H40} = (31,15 - 24,2) / 38,95 = 0,18,$$

що відповідає масі автомобіля $m_2 = 0,18 \cdot 40 = 7,2$ т.

Допустима маса автомобіля, яка визначена відносно характеристичного навантаження Н-30, має значення 4,8 т, що не перевищує 25 т, отже, саме це значення слід прийняти.

Висновок: вантажопідйомність прогонової будови у вигляді допустимої загальної маси транспортного засобу в колоні має значення 5 т (округлено).

Споруда друга

Міст складається з шести прогонів, крайні довжиною 14,6 м, центральні – 20,6 м. Прогонові будови складаються кожна з 6 збірних залізобетонних балок, відстань в осях – 2,3-2,5 м (типовий проект 3.503.1-81).

Визначення несної здатності

Прогонова будова (прогони 1-2 та 6-7)

Висота стиснутої зони в плиті дорівнює:

$$x = (A \cdot R_a) / (R_c \cdot b), \quad (7.3)$$

де A – площа поперечного перерізу робочої арматури;

R_a – розрахунковий опір сталі (1150 кг/см²);

R_c – розрахунковий опір бетону на стиск, (180 кг/см²);

b – ширина плити прогонової будови (120 см).

$$A = n \cdot n_p \cdot d^2 \cdot \pi / 4, \quad (7.4)$$

де n – кількість пучків робочої арматури (6);

n_p – кількість арматурних дротів в пучкові (24);
 d – діаметр арматурного дроту (5 мм).
 $A = 6 \cdot 24 \cdot 0,5^2 \cdot 3,14/4 = 28,26 \text{ см}^2$

$$x = (28,26 \cdot 10150) / (180 \cdot 120) = 13,3 \text{ см.}$$

Відстань центра ваги робочої арматури до нижньої межі балки дорівнює 13 см. Отже, робоча висота поперечного перерізу балки дорівнює: $90 - 13 = 77 \text{ см.}$

Граничний згинальний момент (несна здатність балки по згинальному моменту) дорівнює:

$$R = R_s \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - x/2), \quad (7.5)$$

де h_0 – робоча висота (77 см).
 $R = 180 \cdot 120 \cdot 13,3 \cdot (77 - 13,3/2) = 20210000 \text{ кг} \cdot \text{см} = 202,1 \text{ т} \cdot \text{м.}$

Визначення згинальних моментів в прогоновій будові від постійних навантажень

Таблиця 7.3 – Збір постійних навантажень

№ п/п	Конструкція	Навантаження, q , кг/м	γ	$q \cdot \gamma$, кг/м
1	Власна вага балці	1900	1,05	2005
2	Монолітний бетон 10 см	575	1,05	604
3	Асфальтобетон проїзної частини 15 см	828	1,15	952
Всього		3303		3561

Максимальний згинальний момент від постійних навантажень:
 $G = (\sum q \cdot \gamma) \cdot L^2/8,$ (7.6)

де $(\sum q \cdot \gamma)$ – сумарне постійне погонне навантаження на плиту (таблиця 5.1);

L – довжина прогону (14,4 м).
 $G = 3561 \cdot 14,4^2/8 = 92300 \text{ кг} \cdot \text{м} = 92,3 \text{ т} \cdot \text{м.}$

Визначення згинальних моментів в плиті прогонової будови від тимчасових навантажень

Розмір проїзної частини в даному випадку дозволяє рух трьох колон автомобілів (Н-30).

