

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Кафедра «Мости»

До захисту:

Завідувач кафедри МТ

_____ О. Л. Тютькін

« ____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ОС «магістр»

Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціалізація «Мости і транспортні тунелі»

Тема: «Особливості проектування криволінійних сталезалізобетонних
автодорожніх балок»

Theme: “Features of a design of the curved composite girder of road bridges”

Керівник магістерської роботи	<u>доц.</u> (посада)	_____ (підпис)	<u>Марочка В. В.</u> (ПІБ)
Консультант розділу з БЖД	<u>Д.т.н., проф.</u> (посада)	_____ (підпис)	<u>Заяць Ю. Л.</u> (ПІБ)
Нормоконтролер	<u>Асистент</u> (посада)	_____ (підпис)	<u>Овчинников П. А.</u> (ПІБ)
Виконавець, студент групи МТ1921 Student		_____ (підпис)	<u>Віданов А.Д.</u> (ПІБ) <u>Vidanov Artem</u>

2020

РЕФЕРАТ

Дана магістерська робота представлена на 74 сторінках. Містить 40 рисунків. 9 таблиць. Та 29 літературних джерел.

Об'єктом мого дослідження є споруда №13, що знаходиться у місті Запоріжжя. Споруда №13 представляє собою криволінійну, сталезалізобетонну автодорожню балку, естакаду.

Метою моєї магістерської роботи є отримання результатів переміщень від стадій зведення. Коли встановлюється опалубка та виконується бетонування автодорожньої плити проїзду, є потреба в контролюванні відміток переміщень. Це можливо зробити тільки маючи модель, яка наведена у даній роботі. Переміщення це є кінцевий результат, згідно переміщенням буде виконуватись монтаж. Без цих даних бетонування плити не є можливим.

У даній роботі виконано аналітичний розрахунок та моделювання МКС у ПК Midas Civil. Були отримані зусилля та порівняння отриманих результатів. Моделювання виконано у вісім стадій зведення з урахуванням реологічних властивостей бетону на кожній зі стадій. Отримані результати переміщень на кожній стадії зведення.

Галузь застосування приведених споруд має великий спектр мостобудування у всьому світі. Використовується як автомобільних переправ, так і для залізничних мостів під високошвидкісні потяги

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	2
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ	6
1.1 Огляд існуючих конструкцій.	6
1.2 Види з'єднань	11
1.3 Види монтажу	14
1.4 Криволінійні сталезалізобетонні балки	17
1.5 Споруда №13	19
1.6 Прогонова будова.....	21
1.7 Мостове полотно	27
1.8 Проміжні опори та стоян	29
1.9 Норми проектування.....	32
РОЗДІЛ 2 Загальні дані та аналітичний розрахунок	34
2.1 Загальні відомості	34
2.2 Вихідні дані.....	35
2.3 Варіанти розрахунку	37
2.4 Аналітичний метод	38
2.4.1 Постійні та тимчасові навантаження.	38
2.4.2 Визначення КГР від навантаження АК–15	39
2.4.3 Знаходження ліній впливу.....	39
2.4.4 Збирання навантажень	41

					<i>011.160004 МР.2020.000</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Віданов А. Д.				Зміст	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Марочка В.В.						3	
Керів.розділу	Марочка В.В.							
Консульт.								
Н.контроль	Овчинников					ДНУЗТ, група МТ1921		

2.4.5 Геометричні характеристики перетину СТЗБ балки.....	44
2.4.6 Напруження у СТЗБ перетині.....	46
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ У MIDAS CIVIL.....	49
3.1 Порядок дій.....	49
3.2 Стадії зведення.....	49
3.3 Особливості моделювання.....	54
3.4 Рухомі навантаження.....	55
3.5 Зусилля від рухомого навантаження.....	57
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	59
4.1. Охорона праці під час виконання робіт з бетонування монолітної залізобетонної плити.....	59
4.1.1 Загальні вимоги.....	60
4.2. Дії працівників в аварійних ситуаціях.....	68
ВИСНОВОК.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71

ВСТУП

В сучасному світі однією із актуальніших проблем в мостобудуванні є забезпечення надійної та довговічної експлуатації мостів . Це пояснюється такими факторами:

- збільшення віку мостів;
- зростає інтенсивність руху, динамічні впливи та власна вага конструкцій;
- зростає агресивність зовнішнього середовищ

Конструкції мостів в основному схильні до руйнування через розповсюдження дефектів типу тріщин. Процес руйнування в таких матеріалах може тривати роками – від моменту утворення перших тріщини і до початку її критичного зростання. Тому своєчасне виявлення таких дефектів є важливою та складною проблемою. Виявлення значної частини дефектів в мостах ускладнюється внаслідок того, що металеві елемента покриті фарбами, в залізобетонних конструкціях арматура знаходиться в бетоні.

Фактичний термін роботи залізобетонних конструкцій мостів – 25-30 років, після чого потрібні дорогі ремонтні роботи, що не відповідає потенціальним властивостям залізобетону як матеріалу.

Тому дослідження світового досвіду і впровадження ефективних конструкцій на автодорожніх мостах є важливою і актуальною задачею в мостобудуванні.

					<i>011.160004 МР.2020.000</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Віланов А. Д.				Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Марочка В.В.						5	
Керів.розділу	Марочка В.В.					ДНУЗТ, група МТ1921		
Консульт.								
Н.контроль	Овчинников							

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

1.1 Огляд існуючих конструкцій.

У теперішній час за кордоном та у вітчизняному містобудівництві, сталезалізобетонні прогонові будови набули широкого розвитку та розглядаються як сучасний вид мостових конструкцій для автодорожніх, міських мостів [29].

Для систематизації сучасних рішень прогонових споруд сталезалізобетонних мостів, скористаємось класифікацією, яка приведена у доповіді германських професорів. G. Hanswille, G Sadlacek.[1]

1. Типові сталезалізобетонні мости з використанням балок двотаврового та коробчастого перерізу (typical composite road bridges with open sections and box girders).
2. Сталезалізобетонні балки коробчастого перерізу з подовженими консолями залізобетонної плити. (composite box girders with wide cantilevering concretedecks).
3. Сталезалізобетонні арки з затяжкою (composite bowstring arches).
4. Сталезалізобетонні наскрізні ферми (composite trusses).
5. Сталезалізобетонні мости для виконання малих та середніх прогонів (composite bridges for small and mediumspans).
6. Вантові мости (cablestayed bridges)
7. Мости через канали (canal bridges).

Типові перерізи прогонових споруд сталезалізобетонних мостів діляться на три основні категорії. (рис.1.1)

1. Залізобетонні плита у поєднанні з трьома прокатними або зварними

					011.160004 МР.2020.000			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Віданов А. Д.				Розділ 1 Аналіз існуючих конструкцій	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Марочка В.В.						6	
Керів.розділу	Марочка В.В.					ДНУЗТ, група МТ1921		
Консуьлт.								
Н.контроль	Овчинников							

2. балками двотаврового перерізу. (plate girder bridge with three rolled or welded main girders).
3. Залізобетонні плита у поєднанні з двома окремими балками коробчастого перерізу. (crosssection with two separated box girders)
4. Залізобетонні плита у поєднанні з балкою коробкою (box girder).

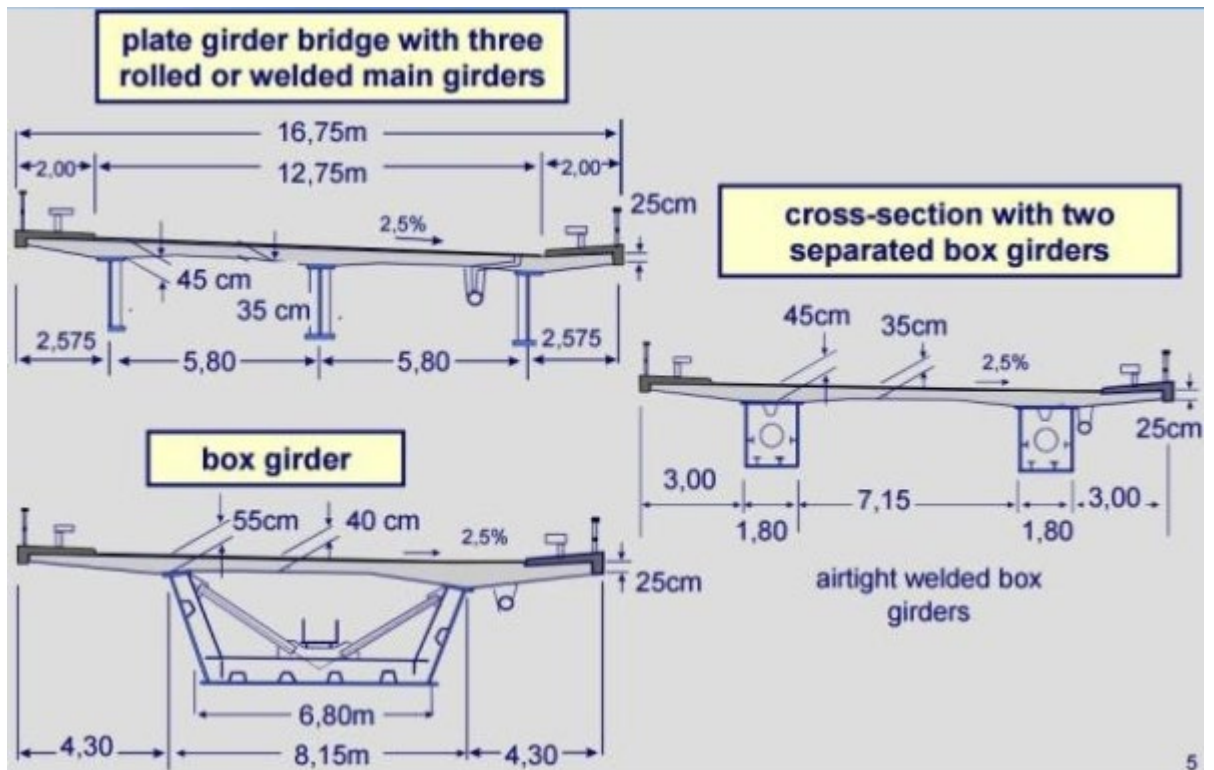


Рисунок 1.1 – Типові перерізи прогонових будов сталезалізобетонних мостів.

Стосовно сталезалізобетонних балок прогонових споруд коробчастого перерізу, то у них застосовується додаткове бетонування у прогоні та у місці обпирання на опори (Рисунок 1.2; 1.3). Балка коробчастого перетину з бетонованим нижнім поясом має назву подвійна стале залізобетонна балка (double composite box girder)[2; 3]

Одним з основних типів сталезалізобетонних прогонових споруд є балка коробчастого перерізу з гофрованими стінками. (box girders with corrugated webs) [4; 5]. Балка приведена на Рисунок 1.4. Гофра стінка має трапецеїдальну форму.