Максимальний згинальний момент прогонової будови від трьох колон тимчасового навантаження Н-30 визначено за формулою.

$$P_{\max} = \kappa_n \cdot \kappa_H \cdot n_k \cdot \sum (F_i \cdot y_i), \quad (7.7)$$

де κ_n – коефіцієнт надійності за навантаженням (1,3);

κ_H – динамічний коефіцієнт (1,257);

n_k – кількість колон (3);

F_i – навантаження на вісь, ($F_i = 12$ т – для вантажних осей, 6 т – для передньої осі);

y_i – ординати лінії впливу згинального моменту в середині прогону ($y_i = 3,6$ і $2,8$ – для вантажних осей, $0,6$ – для передньої осі).

$$P_{\max} = 1,3 \cdot 1,257 \cdot 3 \cdot (12 \cdot (3,6 + 2,8) + 6 \cdot 0,6) = 394,14 \text{ т}\cdot\text{м}$$

Для визначення максимального коефіцієнту поперечного розподілу (КПР) (безрозмірний коефіцієнт, що визначає відносну частку тимчасового навантаження, яку сприймає балка прогонової будови) був виконаний просторовий розрахунок прогонової будови з використанням методу скінченних елементів (програма SCAD Office).

При розташуванні колон Н-30 з максимально можливим наближенням до краю проїзної частини прогонової будови найбільша величина КПР дорівнювала 0,266 (приблизно в 1,6 рази більше середнього навантаження на балку).

$$P = P_{\max} \cdot 0,266 = 394,14 \cdot 0,266 = 104,84 \text{ т}\cdot\text{м}$$

Визначення вантажопідйомності моста

Визначимо вантажопідйомність моста шляхом порівняння

розрахункового зусилля від навантаження та граничного зусилля для перерізу конструкції.

де $K = Q/P$, (7.8)

Q – узагальнене допустиме зусилля для даного перерізу;

P – максимальний згинальний момент в плиті від тимчасового

навантаження (104,84 т · м).

В даному випадку:

де $Q = R - G$, (7.9)

R – несна здатність плити прогонової будови (202,1 т · м);

G – максимальний згинальний момент в плиті від постійних

навантажень (92,3 т · м).

$$Q = 202,1 - 92,3 = 109,8 \text{ т} \cdot \text{м}$$

За (7.8) знайдемо:

$$K = 109,81 / 104,84 = 1,05.$$

Допустиме навантаження у вигляді допустимої загальної маси транспортного засобу в колоні дорівнює:

$$1,05 \cdot 30 = 31,5 \text{ т},$$

де 30 – проектне навантаження, т.

Визначення несної здатності прогонової будови (прогони 2-3, ..., 5-6)

За (7.4) визначимо:

$$A = 7 \cdot 24 \cdot 0,5^2 \cdot 3,14/4 = 32,97 \text{ см}^2.$$

За (5.1) визначимо:

$$x = (32,97 - 10150) / (180 \cdot 120) = 15,5 \text{ см}$$

Відстань центра ваги робочої арматури до нижньої межі балки дорівнює 10,86 см. Отже, робоча висота поперечного перерізу балки дорівнює: $117 - 10,86 = 106,14$ см.

Граничний згинальний момент (несна здатність балки по згинальному моменту) дорівнює за (5.3):

$$R = 180 \cdot 120 \cdot 15,5 \cdot (106,14 - 15,5/2) = 32940000 \text{ кг}\cdot\text{см} = 329,4 \text{ т}\cdot\text{м}.$$

Визначення згинальних моментів в прогоновій будові від постійних навантажень

Таблиця 7.4 – Збір постійних навантажень

№ п/п	Конструкція	Навантаження, q , кг/м	γ	$q \cdot \gamma$, кг/м
1	Власна вага балці	1947	1,05	2044
2	Монолітний бетон 10 см	575	1,05	604
3	Асфальтобетон проїзної частини 15 см	828	1,15	952
Всього		3350		3600

Максимальний згинальний момент від постійних навантажень за (7.6):

$$G = 3600 \cdot 20,4^2 / 8 = 187320 \text{ кг}\cdot\text{м} = 187,32 \text{ т}\cdot\text{м}.$$

Визначення згинальних моментів в плиті прогоновій будові від тимчасових навантажень

Розмір проїзної частини в даному випадку дозволяє рух трьох колон автомобілів (Н-30).