					011.150006.ДР.2019.000		Арк.
							7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

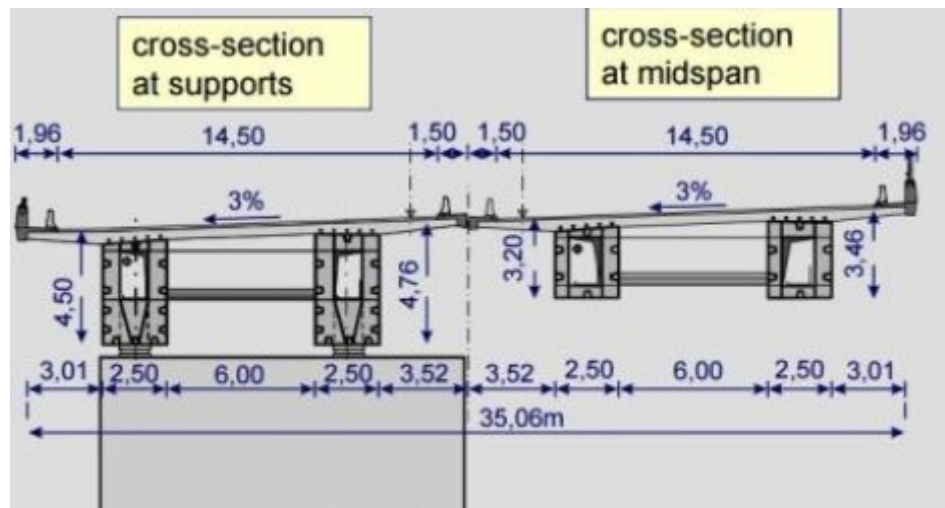


Рисунок 1.2 – Переріз прогонової споруди з двома балками коробчастого типу на опори (cross-section at midspan) та прогоні (cross section at supports).

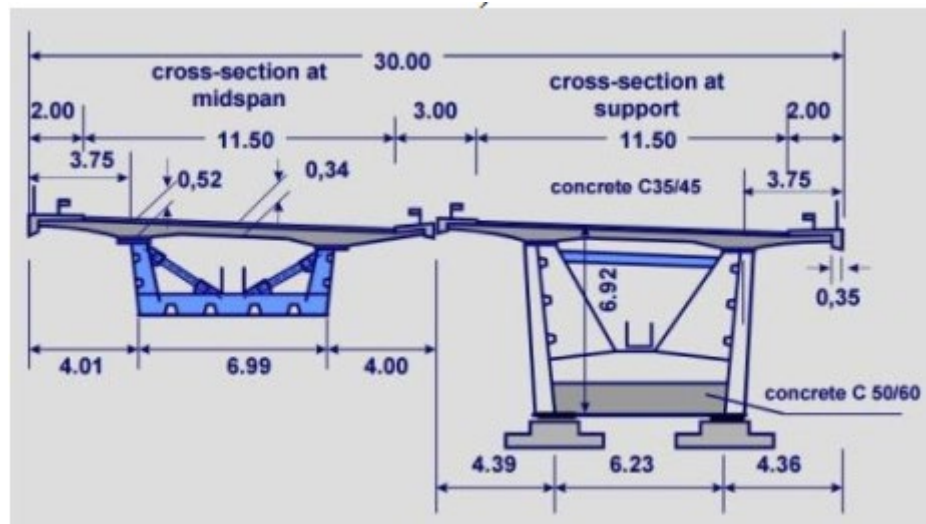


Рисунок 1.3 – Переріз прогонової споруди з однією балкою коробчастого типу на опори (cross-section at midspan) та прогоні (cross section at supports).

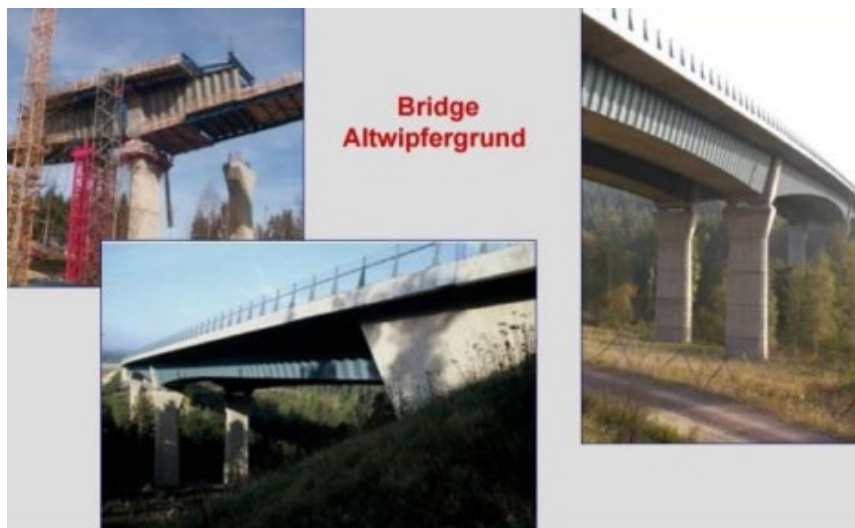


Рисунок 1.4 – Переріз прогонової будови коробчастого типу з гофрованими стінками

Для зведення мостів на авто дорогах високих категорій, застосовують сталезалізобетонні балки коробчастого перерізу з подовженими консолями залізобетонної плити (рис 1.5).

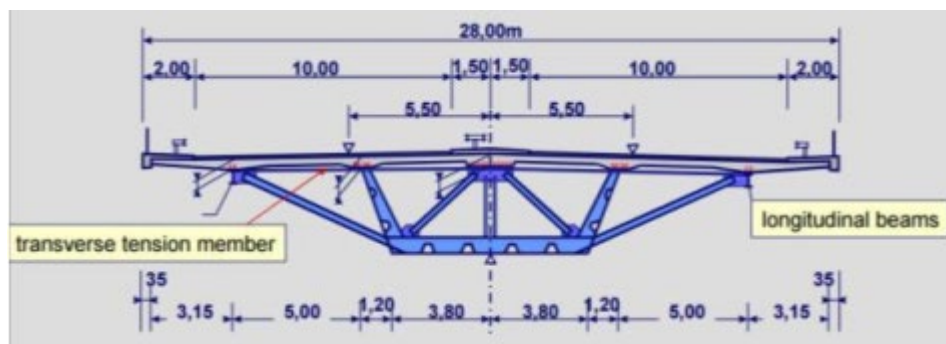


Рисунок 1.5 – Переріз балки коробчастого типу з подовженими консолями залізобетонної плити.

Для перекриття великих прогонів можливе використання сталезалізобетонної арочної прогонової будови. Арочні конструкції, ажурні ферми (Рисунок 1.6).

Сталезалізобетонна арка – конструкція якою часто користуються при обмеженні будівельної висоти прогонової споруди. Переважно через канали та ріки. Конструкція проїзної частини зв'язана з сталеву конструкцією арки у кінцях мосту та виступає у ролі елемента на тяжіння у загальній системі.

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Рисунок 1.6 – Сталезалізобетонна арка з затяжною [1]

Сталезалізобетонні мости для малих та середніх прогонів розділяються на декілька типів, які мають суттєві різновиди як в конструкції так і в технології зведення [1;6; 7]. У залежності від загальної довжини прогонової будови та транспортних вимог, до проекту може бути допущено прогоно довжиною до 34 метрів (при виготовленні на заводі металевих балок) або, у рідких випадках довжиною до 45 метрів.

Сталезалізобетонні наскрізні ферми (composite trusses). Є дуже яскравий приклад, який був побудований у 1993 р. Та експлуатується в наші дні. Сталезалізобетонна наскрізна ферма через річку Маін, Німеччина. Це суцільний (нерозрізний) двоколіїний міст за схемою 83,2+208+83,2 завдовжки 374,4 м (Рисунок 1.7). Міст був побудований для високошвидкісних потягів[10].

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – Сталезалізобетонна ферма у місті Нантенбах (Nantenbach).

1.2 Види з'єднань

Прогонові будови які мають поєднання сталевих повздовжніх балок з поперечними залізобетонними балками над опорами, мають перевагу у вигляді об'єднання у нерозрізну конструкцію без виконання болтових, або зварних з'єднань (Рисунок 1.8). За цими умовами конструкція залізобетонної плитипроїзної конструкції може бути повністю монолітною, а також збірно – монолітною. При використанні збірних елементів довжиною яка дорівнює кроку балок у перерізі які працюють як нез'ємна опалубка при бетонуванні.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

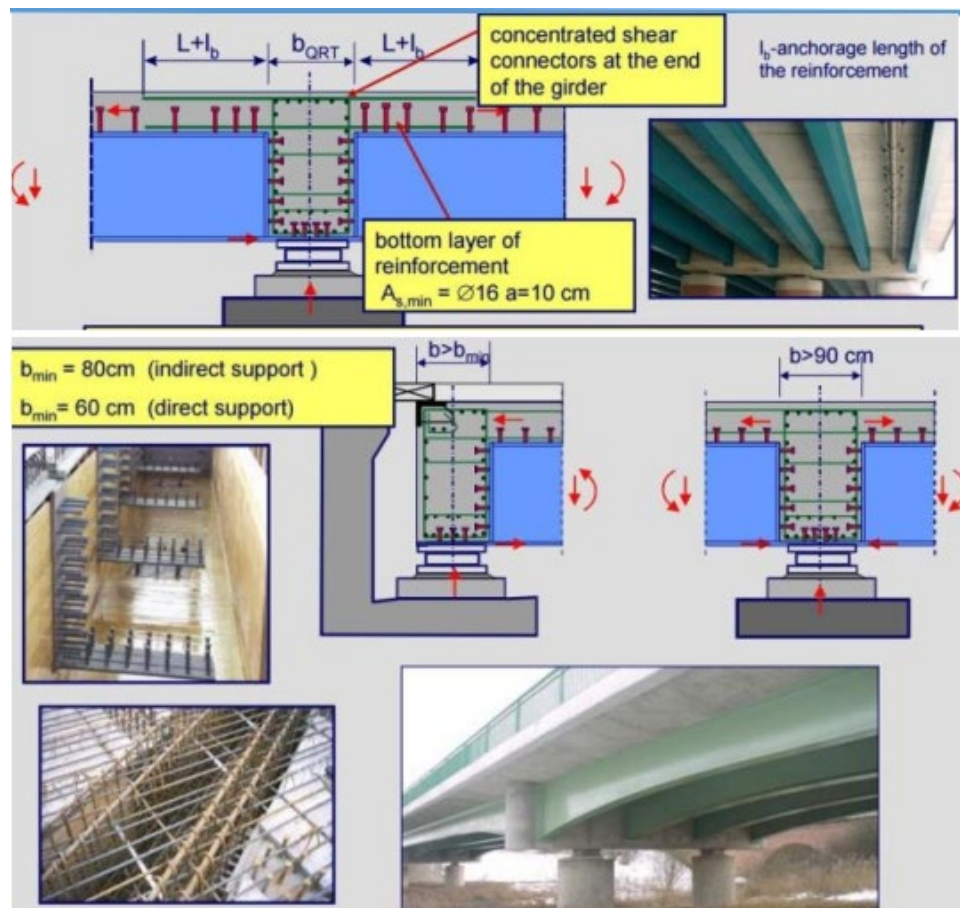


Рисунок 1.8 – Сталезалізобетонні прогонові споруди які мають з'єднання у вигляді залізобетонних балок над опорами. Конструкція об'єднання.

З'єднання в збірній залізобетонній проїзній частині. Основні види з'єднань. У збірній залізобетонній проїзній частині слід розрізняти насамперед об'єднувальні шви, які передають переважно зсувні, а також вертикальні (притискають і відривають) зусилля, і стикові шви, передають головним чином перпендикулярні до шву горизонтальні зусилля, а також згинальні моменти і поперечні сили в плиті. Крім того, у випадках стикування плити над тими елементами, з якими вона об'єднується (над головними, поперечними, поздовжніми балками і т.д.), застосовують сумісні шви, що виконують одночасно функції об'єднання і стикування. Окремо треба сказати про шви прикріплення до головних ферм поперечних ребер, горизонтальних діафрагм і інших елементів. Ці шви мають невелику довжину, що дозволяє вважати розподіл зсувних зусиль рівномірним.