Максимальний згинальний момент прогоновій будові від трьох колон тимчасового навантаження Н-30 визначено за формулою (5.5), де k_H – динамічний коефіцієнт (1,257); y_i – ординати лінії впливу згинального моменту в середині прогону ($y_1 = 5,1$ і $4,3$ – для вантажних осей, $2,1$ – для передньої осі):

$$P_{max} = 1,3 \cdot 1,257 \cdot 3 \cdot (12 \cdot (5,1 + 4,3) + 6 \cdot 2,1) = 602,52 \text{ т}\cdot\text{м}.$$

Для визначення максимального коефіцієнту поперечного розподілу (КПР) (безрозмірний коефіцієнт, що визначає відносну частку тимчасового навантаження, яку сприймає балка прогоновій будові) був виконаний просторовий розрахунок прогоновій будові з використанням методу скінченних елементів (програма SCAD Office).

При розташуванні колон Н-30 з максимально можливим наближенням до краю проїзної частини прогонової будови найбільша величина КІР дорівнювала 0,287 (приблизно в 1,7 рази більше середнього навантаження на балку).

$$P = P_{\max} \cdot 0,287 = 602,52 \cdot 0,287 = 172,92 \text{ т}\cdot\text{м}.$$

Визначення вантажопідйомності моста

За (7.9) визначаємо:

$$Q = 329,4 - 187,32 = 142,08 \text{ т}\cdot\text{м}.$$

За (7.7) знайдемо:

$$K = 142,08 / 172,92 = 0,82.$$

Допустиме навантаження у вигляді допустимої загальної маси транспортного засобу в колоні дорівнює:

$$0,82 \cdot 30 = 24 \text{ т},$$

де 30 – проектне навантаження, т.

Допустима загальна маса транспортного засобу на міст дорівнює

24 т.

ВИСНОВКИ

НУБІП України

В результаті оцінки технічного стану першої споруди, за наявними дефектами та визначеною фактичною вантажопідйомністю, визначено

експлуатаційний стан моста **5 – непрацездатний**. Існує загроза аварійного

падіння балок Б2, Б11 у прогоні 1-2 та Б2, Б10 у прогоні 2-3.

НУБІП України

Фактична вантажопідйомність моста, т.

для автомобільного навантаження в колоні – 5,

для окремих транспортних засобів – 6;

допустиме навантаження на вісь автомобіля – 4.

НУБІП України

З обмеженням швидкості руху до 30 км/год.

При проєктному навантаженні в Н30-1К-80 його вантажопідйомність зменшилась на 86%. З урахуванням зменшення площі робочого перерізу

напруженого армування, відновити прогонову будову в даному випадку

неможливо.

НУБІП України

Необхідно вирішувати питання про закриття та будівництво нового мосту, або заміні прогонової будови, з попереднім ремонтом опор.

Як тимчасовий захід, рекомендується організувати реверсний рух по мосту, для чого тимчасовим огороженням виділити смугу по осі мосту (4 м)

НУБІП України

та встановити відповідні дорожні знаки.

Для такого варіанту вантажопідйомність, т:

для автомобільного навантаження в колоні – 17;

для окремих транспортних засобів – 36;

допустиме навантаження на вісь автомобіля – 11.

НУБІП України

З обмеженням швидкості руху до 30 км/год.

НУБІП України

В результаті оцінки технічного стану другої споруди, за наявними дефектами та визначеною фактичною вантажопідйомністю, визначено експлуатаційний стан моста 4 – обмежено працездатний

Фактична вантажопідйомність моста, т:

для автомобільного навантаження в колоні – 24;

для окремих транспортних засобів – 65,6;

допустиме навантаження на вісь автомобіля – 9,8.

При проектному навантаженні в А-11, НК-80 його вантажопідйомність зменшилась на 40%. З урахуванням того, що дефектів які свідчать про втрату площі перерізу напруженої арматури не виявлено, дану прогонову будову можливо відновити до чинних вимог.

Для належної експлуатації мосту та збільшення залишкового ресурсу необхідно:

- у ході капітального ремонту або реконструкції виконати ремонт елементів прогонової будови та опор для приведення вантажопідйомності до чинних вимог;

- замінити елементи мостового полотна із влаштуванням організованого водовідводу, якісних деформаційних швів та огорожень за вимогами чинних нормативних документів.

Після аналізу і співставлення двох споруд з різними типами прогонів, я зупинив свій вибір на другому варіанту. Струнобетонні прогонові будови виконали свою роль, але їхні переваги стали і їхніми недоліками через роки експлуатації. Недостатня товщина захисного шару, тонкі струни, розсіяні в тілі бетону роблять їх більш вразливими до агресивного середовища та ускладнюють, а іноді і унеможливають підсилення та ремонт таких конструкцій. Порухення, а часто і відсутність гідроізоляції пришвидшили деградацію цих елементів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Характеристика джерела	Приклади бібліографічного опису
Один автор	<p>О.В. Інкін. Інженерні споруди : навчальний посібник : Дніпро : НТУ «ДНУ», 2021. 219 с.</p> <p>Шкрабик Й.В. Міські інженерні споруди : навчальний посібник : Одеса. ОДАБА, 2014. 106 с.</p> <p>К. І. Вяткін. Проектування та реконструкція дорожньо-транспортних споруд : Конспект лекцій : Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 101 с.</p>
Два авторів	<p>Ярмоленко М.Г. та ін. Технологія будівельного виробництва. К.: Вища шк., 2005. — 342 с.</p> <p>Черненко В.К., Ярмоленко М.Г. и др. Технологія строительного производства (на укр. яз.) К.: Вища шк., 2002р. - 430с</p>
Три автори	<p>А.Ф.Гаевий, С.А.Усик "Курсове і дипломне проектування"</p> <p>Пашенко Т.М., Сліпич О.О., Дремова І.Б. Будівельні конструкторські : Навчальний посібник : Інститут ПТО НАПН України, 2015. 310 с.</p>
Чотири автори	<p>Шаповалов О.М., Пустовойтова О.М., Псурцева Н.О., Кулаков О.Ю. «БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ (ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ)», «БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ» ТА «ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ» : ТЕКСТИ ЛЕКЦІЙ : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. 82с.</p>
Законодавчі і нормативні документи (інструкції, накази)	<p>НПАОН 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті [Чинний від 2007-06-15], 2015.</p> <p>НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт [Чинний від 2015-03-03], 2015.</p> <p>НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання [Чинний від 2018-05-01] 2018.</p> <p>НПАОП 45.21-1.03-98. Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва мостів (укр) [Чинний від 1998-03-09] Київ, 2000</p> <p>НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів [Чинний від 2013-02-08] 2013.</p> <p>НПАОП 0.00-2.01-05 Перелік робіт з підвищеною небезпекою [Чинний від 2017-04-14] 2005.</p>

НПАОП 63.21-3.03-08. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам дорожнього господарства [Чинний від 2008-12-24] 2008.

ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Чинний від 2007-01-01] Київ : Мінбуд України, 2006 р. 75с.

ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Чинний від 2017-07-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2016 р. 38с.

ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту [Чинний від 2019-11-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2019 р. 102с.

ДСТУ 8903:2019. Мости автодорожні. Класифікація елементів [Чинний від 2020-10-01] Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2021. 44 с.

ДСТУ 8904:2019 Настанова з улаштування гідроізоляції проїзної частини автодорожніх мостів [Чинний від 2020-10-01] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 24с.

ДСТУ 8908:2019 Автодорожні мости. Класифікація дефектів [Чинний від 2020-10-01] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2021. 72с.