У швах збірної залізобетонної проїзної частини застосовують багато видів з'єднань: в'язку арматури шва, зварювання арматурних випусків,

										011.150006.ДР.2019.000	Арк.
											12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

зварювання і приварювання заставних деталей, високоміцні з використанням заставних деталей, звичайні болти (і навіть заклепки) з використанням заставних деталей і розсвердлюванням отворів на монтажі, високоміцні болти (або міцну арматуру), які обжимають бетон, омоноличування різних видів, сухе упирання.

Види омоноличування також різноманітні. Найбільш поширеним до останнього часу було омоноличування швів і вікон бетоном на дрібному заповнювачі. При цьому товщина швів повинна бути не менше 4-6 см. Шви меншої товщини (1-3 см, іноді і більше) часто омоноличують укладанням цементно-піщаного розчину або іноді зачеканенням жорсткого розчину. Заслужовує на серйозну увагу досвід ін'єктування в шви текучого цементно-піщаного (або цементного при товщині швів близько 1 см) розчину під тиском. Перспективним є також заповнення швів товщиною близько 1 см клеє-піщаним розчином. Найбільш тонкі шви можна заповнювати цементним клеєм, епоксидним клеєм або сухим цементним порошком.

Шви, в яких немає з'єднань за допомогою сталевих деталей, здатні передавати стискають і в деякій мірі зсувні зусилля і напруги. Шви з з'єднанням, натягом або анкеруванням сталевих частин можна запроектувати рівноцінними з з'єднувальними елементами по міцності і тріщиностійкості на передачу всіх видів зусиль і напружень, в тому числі і розтягувальних.

Призначенням омоноличування є або тільки збільшення довговічності збірної конструкції (попередження корозії сталі, вилуговування бетону і т.д.), або також і часткова або повна передача зусиль (стискуючих або зсувних) через матеріал омоноличування. Омоноличування майже всіма застосовуваними в даний час матеріалами (бетоном, розчином, клеєм) є мокрим процесом, що ускладнює проведення робіт, особливо в зимових умовах.

Найменш зручні для виконання робіт шви, які не здатні передавати зусилля до того, як буде виконано омоноличування і матеріал його затвердіє. Значно краще з цієї точки зору є так звані монтажно-сухі шви, які здатні

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передавати без омонолічування монтажні зусилля, зусилля тимчасової експлуатації або навіть повне розрахункове зусилля, але вимагають наступного омонолічування (в теплу пору року), щоб надати конструкції довговічність або також збільшити несучу здатність шва. І нарешті, оптимальні з точки зору виконання робіт є сухі шви, вони взагалі не потребують омонолічування. Однак задовільних конструкцій сухих стикових швів збірної залізобетонної плити поки ще немає.

1.3 Види монтажу

Для прискорення процесу будівництва сталезалізобетонних прогонових споруд застосовують збірні балки збірними елементами якої є стальна стінка та збірний бетонний елемент (Рисунок 1.9). Поєднання балок виконується влаштуванням бетонної суміші без використання опалубки. Збірні балки мають меншу монтажну вагу у порівнянні з напруженими залізобетонними балками.

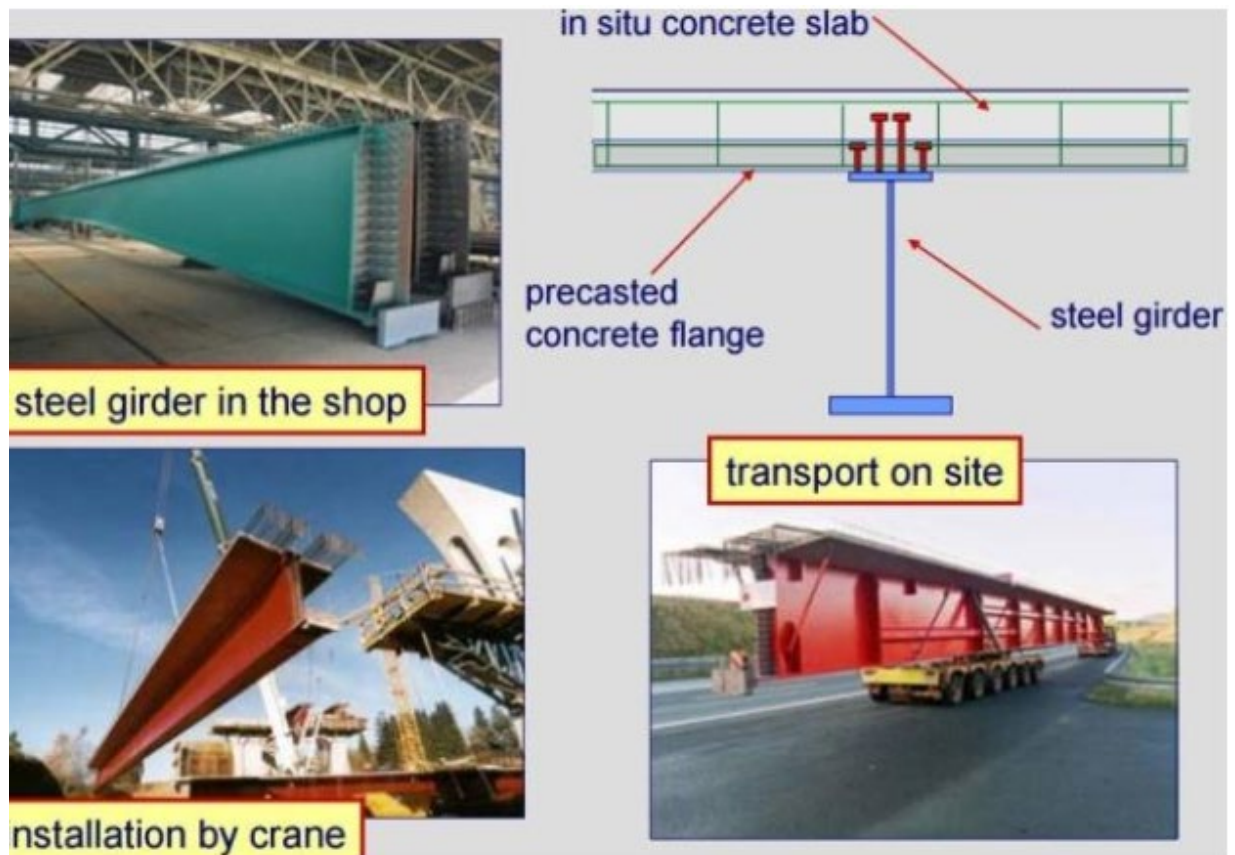


Рисунок 1.9– Комбіновані, збірні, сталезалізобетонні балки.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

VFT – filler beams (VFT – filler балки) (рис.1.10) у вигляді двох спарених металевих балок та збірного бетонного елемента. Першочергово були розроблені тільки під залізничні мости. Але у продовж декількох десятиліть, знайшли широкого застосування у будівництві автодорожніх мостів також. Основними перевагами даної конструкції є те, що вона забезпечує мінімальну будівельну висоту та має високу несучу спроможність.

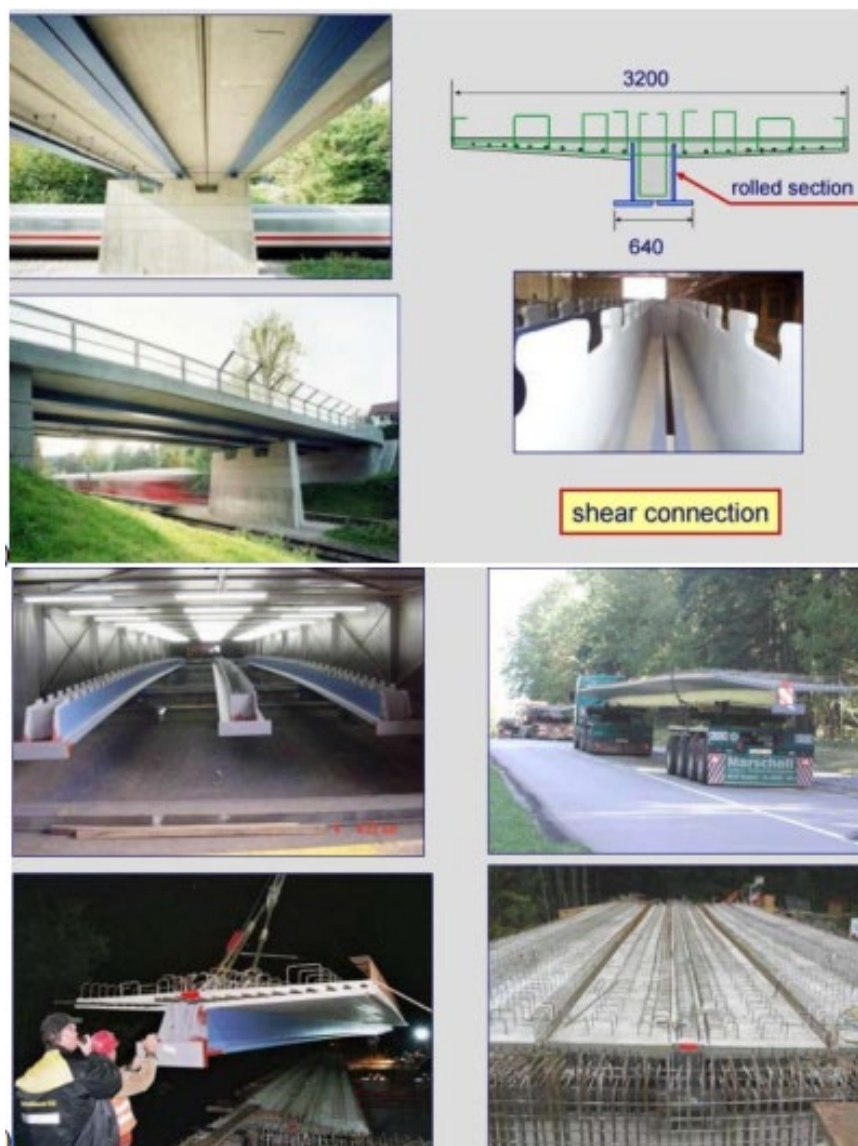


Рисунок 1.10– Сталезалізобетонні прогонові споруди з застосуванням технології «VFT – filler beams». Конструкція прогонової будови. Конструкція балки.

Prefle – beams (Prefle – балки) (рис 1.11). Використовують для сталезалізобетонних прогонових будов. Мають таку особливість як попередній згин прокатної балки з подальшим бетонуванням нижньої полки. Бетонна частина яка стиснута таким чином, отримує попереднє напруження, що в свою чергу призводить до підвищеного опору до згину при експлуатації мосту.

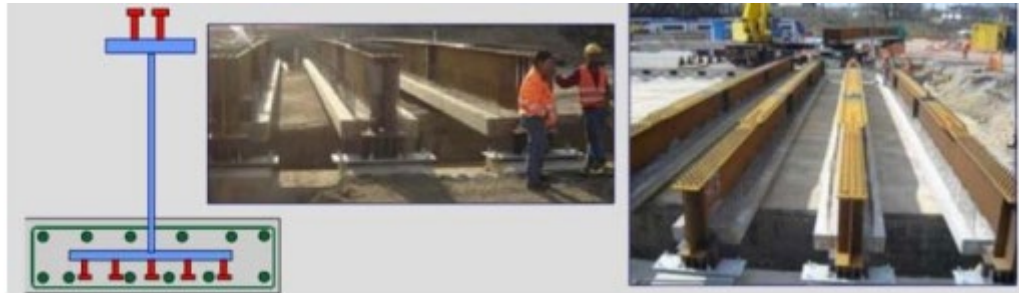


Рисунок 1.11– Сталезалізобетонні прогонові споруди з застосуванням технології Prefle – beams [1].

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.4 Криволінійні сталезалізобетонні балки

У міських умовах, там де є обмеження у просторі та не має можливості прокласти пряму балку, виникає потреба прокласти криволінійну споруду. Перевага металевих балок є дуже суттєвою перед залізобетонними. Металеві балки значно легше. Також металеві балки реально просто насунути на потрібні опори без використання великої кількості допоміжних підмостей, як було б з залізобетоном. Також для металевих балок не потрібно влаштовувати опалубку, що при криволінійному спорудженні залізобетонної балки значно ускладнює процес монтажу через його індивідуальність. На рисунок (1.12). Зображено процес будівництва у міських умовах з використанням криволінійних металевих балок.



Рисунок 1.12– Зведення високошвидкісної автомагістралі у умовах щільної забудови. Гамбург.

Управління дорожнього руху Гамбурга назвало будівництво восьмисмугового мосту Лангенфельд «вищим досягненням інженерів». Робота над прибудовою А7 почалася в червні 2014 року з знесення і нового будівництва моста Лангенфельд. Лише через чотири роки будівництва новий міст був завершений, як і планувалося. Роботи зі зведення мосту велися як

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

при працюючій автомагістралі, так і при русі по ній залізничним і автомобільним транспортом. Новий міст має елементи захисту від шуму заввишки більше семи метрів, що підвищує якість життя мешканців з точки зору транспортного шуму. [11].

Криволінійні балки знайшли ширшого застосування у транспортних розв'язках. Наприклад у місті Запоріжжя на рис (1.13). Зображено вже встановленні металеві балки коробчастого перетину, на яких влаштовують арматурний каркас для плити проїзної частини. У поєднанні з якою споруда носитиме назву сталезалізобетонна балка.



Рисунок 1.13– Зведення сталезалізобетонного мосту через річку Дніпро.
Запоріжжя.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

1.5 Споруда №13

Стан споруди. По результатам виконаного детального обстеження споруди №13(автодорожньої естакади на з'їзді №1 транспортної розв'язки №3 на лівому березі р. Дніпро), здійсненого ТДВ «Інститут Дніпродіпротранс», аналізу наявної проектної і виконавчої документації та інструментальних вимірювань відзначається наступне: •Збудовані несучі залізобетонні конструкції проміжних опор та стояна (тіло опор, ригелі, опорні тумби, шафова стінка, бокове крило стояна та ділянка сполучення з підпірною стінкою з правого боку підходу) не мають дефектів силового походження. В той же час виявлено певну кількість дефектів корозійного та механічного походження як бетону, так і арматури. Вказані дефекти в основному виникли після зупинки виконання будівельних робіт і пов'язані з не завершеною деяких видів робіт, передбачених проектом (нанесення гідро ізоляційного покриття, антикорозійний захист металоконструкцій).

Несучі металеві конструкції головних балок прогонової будови мають дефекти корозійного пошкодження після виконання монтажних зварних швів поєднання блоків заводського виготовлення та монтажних з'єднань на високо міцних болтах, які пов'язані з відсутністю захисного антикорозійного покриття на більшості зовнішніх поверхонь коробчастих балок (окрім прогонів 7-8 та 8- 9, на яких здійснене захисне фарбування).

Руйнування ґрунтувального заводського шару, нанесеного на поверхні металоконструкцій прогонової будови, у місцях установа кріпильних елементів та по кромкам просвердлених по місцю технологічних отворів у бокових стінках балок при установці опалубки бетонування монолітної плити проїзної частини.

Поверхнева корозія ділянки нижнього поясу внутрішньої балки прогонової будови над опорою №7-13. Іржаві потьоки спостерігаються на всій висоті монтажного зварного шва по внутрішній стінці головної балки із затіканням на нижній пояс. Поява цього дефекту пов'язана з тим, що не організоване во довідведення з проїзної частини, передбачене проектом, з

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установленням во довідвідних трубок та магістрального трубопроводу відведення зливових вод у очисну споруду.

Недостатня товщина захисного шару бетону монолітної залізобетонної плити проїзної частини з оголенням конструктивної арматури (особливо у спо лученні з консольною ділянкою пішохідного тротуару). Наявність локальних тріщин сітчатого розповсюдження та глибиною 10-15 мм у поверхневому шарі бетону плити та консолях розташування пішохідного тротуару і підвищеної технологічної ділянки для закріплення бар'єрного огороження.

Велика кількість усадочних поперечних тріщин локального розповсюдження та волосяного розкриття у монолітному бетоні консольних ділянок монолітної залізобетонної плити на пішохідному тротуарі.

Елементи укріплення конусу стояна та ділянка сполучення естакади з автодорожнім підходом не завершені будівництвом у обсязі, передбаченому проектними рішеннями, що призводить до затікання води у тіло конусу по швам між картами укріплення та вимивання дренажного ґрунту. Характерним для усіх збудованих опор естакади, залізобетонної плити прогонової будови та металоконструкцій прогонової будови являється постійний вплив атмосферних опадів та агресивних для бетону та сталі сполук у атмосфері, що потрапляють на ділянки конструкцій, не покритих гідроізоляцією та антикорозійним захисним покриттям. На фасадних поверхнях проміжних опор (за виключенням опор №7-13 та №8-13) і шафовій стінці стояна виявлені вертикальні тріщини розкриттям від 0,02 (волосяні) до 0,5 мм та різного характеру розповсюдження. Наявність тріщин без їх зашпаровування сучасними ремонтними матеріалами та виключенням впливу на робочу арматуру може призвести до втрати міцності та несучої здатності перерізів несучих конструкцій споруди. На підставі виконаних інструментальних вимірювань та порівняння обсягу виконаних робіт з проектними рішеннями зроблені наступні висновки:

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збудовані несучі конструкції проміжних опор, стояна, залізобетонної плити прогонової будови, а також змонтовані елементи облаштування мостового полотна, деформаційних швів та опорних частин згідно результатам візуального огляду та обмірюванню, відповідають характеристикам, передбаченим проектною документацією;

результати випробувань фізико-механічних характеристик бетону збудованих конструкцій споруди показали відповідність фактичної міцності бетону на стиск розрахунковим характеристикам, прийнятим при проектуванні, окрім залізобетонної плити прогонової будови; •на час обстеження несуча здатність збудованих конструкцій проміжних опор, стояна та прогонової будови відповідає проектним вимогам;

при виконанні антикорозійного захисту металоконструкцій прогонової будови згідно проектного рішення, усі ділянки непофарбованих внутрішніх та зовнішніх поверхонь головних балок та поєднальних діафрагм підлягають піскоструминному очищенню зі зняттям заводського ґрунтувального шару, який у значній мірі піддався руйнуванню;

наявність характерних дефектів і ушкоджень у збудованих конструкціях (групах конструкцій) естакади потребує виконання робіт по усуненню виявлених дефектів при продовженні будівництва;

технологічна перерва у будівництві значною мірою впливає на можливість використання збудованих конструкцій без втрати ними проектною несучою здатності, яка повинна перевірятись додатковими розрахунками.

1.6 Прогонова будова

Сталезалізобетонна нерозрізна балочна прогонова будова споруди №13 індивідуальної конструкції, запроектована із двох головних металевих балок коробчастого перерізу, об'єднаних по верху монолітною залізобетонною плитою.

Будівельна висота прогонової будови – 2,85м (рис.1.14).

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

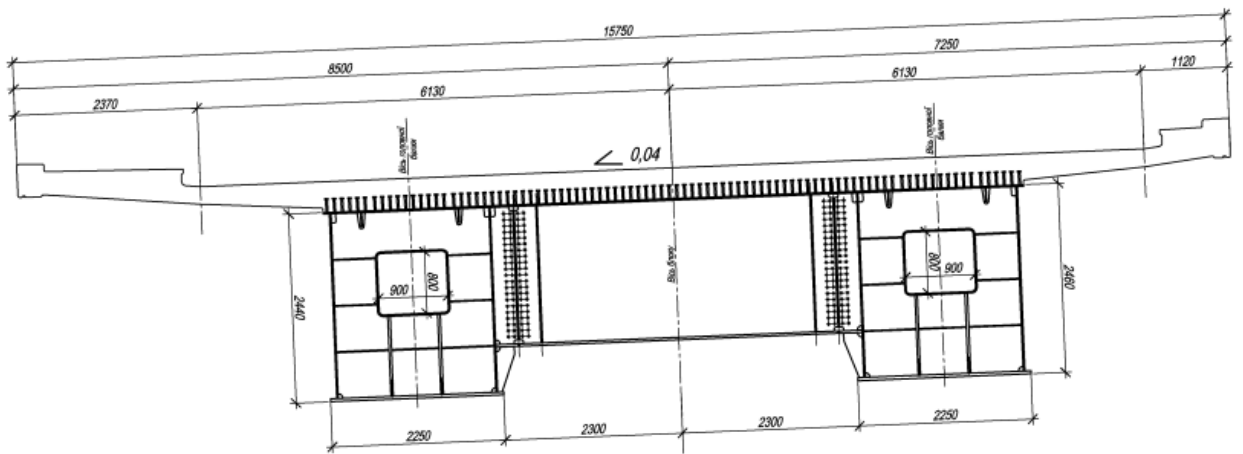


Рисунок 1.14– Поперечний переріз прогонової будови. Споруда №13.

У зв'язку з розташуванням споруди частково на горизонтальній кривій у плані та частково на перехідних кривих, коробчасті балки виготовляються окремими блоками криволінійного окреслення (рис.1.15).

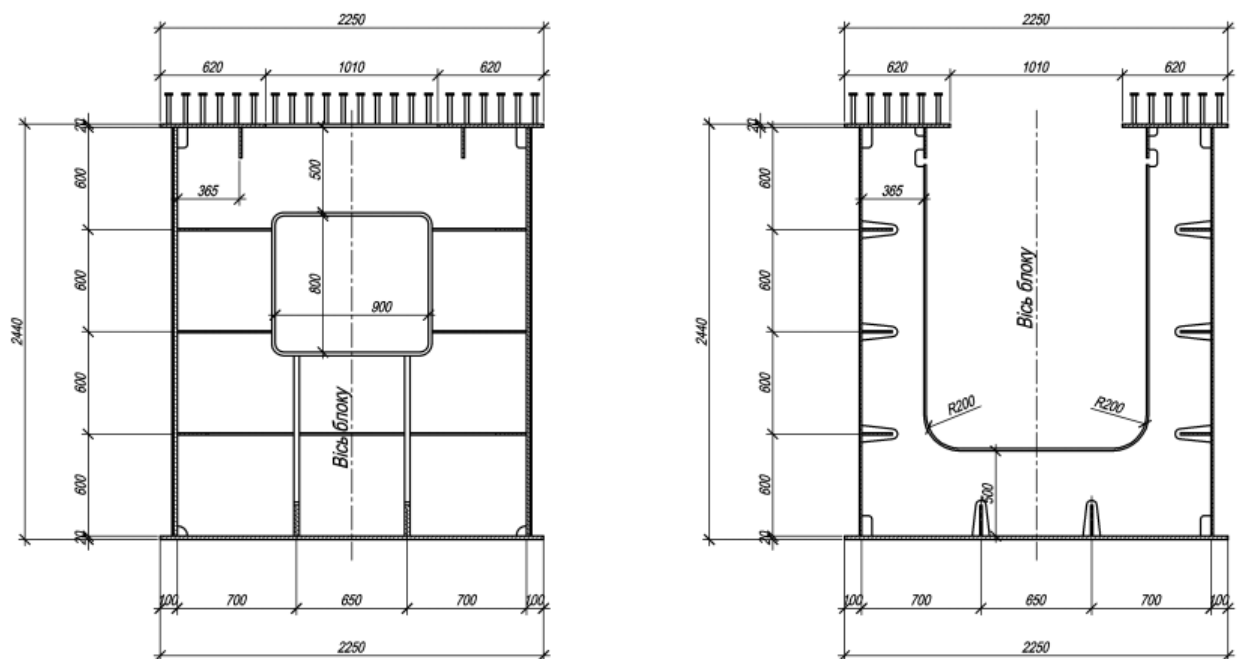


Рисунок 1.15 –Блоки коробчастих балок. Споруда №13.