Стандарти

ДБН В.2.3-37641918-553:2013 Мости та труби. Сталезалізобетонні конструкції [Чинний від 2013-09-01] Київ : Укравтодор, 2013. 81с.

ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Навантаження та впливи. Мости та труби [Чинний від 2010-03-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 84с.

ДБН В.2.3-6-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження та випробування [Чинний від 2010-03-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 63с.

ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Чинний від 2007-02-01] Київ : МІНІСТЕРСТВО БУДІВНИЦТВА, АРХІТЕКТУРИ ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА України, 2006. 217 с.

ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування [Чинний від 2009-11-11] Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 73 с.

ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1 [Чинний від 2020-06-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 62с

ДСТУ 8989:2020 Настанова з утримання автодорожніх мостів [Чинний від 2021-07-01] Київ : ДП «УкрІДДНЦ», 2021. 46с.

ДСТУ Б В.2.3-12:2004 Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови. Зміна №1 [Чинний від 2012-01-01] Київ : ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ З БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ, 2004. 30с.

ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будівель і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови [Чинний від 2010-10-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 32с.

ДСТУ 8903:2019 Мости автодорожні. Класифікація елементів [Чинний від 2020-10-01] Київ : Будівництво мостів, ДП «ДерждорНД», 2022. 32с.

ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів [Чинний від 2023-01-01] Київ : Будівництво мостів, ДП «ДерждорНД», 2021. 84с.

ДБН А.3.2-2:2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві [Чинний від 2012-04-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2012р. 120 с.

ДСТУ Б А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів [Чинний від 2014-01-01] Київ: Мінрегіон України, 2014р. 34 с

ДБН А.2.1-1:2008 Інженерні вишукування для будівництва (укр) [Чинний від 2008-07-01] Київ: Мінрегіонбуд України, 2008р. 74 с.

ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва [Чинний від 2017-01-01] Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 49с.

ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України [Чинний від 2014-01-01] Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 116с.

ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення [Чинний від 2019-01-01] Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 40с.

ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво [Чинний від 2016-04-01] Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. 91с.

ДБН В.2.3-6:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження та випробування [Чинний від 2010-11-11] Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.

ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб [Чинний від 2017-01-01] Київ : ДП «ДерждорНД», 2016. 92с.

ДСТУ Б В.2.3-11-2004 Споруди транспорту. Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови [Чинний від 2005-01-01] Київ : ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ З БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ, 2004. 14с.

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [Чинний від 2011-01-01] Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127с

ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови [Чинний від 2021-08-01] ТК 307 : ДП «ДерждорНД», 2021. 102с.

ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії [Чинний від 2014-01-01] Київ : Мінрегіон України, 2013. 36с.

ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги [Чинний від 2019-01-01] Технічний комітет стандартизації «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ТК 307), 2017. 43с.

ГБН В.2.3-218-007:2012 Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування [Чинний від 2012-10-01] (Укравтодор) Київ : Київ ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ, 2012. 47с.

ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобильные дороги. Применение геосинтетических материалов в дорожных конструкциях. Основные требования [Чинний від 2012-01-01] Київ : Міністерство інфраструктури України, 2014. 47с.

ТТК 37641918/03450778-208:2016 Типова технологічна карта на монтаж розрізних залізобетонних балок прогонової будови довжиною 18 м при будівництві мостів [Чинний від 2017-01-01] Київ : УКРАВТОДОР : ДП «ДерждорНД», 2016. 27с

Сторінки з веб-сайтів

Портал державної електронної системи у сфері будівництва <https://e-construction.gov.ua/>
Online сервіс для роботи з нормативними документами <http://online.budstandart.com/ua/>

Комп'ютерні програми

Програма для автоматизованого проектування і креслення AutoCAD 2022
Кошторисний програмний комплекс АВК-5
ЛПРА – програмний комплекс для проектування і розрахунку будівельних конструкцій
Програмний пакет Microsoft Office 2013

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України