Схема розкладки монтажних блоків споруди по осі внутрішньої балки (гілки 1) - $9,45+22,32+18,722+22,034+189,689+21,985+18,689+21,985+18,689+22,320+19,132+22,80+8,956$. Загальна довжина (між осями опор №3-11в та №9-13) = 245,771 м.

Зовнішня балка (гілка 2) монтується по наступній схемі:

$$9,45+22,642+19,483+23,395$$

$$+ 19,907+23,419+19,907+23,419+19,907+23,235+19,344+22,80+8,924.$$

Загальна довжина (між осями опор №3-11в та №9-13) = 255,832 м.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Максимальна довжина блоків заводського виготовлення – 23,8 м. Максимальна вага блоку – до 49,0 т.

На проміжних опорах та стояні балки з'єднані між собою металевими діафрагмами із закріпленням на високоміцних болтах.

Об'єднання блоків головних балок прогонової будови на монтажі передбачене зварюванням. При стикуванні балок вздовж споруди зварюються нижні пояси суміжних коробчастих блоків, потім стінки, ребра та верхні пояси балок.

Детальна технологія зварювання з розробкою регламенту на утворення монтажних стиків розроблена інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона.

У зв'язку зі складною конфігурацією балок та розташуванням прогонової будови на кривій, перед зварюванням на монтажі особлива увага приділяється геодезичному контролю на усіх етапах зварювальних робіт для досягнення проектної геометрії за умови необхідності підкручування блоків по довжині та прирізання кромки листів, що стикуються.

При виготовленні сталевих конструкцій прогонової будови передбачене використання наступних матеріалів та напівфабрикатів:

- Для всіх елементів головних балок – сталь 09Г2ЮЧ-3 та 10ХСНД-2 класу міцності С390;
- Допоміжні конструкції прогонових будов (елементи проїзної частини, водовідвід, оглядові облаштування – СтЗсп5 для товщин ≥ 10 мм та СтЗпс для товщин < 10 мм;
- Гнучкі анкери у верхніх поясах, на ділянках об'єднання з монолітною з.б. плитою – діаметром 22 мм марки S235J2G3;
- Високоміцні болти та гайки для з'єднання основних конструкцій у відповідності з ГОСТ 22353 – 77 (ДСТУ ГОСТ 22353:2008) та ГОСТ 22353 – 77 (ДСТУ ГОСТ 22354:2008) марки 40Х «селект» (болти) та 40 (гайки);
- Болти та гайки для з'єднання секцій перил та бар'єрного огороження – класу міцності 4 та 5 згідно ГОСТ 1759.5-87 (ДСТУ ГОСТ 7798:2008 та ДСТУ ГОСТ 5915:2008)

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захватка 5 – у прогоні 6-7 (частково) та прогоні 7-8 (частково) на довжині 42,0м;

Захватка 6 – у прогоні 7-8 (частково) та прогоні 8-9 (частково) на довжині 42,0м;

Захватка 7 – у прогоні 8-9 на довжині 29,5м.

Поперечний ухил плити проїзної частини передбачений :

- По осі опори №3-11в - односкатним у напрямку від правої підвищеної технологічної ділянки плити проїзної частини для закріплення бар'єрного огороження до лівого пішохідного тротуару та складає $i = 0,02$;
- На ділянці від осі опори №4-13 до осі опори №7-13, розташованій на горизонтальній круговій кривій $R=108,5$ м та частково на кривій $R=155,32$ м – односкатним, у тому ж напрямку, із значенням $i = 0,04$;
- По осі опори №8-13 – односкатним, у тому ж напрямку, із значенням $i = 0,04$;
- По осі обпирання на стоян №9-13 – односкатним у напрямку від пішохідного тротуару до правої підвищеної технологічної ділянки плити проїзної частини для закріплення бар'єрного огороження із значенням $i = 0,022$.

Для бетонування плити проїзної частини використовується навісна дерево-металева опалубка, яка складається з металевих трубчастих консолей, підтриманих підкосами, та дерев'яних прогонів між консолями, а також бакелізованої фанери товщиною 21 мм для улаштування нижньої опалубної поверхні.

Кінцеві ділянки плити проїзної частини (з боку сполучення зі спорудою №11 та над стояном №9-13) на довжині 1,0 м бетонуються після установки елементів деформаційних швів та металоконструкцій і арматурних стрижнів їх анкерування у проектне положення.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Проектні характеристики монолітного бетону плити - бетон важкий конструкційний згідно ДСТУ Б В.2.7-43-96 класу міцності В35, марки по морозостійкості F 300 та водонепроникності W8.

Збірні плити, що встановлюються по верхнім поясам сталевих балок між гнучкими анкерами кожної гілки та замикають коробчастий переріз виготовляються із бетону з наступними характеристиками - В30, F 200, W6.

Обпирання прогонової будови на опори естакади передбачається на опорні частини фірми «MAURER» (виробництво Німеччини). Усі опорні частини (рухомі та нерухомі) сферичні, тобто для компенсації кута повороту мають сферичну тарілку.

У рухомих опорних частинах застосований антифрикційний матеріал MSM, що знижує коефіцієнт тертя при експлуатаційному навантаженні до 2%.

Нерозрізна прогонова будова споруди №13 обпирається на 7 опор (з №3-11в по №9-13). На опорі №6-13 встановлюються нерухомі опорні частини марки KF 10. На всіх інших – поздовжньо-рухомі марки KGe 11, KGe 10 та KGe 6 .

Опорні частини розраховані під опорні реакції:

- 1100 т (з переміщенням ± 150 мм) для опор №4-13 та №8-13.
- 1000 т (з переміщенням ± 150 мм) для опор №5-13 та №7-13.
- 600 т (з переміщенням ± 150 мм) для опор №3-11в та №9-13.
- 1000 т (нерухома) для опори №6-13.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Мостове полотно

У сполученні нерозрізної прогонової будови естакади №13 з автодорожнім підходом, на стояні №9-13 передбачене облаштування деформаційного шва марки DS160 виробництва фірми «MAURER SOHNE», розрахованого на переміщення $\delta=160$ мм. Приєднання деформаційного шва до залізобетонної плити проїзної частини прогонової будови та ділянки нарощування шафової стінки стояна виконується при омонолічуванні з установленням передбачених проектом закладних деталей та об'єднуючих арматурних стрижнів.

Між кінцевими ділянками прогонових будов споруд №13 та №11 (над опорою №3-11в) установлюється деформаційний шов марки DS240, розрахований на переміщення $\delta=240$ мм, що виготовляється тією ж фірмою.

Для відокремлення проїзної частини від пішохідного тротуару та підвищеної технологічної ділянки плити проїзної частини для закріплення бар'єрного огородження згідно вимогам п 7.2.3 ДБН В.2.3-22:2009, передбачається улаштування бордюру із суцільного бортового каменю, поперечним перетином 80x205 мм по ДСТУ В.2.7-246:2010 «Камені бортові і стінові із гірських порід».

Гідроізоляція плити проїзної частини передбачена типу «Елімінатор» з двокомпонентної смоли та порошкового каталізатора. Нанесення гідроізоляції передбачається установкою безповітряного розпилення з ретельною підготовкою поверхонь згідно розроблених технологічних регламентів.

Покриття проїзної частини автопроїзду та пішохідного тротуару передбачається із гусасфальту за формулою, розробленою швейцарською фірмою «Аесшліман», з клейовою підгрунтовкою поверхонь гідроізоляції перед укладанням.

На проїзній частині дорожнє покриття має загальну товщину 70мм і укладається двома шарами висотою 35 мм кожний. На тротуарі товщина шару покриття становить 30мм.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відведення зливових вод з проїзної частини естакади у очисну споруду здійснюється по трубопроводу із оцинкованої труби перерізом 377x8 мм, яка закріплюється під консольною ділянкою пішохідного тротуару у створі водовідвідних трубок та прокладена на довжину споруди у напрямку від опори №3-11в до стояна №9-13.

Оцинковані водовідвідні трубки перерізом 168x8 мм та довжиною 1,0м облаштовуються водозбиральними воронками, розташовуються біля бортових каменів з боку пішохідного тротуару, встановлюються кроком 6,0м у отвори, передбачені при бетонуванні монолітної плити прогонової будови, та поєднуються з трубопроводом.

На початковій ділянці споруди №13 магістральний трубопровід сполучується з аналогічним елементом споруди №11 з подальшим відведенням зливових вод у очисну споруду.

Опори освітлення з дворожковими кронштейнами та світильниками вуличного освітлення встановлюються кроком 30 м і закріплюються на консолях пішохідного тротуару у створі перильного огородження.

Опори освітлення, висотою 14 м від рівня тротуару, запроектовані металевими телескопічними з заводським цинкуванням усіх відкритих поверхонь труб та фланцевих з'єднань. Нижня секція опор довжиною 3,6 м передбачена із круглої труби перерізом 325x12 мм. Середня секція довжиною 4,3 м із круглої труби перерізом 245x10 мм. Верхня секція опор довжиною 5,95 м із круглої труби перерізом 168x8 мм.

На кінцевій нижній ділянці опор приварюються фланці із сталевого листа товщиною 20 мм з 4-ма отворами.

Бар'єрне огородження проїзної частини з боку пішохідного тротуару та технологічної підвищеної ділянки плити прийняте посиленого типу, висотою огорожувальної частини 110см (загальною висотою 130мм з урахуванням бортового каменю), розрахунковою стримувальною здатністю не менше 720 кДж та кроком стійок 1,333м.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Усі елементи бар'єрного огороження виготовляються в заводських умовах з гарячим цинкуванням. Товщина захисного шару повинна складати не менш 100 мкм.

Закріплення опор освітлення та стійок бар'єрного огороження до монолітних тротуарів та технологічної підвищеної ділянки плити передбачене до шпильок, установлених на епоксидний розчин у попередньо пробурені шпури.

Перильне огороження пішохідного тротуару металеве, загальною висотою 1,2м (від рівня проїзної частини) з суцільним поручнем із гнучого швелера перерізом 200x100x5 мм, вертикальних та горизонтальних сталевих елементів заповнення із квадратних труб перерізом 40x3 та 30x3 мм та стійок із квадратних труб перерізом 80x4 мм.

Панелі та стійки перильного огороження виготовляються в заводських умовах з гарячим цинкуванням усіх відкритих поверхонь.

Закріплення стійок перильного огороження до з.б. конструкцій тротуару передбачається аналогічно як для бар'єрного огороження до 2-х шпильок М16x250, закладених на епоксидному розчині у попередньо пробурені шпури.

1.8 Проміжні опори та стоян

По інженерно - геологічним умовам площадки будівництва споруди №13 фундаменти проміжних опор №4-13 та №7-13 обпираються на ґрунт ІГЕ-973 - щибенисто-бриловий ґрунт з жорствяно-піщаним заповнювачем 15-30% та умовним опором $R_0=150$ тс/м². Опора №5-13 на ґрунт ІГЕ-963 - щибенисто-бриловий ґрунт з жорствяно-піщаним заповнювачем 30-35% з умовним опором $R_0=120$ тс/м².

Проміжна опора №8-13 обпирається на скельний ґрунт ІГЕ-997 з границею міцності осьовому стиску $R_c \text{ sat}=690$ кгс/см².

Для опор №4-13, №5-13, №7-13, №8-13 розміри підшви фундаменту у плані прийняті 9,0x6,5 м. Висота нижньої частини фундаментної плити прийнята 1,0 м. Верхня частина плити має розміри 7,0x4,5x1,0 м.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для стояна №9-13 розміри фундаменту у плані прийняті 15,75х4,25 м.

Геометричні характеристики фундаментів на природній основі та їх армування прийняті на основі розрахунків несучої спроможності основи з урахуванням конструктивних обмежень та вимог нормативних документів.

Армування фундаментних плит здійснюється горизонтальними сітками, які розподіляють постійні та тимчасові навантаження на ґрунт основи, а також контурними протиусадними каркасами. Принципова схема армування фундаменту та характеристики арматурних стрижнів приведені на відповідному кресленні графічних документів, що додаються.

Опора №6-13 споруджується на пальовій основі із забивних призматичних паль перерізом 35х35 см, довжиною 10,0 м із обпиранням підошви паль на скельні ґрунти ІГЕ-997 з границею міцності осьовому стиску $R_c \text{ sat}=690 \text{ кгс/см}^2$.

Кількість паль у ростверку – 54 шт. Розміри пального ростверка у плані прийняті 9,4х6,2 м.

Проектні характеристики бетону фундаментів мілкого закладення та пального ростверка опори №6-13 – В30, W6, F 200.

Із фундаментів та пального ростверка передбачені арматурні випуски із стрижнів $d=32\text{AIII}$ кроком 200мм для об'єднання з тілом опор.

Тіло усіх опор естакади споруджується із монолітного залізобетону і передбачене однакового перерізу 4,75х2,4 м зі скругленими фасадними гранями та утворенням архітектурних стиків по висоті кроком 2,0м.

Бетонування тіла опор естакади виконується у металевій переставній опалубці з обшивкою та ребрами. Висота комплексу опалубки на висоту однієї захватки становить 4,0м.

Армування тіла опор передбачене окремими арматурними каркасами та сітками. Вертикальні стрижні каркасів - одиночні та спарені стрижні $d=32\text{AIII}$ кроком 200мм, горизонтальні стрижні $d=20\text{AIII}$. Габарити арматурних каркасів та сіток призначені за умови їх виготовлення в арматурних цехах та автомобільного перевезення. Максимальна довжина

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сіток не перевищує 11,5м. Стики об'єднання сіток та каркасів виконуються за рахунок перепуску стрижнів.

Проектні характеристики бетону тіла опор – В35, W6, F 200.

Для установлення арматури, укладання бетону та перестановки опалубки при будівництві тіла опор №4-13 - №6-13 використовуються стійкові трубчасті риштування, які нарощуються по мірі бетонування опор.

Усі поверхні конструкцій фундаментів та тіла опор, що засипаються ґрунтом, покриваються обмазувальною гідроізоляцією із 2-х шарів бітуму по бітумному ґрунтуванню.

Залізобетонні ригелі усіх опор естакади, зовнішніми габаритними розмірами 9,0х2,9х2,7 м, збірно-монолітної конструкції, трапецієвидні зі зменшенням висоти на кінцевих ділянках консолей.

Арматурні випуски із контурних фасадних блоків ригелів, які одночасно слугують опалубкою при укладанні монолітного бетону середньої частини, об'єднуються з випусками із тіла опор.

На ділянках обпирання балок прогонової будови передбачається бетонування опорних тумб (підферменників), які поєднуються з ригелями за рахунок закладених арматурних випусків.

Підферменники запроектовані прямокутного перерізу та змінною висотою, у залежності від характеристик перерізу головних балок та розрахункової величини будівельного підйому.

Проектні характеристики бетону підферменників та блоків ригелів опор - В35, W6,

F 200. Монолітна частина ригелів передбачена із бетону В40, W6, F 200.

Стоян №9-13 збірно - монолітної конструкції з монолітним залізобетонним фундаментом на природній основі, розміром у плані 15,75х4,25 м та висотою 1,5м, який обпирається на вивітрилий скельний ґрунт ІГЕ-991 з границею міцнос ті осьовому стиску $R_c \text{ sat}=690\text{кгс/см}^2$.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З лівого боку підходу (з боку р. Дніпро), для утримання тіла насипу та формування укусу конусу нормативного закладення, споруджується бокове крило.

З правого боку підходу (з боку Прибережного шосе та казарми ВОХР) для виключення відсипання укусу насипу передбачене спорудження підпірної стінки.

Шафова стінка збірно-монолітної конструкції складена із вертикальних з.б. блоків з ділянками омонолічування та улаштування контрфорсів.

Опорні тумби (підферменники) стояна споруджуються із монолітного залізобетону.

Сполучення естакади з насипом автодорожнього підходу передбачене за допомогою збірно-монолітної залізобетонної перехідної плити напівзаглибленого типу, довжиною 8 м, за типовим проектом серії 3.503.1-96 Союздорпроекту

Проектні характеристики бетону фундаменту, складових елементів стояна, а також збірно-монолітної перехідної плити - В30, W6, F 200.

Відсипка конусу стояна №9-13 (з боку р. Дніпро) та ділянки сполучення з підходом на довжину перехідних плит передбачається дренажним ґрунтом.

Укріплення укусу конусу стояна передбачене монолітним бетоном $\delta=10$ см по щебеневій підготовці з розподіленням на карти температурними швами із асфальтових планок.

Конструктивні характеристики тіла опор естакади, стояна, ригелів та підферменників, а також принципова схема армування складових елементів і ділянок їх сполучення приведені на відповідних кресленнях графічних документів, що додаються.

1.9 Норми проектування.

ДБН В.2.3-14:2006 «Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування».

ДБН В.2.3-22:2009 «Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування».

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДБН В.1.2-15:2009	«Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи».
ДБН В.2.3-26:2010	«Споруди транспорту. Мости і труби. Сталеві конструкції. Правила проектування».
ДСТУ-Н Б.В.2.3-34-2016	«Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб».
ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015	«Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій».
ДБН В.2.1-10-2009	«Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування». Зміна №1
ДСТУ Б В.2.6-145:2010	«Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги».
ВБН В.2.3-218-546:2009	«Спеціальні допоміжні споруди для будівництва мостів. Проектування».
ДБН В.2.3-4-2015	«Автомобільні дороги». Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.
ДБН В.2.3-5-2018	«Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів».
ДБН А.3.2-2-2009	«Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві. Основні положення».
ДСТУ-НБВ.1.1-27:2010	«Будівельна кліматологія й геофізика».
ДСТУ Б.В.2.3-11-2004	«Огородження дорожнє перильного типу. Загальні технічні умови».
ДСТУ Б.В.2.3-28:2011	«Огородження дорожнє металеве бар'єрного типу. Загальні технічні умови»;
ДСТУ Б А.2.4-29:2008	«Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. Робочі креслення».

РОЗДІЛ 2

Загальні дані та аналітичний розрахунок

2.1 Загальні відомості

Елементи споруд розраховуються за двома групами граничних станів. І група – повна неможливість експлуатації конструкцій, основ або втрата несної здатності споруди в цілому. Граничні стани цієї групи можуть бути пов'язані з порушенням вимог збереження цілісності чи можливості існування споруди або з недотриманням вимог безпеки для людей і довкілля. Досягнення граничного стану першої групи класифікується як відмова-зрив.

Граничні стани І групи:

- втрата стійкості положення;
- втрата стійкості положення;
- втрата стійкості форми;
- втрата геометричної незмінності системи;
- втрата міцності елементів; – руйнування будь-якого характеру (в'язке, крихке, в результаті втомлюваності). У сталезалізлбетонних прогонових будовах розраховується на витривалість тільки плита.

ІІ група – наявність перешкод, ускладнення або неможливість для нормальної експлуатації, надмірне зменшення проектної довговічності споруди. Досягнення граничного стану другої групи класифікується як відмова-перешкода до нормальної експлуатації.

Граничні стани ІІ групи:

- надмірні деформації конструкції від постійних і тимчасових навантажень;

					<i>011.160004 МР.2020.000</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 2 Загальні дані та аналітичний розрахунок	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Віланов А. Д.							
Керівник	Марочка В.В.						34	
Керів.розділу	Марочка В.В.					ДНУЗТ, група МТ1921		
Консульт.								
Н.контроль	Овчинников							

– небезпечні для конструкції або для людей коливання (галопування, флатер, збільшення прискорення та частоти коливань до величин, які заборонено санітарними нормами, тощо);

– виникнення тріщин або досягнення тріщинами граничного розкриття; – інші ознаки, які не мають кількісної оцінки і не є загрозливими для утримання та експлуатації споруди, але знижують її довговічність. Наприклад, поява нижче наведених дефектів потребує експлуатаційної оцінки стану конструкції та прийняття необхідних заходів для їх усунення:

- втрата стійкості другорядних елементів конструкції;
- надмірні пластичні деформації другорядних елементів конструкції;
- поява тріщин втоми; – надмірне тремтіння гнучких елементів;
- поява надмірних тріщин у залізобетонній конструкції;
- руйнування захисного шару залізобетонних конструкцій;
- руйнування покриття, елементів огорожі, гідроізоляції, елементів деформаційних швів тощо[12].

2.2 Вихідні дані

Будівельна висота прогонової будови – 2,85 м.

Загальна довжина прогонової будови по осі – 251,08 м.

Прогонова схема естакади по зовнішньому краю плити проїзної частини – 42,570+44,657+44,807+44,807+43,851,41,346 м.

Прогонова схема естакади по внутрішньому краю плити проїзної частини – 41,331+38,878+38,710+38,710+39,829+41,460 м.

Мінімальний радіус горизонтальної кривої в плані 108,5 м.

Ширина споруди по зовнішнім граням монолітної залізобетонної плити – 15,75 м.

Ширина проїзної частини – 12,5 м.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

2.4 Аналітичний метод

2.4.1 Постійні та тимчасові навантаження.

За даними проекту «споруда №13» та реального проектування було визначено розміри та вага елементів проїзної частини, дорожнього покриття, вагу металоконструкцій, об'єм залізобетонної плити.

Дані підрахунків:

Залізобетонна плита авто проїзду – 129,0 кН/м.

Дорожнє покриття проїзної частини – 27,5 кН/м.

Перильне, бар'єрне огороження – 4,1 кН/м.

Вага сталевих балки – 35,4 кН/м.

Вага опалубки – 4,1 кН/м.

Тимчасові навантаження – АК15

Для початку визначаємо кількість смуг проїзної частини.

Ширина авто проїзду дорівнює

$$12,5 \text{ м. } 12,5/3,5=3,6 \text{ м. (1,1)} \quad (2.1)$$

З розрахунку видно, що дві полоси основні та третя додаткова.

Від цього визначаємо рівномірно розподілене навантаження від АК 15 наступним чином.

$$15 \cdot 1 + 15 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,25 = 27,75 \text{ кН/м.} \quad (2.2)$$

Визначаємо навантаження від тандему наступним чином.

$$150 \cdot 2 + 150 \cdot 2 + 150 \cdot 2 \cdot 0,25 = 675 \text{ кН.} \quad (2.3)$$

Визначаємо найбільш не вигідне положення тимчасового навантаження від АК–15. Для цього визначаємо коефіцієнт поперечного розподілу (КПР).

Розрахункову схему для визначення КПР була змодельована у програмі AutoCAD 2015р студентської версії яка наведена на рисунок 2.4.

									011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						38

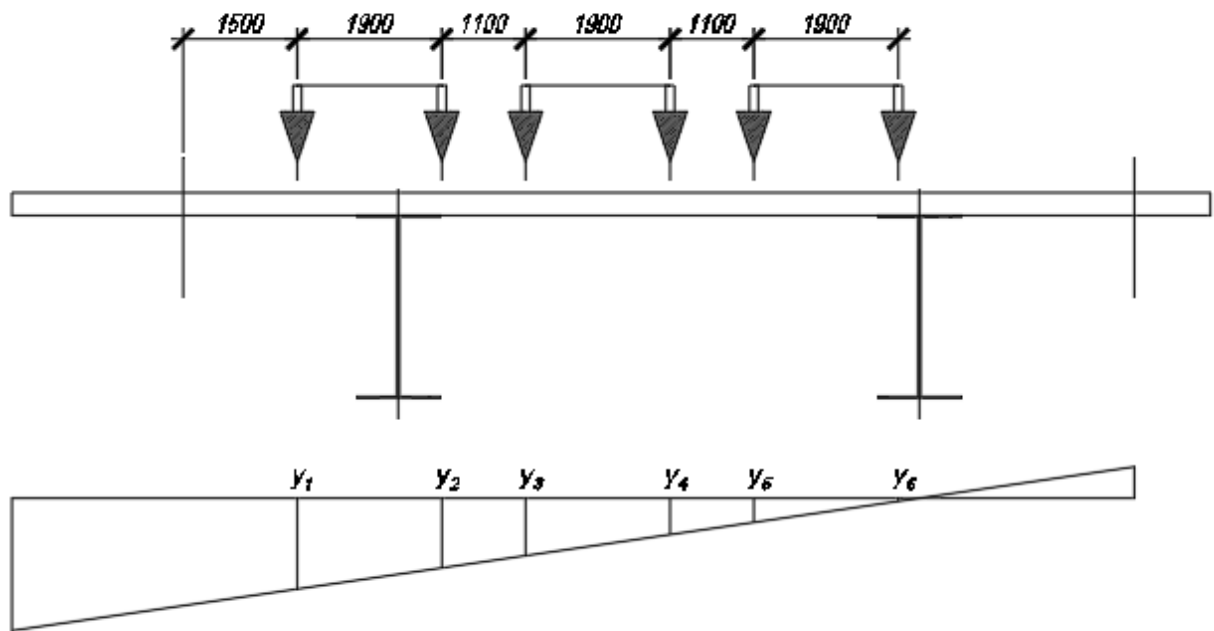


Рисунок 2.4 – Лінія впливу тиску на ліву балку. Схема визначення КПР.

2.4.2 Визначення КПР від навантаження АК-15

– для візка

$$\text{КПР} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6}{2} = \frac{1,193 + 0,916 + 0,755 + 0,478 + 0,317 + 0,04}{2} = 1,778 \quad (2.4)$$

– для смугового навантаження

$$\begin{aligned} \text{КПР} &= \frac{y_1 + y_2 + 0,6(y_3 + y_4) + 0,25(y_5 + y_6)}{2} = \\ &= \frac{1,193 + 0,916 + 0,6(0,755 + 0,478) + 0,25(0,317 + 0,04)}{2} = \\ &= 1,469 \end{aligned} \quad (2.5)$$

2.4.3 Знаходження ліній впливу

Після визначення постійних та тимчасових навантажень будується лінія впливу згинаючих моментів в двох перерізах.

Перший переріз виконується в середині першого прогону, там де є максимальна ордината лінії впливу з позначкою + (плюс). Тобто там де виникає максимальне зусилля від навантаження.

Другий переріз виконується максимально близько до опори №2 яка є рухомою та на якій виникає максимальний стиск. Тобто є максимальна позначка ординати лінії впливу з позначкою – (мінус). Максимальний стиск.

										011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							39

На Рисунок 2.5 Зображено лінії впливу згинаючого моменту в середині прогону. З сумарною площею ординат 1338,1.

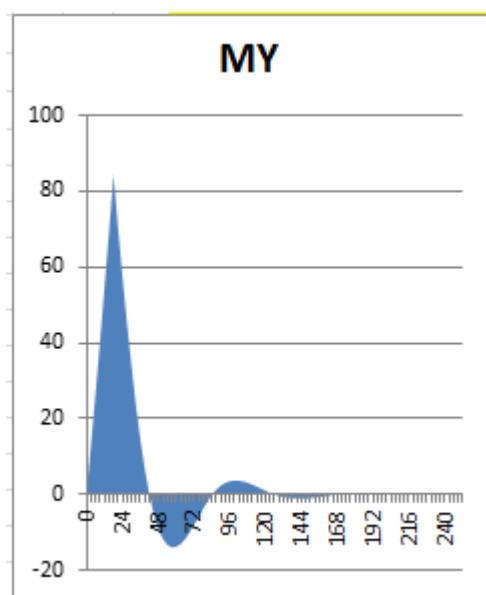


Рисунок 2.5 – Лінія впливу M_y . Переважний розтяг

На Рисунок 2.6 Зображено лінії впливу згинаючого моменту у місці максимально приближеному до опори №2. З сумарною площею ординат -1116,6.

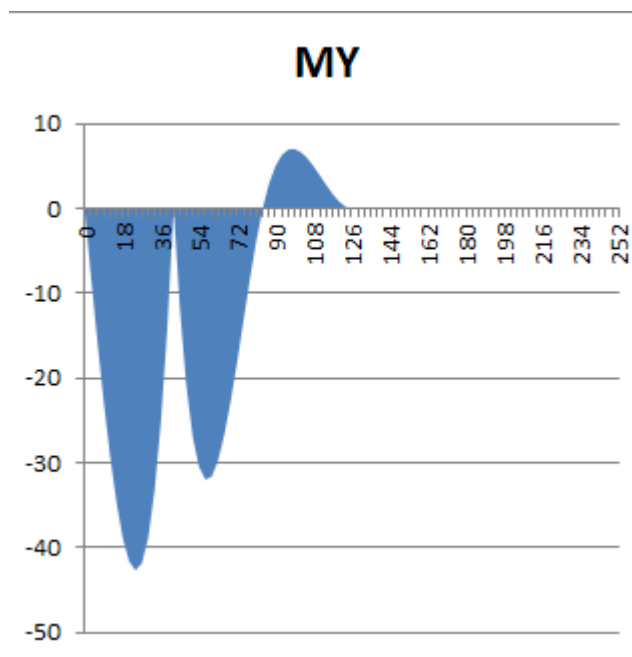


Рисунок 2.6 – Лінія впливу M_y . Переважний стиск.

2.4.4 Збирання навантажень

Маючи дані ліній впливу та величини від постійного та тимчасового навантаження, достатньо для початку розрахунку.

Завантаження ліній впливу (ЛВ) виконано в програмі Excel 2010. З наступним завантаженням робочих таблиць до даного документу.

У таблиці 2.1. Наведені нормативні зусилля від завантаження ЛВ постійного навантаження при перетині у середині прогону.

Таблиця 2.1– Постійні нормативні навантаження 1 п.м.

Найменування навантаження.	Величина завантаження кН/м.	Площа ЛВ.	Нормативне навантаження кН/м.
Залізобетонна плита проїзду та металева балка	17,7+64=81,7	133,81	10932,1
Дорожнє покриття проїзної частини. Перильне, бар'єрне огороження	13,75+2,05		2114,2

У таблиці 2.2. Наведені зусилля від завантаження ЛВ тимчасового навантаження при перетині у середині прогону.

Таблиця 2.2 – Тимчасові навантаження з урахування КПР.

Найменування навантаження.	Величина завантаження кН/м.	КПР	Площа ЛВ.	Нормативне навантаження кН/м.
Смугове навантаження	15	1,469	133.81	9760,6
Для візка	300	1,778		

У таблиці 2.3. Наведені нормативні зусилля від завантаження ЛВ постійного навантаження при перетині максимально близько до опори №2.

Таблиця 2.3 – Постійні нормативні навантаження 1 п.м.

Найменування навантаження.	Величина завантаження кН/м.	Площа ЛВ.	Нормативне навантаження кН/м.
Залізобетонна плита проїзду та металева балка	17,7+64=81,7	-182,04	-14872,3
Дорожнє покриття проїзної частини. Перильне, бар'єрне огороження	13,75+2,05		-2876,2

У таблиці 2.4. Наведені зусилля від завантаження ЛВ тимчасового навантаження при перетині максимально близько до опори №2.

Таблиця 2.4 – Тимчасові навантаження з урахування тільки КПП.

Найменування навантаження.	Величина завантаження кН/м.	КПП	Площа ЛВ.	Нормативне навантаження кН/м.
Смугове навантаження	15	1,469	-182,04	-7526,4
Для візка	300	1,778		

Наступні значення наведені у таблицях вже з урахуванням коефіцієнтів надійності та динамічності.

- Для постійного навантаження (Залізобетонна плита проїзду та металева балка) 1,1.
- Для перильного та бар'єрного огороження 1,25.
- Для дорожнього покриття 2,0.
- Для смугового навантаження 1,3.
- Для візка 1,5.

У таблиці 2.5. Наведені розрахункові зусилля від завантаження ЛВ постійного навантаження при перетині у середині прогону.

										011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							42

Таблиця 2.6 – Постійні розрахункові навантаження 1 п.м.

Найменування навантаження.	Нормативне навантаження кН/м.	Коеф надійності	Розрахункове навантаження кН/м.
Залізобетонна плита проїзду та металева балка	10932,1	1,1	12025,3
Дорожнє покриття проїзної частини. Перильне, бар'єрне огороження	2114,2	1,25; 2,0	4022,6

У таблиці 2.6 Наведені зусилля від завантаження ЛВ тимчасового навантаження при перетині у середині прогону.

Таблиця 2.6– Тимчасові розрахункові навантаження.

Найменування навантаження.	Величина завантаження кН/м.	Коеф надійності	Розрахункове навантаження кН/м.
Смугове навантаження	9760,6	1,3; 1,5	16718,7
Для візка			

У таблиці 2.7 Наведені розрахункові зусилля від завантаження ЛВ постійного навантаження при перетині максимально близько до опори №2.

Таблиця 2.7– Постійні розрахункові навантаження 1 п.м.

Найменування навантаження.	Нормативне навантаження кН/м.	Коеф надійності	Розрахункове навантаження кН/м.
Залізобетонна плита проїзду та металева балка	-14872,3	1,1	-16359,6
Дорожнє покриття проїзної частини. Перильне, бар'єрне огороження	-2876,2	1,25; 2,0	-5472,5

У таблиці 2.8 Наведені зусилля від завантаження ЛВ тимчасового навантаження при перетині максимально близько до опори №2.

Таблиця 2.8– Тимчасові розрахункові навантаження.

Найменування навантаження.	Величина завантаження кН/м.	Площа ЛВ.	Нормативне навантаження кН/м.
Смугове навантаження	-7526,4	1,3; 1,5	-11888,2
Для візка			

2.4.5 Геометричні характеристики перетину СТЗБ балки

Наступним кроком аналітичного розрахунку є визначення геометричних характеристик двотаврової балки. На рис 2.7. Наведено креслення поперечного перетину двотаврової балки у поєднанні з залізобетонною плитою. Площа залізобетонної плити приведена до металевої згідно з [13] за формулою:

$$n = \frac{E_{ст}}{E_б} = \frac{2,1 \cdot 10^6}{0,35 \cdot 10^6} = 6 \quad (2.6)$$

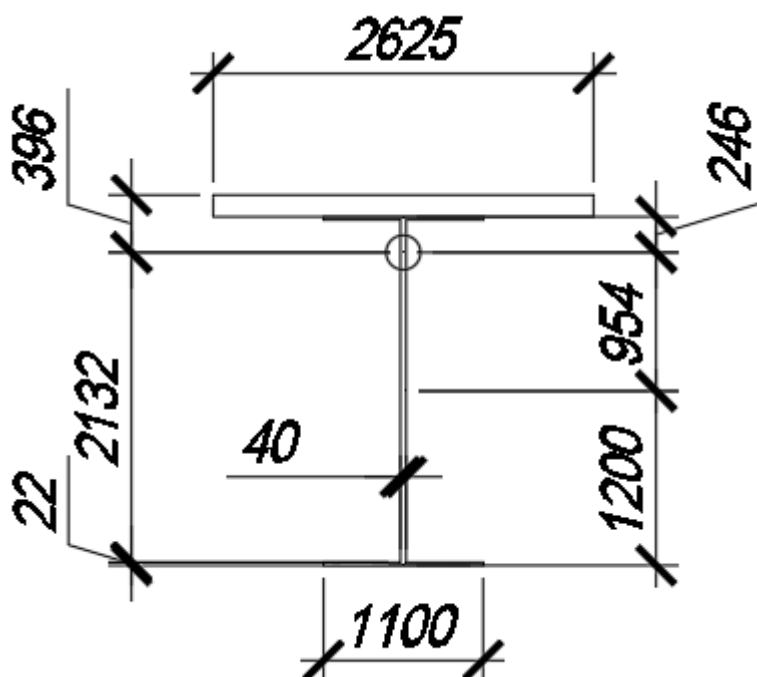


Рисунок 2.7 – Поперечний перетин композитної балки.

Моменти інерції (I) були обчислені за допомогою графічного редактора у програмно розрахунковому комплексі Selena. Моменти опору (W) були обчислені за формулою $\frac{I}{y_{min;max;mid}}$.

де:

U_{\min} – відстань від центру ваги композитного перетину до верхньої частини конструкції.

U_{\max} – відстань від центру ваги композитного перетину до нижньої частини конструкції.

U_{mid} – відстань від центру ваги композитного перетину точки центру ваги залізобетонної плити. Детальніше наведено на рисунку 2.8.

- $I_{\text{двотавра}} = 11201782,3 \text{ см}^4$
- $W_{\text{двотавра}} = 93348,2 \text{ см}^3$
- $I_{\text{композитне}} = 28276104,6 \text{ см}^4$
- $W_{\text{композитне } u_{\max}} = 131272,5 \text{ см}^3$
- $W_{\text{композитне } u_{\min}} = 880875,5 \text{ см}^3$
- $W_{\text{композитне } u_{\text{mid}}} = 1149435,1 \text{ см}^3$

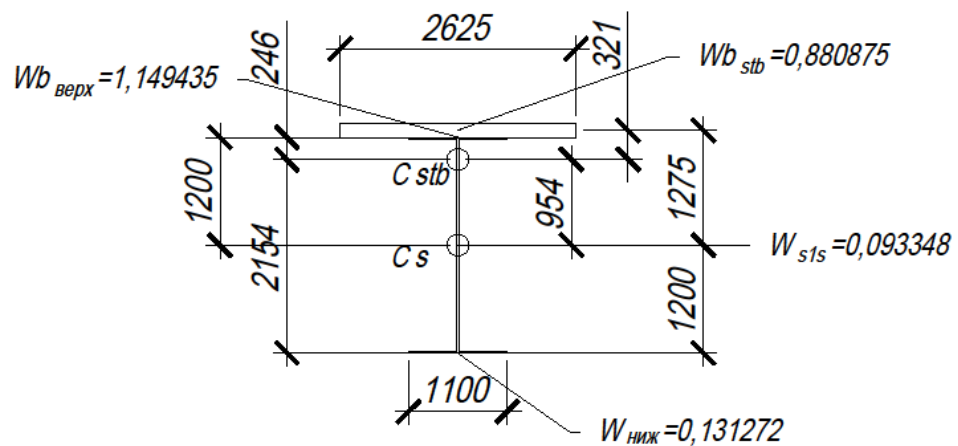


Рисунок 2.8 – Основні розміри наведені в міліметрах. Модуль деформації наведено в метрах, для зручності розрахунку.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

2.4.6 Напруження у СТЗБ перетині

У сталезалізобетонних прогонових спорудах, напруження виникаючі в них слід розглядати поетапно. Тобто спочатку обчислюється тільки металева балка від навантаження власної, розрахункової ваги та розрахункової ваги залізобетонної плити яка ще не включена в роботу. На другій стадії обчислюється вже композитний перетин. Тобто до готового перетину додається розрахункове навантаження від дорожнього покриття, перильного та бар'єрного огородження, від рухомих навантажень.

Розрахунки виконані згідно [14].

Напруження у бетоні в середині прогону (повзучість не врахована).

$$\sigma_b = \frac{M}{6 \cdot W_{bstb}} = \frac{20471,3}{6 \cdot 0,88088} = 3873,27 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.7)$$

Визначення нормальної сили.

$$N_{br} = A_b \cdot \sigma_b + A_r \cdot \sigma_{b1} = 2,36 \cdot 3873,28 + 0,045 \cdot 6 \cdot 3873,28 = 10186,69 \text{ кН} \quad (2.8)$$

де:

A_b – площа перерізу залізобетонної плити.

A_r – площа перерізу арматури у залізобетонній плиті.

Напруження у верхньому поясі металевої балки в середині прогону

$$\frac{M - Z_{bs} \cdot N_{br}}{W_{s1s}} - \frac{N_{br}}{A_s} = \frac{32496,6 - 1,275 \cdot 10186,69}{0,093348} - \frac{10186,69}{0,143} \quad (2.9)$$
$$= 137572,12 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

де:

M – повний згинальний момент

Z_{bs} – відстань, відповідно до рисунку 2.8.

W_{s1s} – момент опору двотаврової балки.

A_s – площа перетину двотаврової балки

Напруження у нижньому поясі металевої балки в середині прогону

$$\frac{M - Z_{bs} \cdot N_{br}}{W_{s1s}} + \frac{N_{br}}{A_s} = \frac{32496,6 - 1,275 \cdot 10186,69}{0,093348} + \frac{10186,69}{0,143} \quad (2.10)$$
$$= 280402,92 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

									011.150006.ДР.2019.000	Арк.
										46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Напруження у бетоні на опорі (повзучість не врахована).

$$\sigma_b = \frac{M}{6 \cdot W_{bstb}} = \frac{-17360,7}{6 \cdot 0,88088} = -3284,73 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.11)$$

Визначення нормальної сили.

$$N_{br} = A_b \cdot \sigma_b + A_r \cdot \sigma_{b1} = 2,36 \cdot -3284,73 + 0,045 \cdot 6 \cdot 3284,73 = -8638,83 \text{ кН} \quad (2.12)$$

Напруження у верхньому поясі металевої балки на опорі

$$\begin{aligned} \frac{M - Z_{bs} \cdot N_{br}}{W_{s1s}} + \frac{N_{br}}{A_s} &= \frac{-3720,3 - 1,275 \cdot -8638,83}{0,093348} + \frac{-8638,83}{0,143} \\ &= 182674,23 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \end{aligned} \quad (2.13)$$

Напруження у нижньому поясі металевої балки на опорі

$$\begin{aligned} \frac{M - Z_{bs} \cdot N_{br}}{W_{s1s}} - \frac{N_{br}}{A_s} &= \frac{-3720,3 - 1,275 \cdot -8638,8}{0,093348} - \frac{-8638,83}{0,143} \\ &= 303801,93 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \end{aligned} \quad (2.14)$$

У таблиці 9. Наведені напруження від першої та другої частини у двох перетинах.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 2.9 – Розрахункові напруження у перетинах головної балки.

Найменування	Відстань від опори м.	
	21	0
M_2 кН · м.	20471,30	-17360,70
M кН · м.	32496,60	-33720,30
Напруження в бетоні $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.	3873,27	-3284,73
Напруження в арматурі $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.	23239,80	-19708,20
Нормальна сила N кН.	10186,69	-8638,83
Напруження у верхньому сталевому поясі $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.	137572,13	-280402,92
Напруження у нижньому сталевому поясі $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.	182674,23	303801,89

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ У MIDAS CIVIL

3.1 Порядок дій

У розділі 3 наведено моделювання естакади, що знаходиться у місті Запоріжжя та має назву «споруда № 13». Це є сталезалізобетонна криволінійна автодорожня прогонова будова. Моделювання виконано у програмному комплексі Midas Civil. Моделювання виконувалось згідно методичних вказівок та рекомендацій згідно [26] та вебінару [27]

Ця розрахункова програма Має дуже обширний список дій, які вона може виконати. Цей комплекс також має модуль, що дозволяє виконувати стадійний розрахунок композитних будов. Як наприклад сталезалізобетонні мости та естакади. З урахуванням тих компонентів перетину, в яких потрібен час для того щоб воно набуло своїх несучих властивостей. Наприклад твердіння залізобетону в часі. З кожним днем, укладена бетонна суміш набуває своїх властивостей і у Midas Civil це можна відслідкувати.

Далі наведено вісім стадій монтажу прогонової будови яка розглядається. Метою цих стадій зведення є контроль переміщень балок у просторі, який потрібен для геодезистів, щоб вони мали змогу дати координати для чіткого, правильного та коректного бетонування проїзної частини. Без цих відміток, а перед цим без позначок переміщень, що визначаються у моєму моделюванні, зведення таких видів конструкцій є неможливим, не правильним. Моделювання стадійного зведення було виконано за вказівками вебінару [28]

3.2 Стадії зведення

1. На першій стадій виконується монтаж сталевих балок, та прикладається навантаження тільки від власної ваги.. На рисунку 3.1

					011.160004 МР.2020.000			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Віланов А. Д.				Розділ 3 Моделювання у Midas Civil	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Марочка В.В.						49	
Керів.розділу	Марочка В.В.					ДНУЗТ, група МТ1921		
Консульт.								
Н.контроль	Овчинников							

2. зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках від власної ваги. Переміщення наведені у таблиці 3.1.

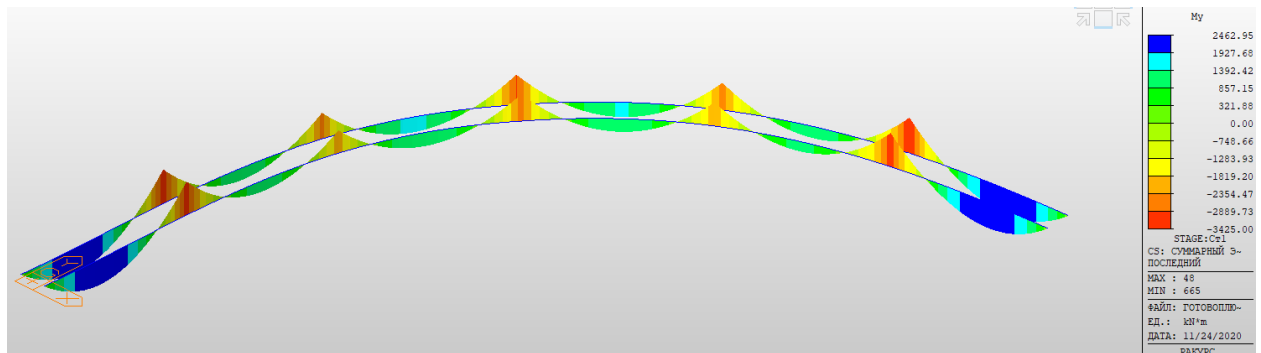


Рисунок 3.1 – Стадія зведення 1

3. На другій стадії виконується бетонування першої захватки, схема захваток бетонування зображено на рисунку 3.2. Додається вага залізобетону та ваги опалубки. На рисунку 3.3 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках на які діє навантаження бетонної суміші. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

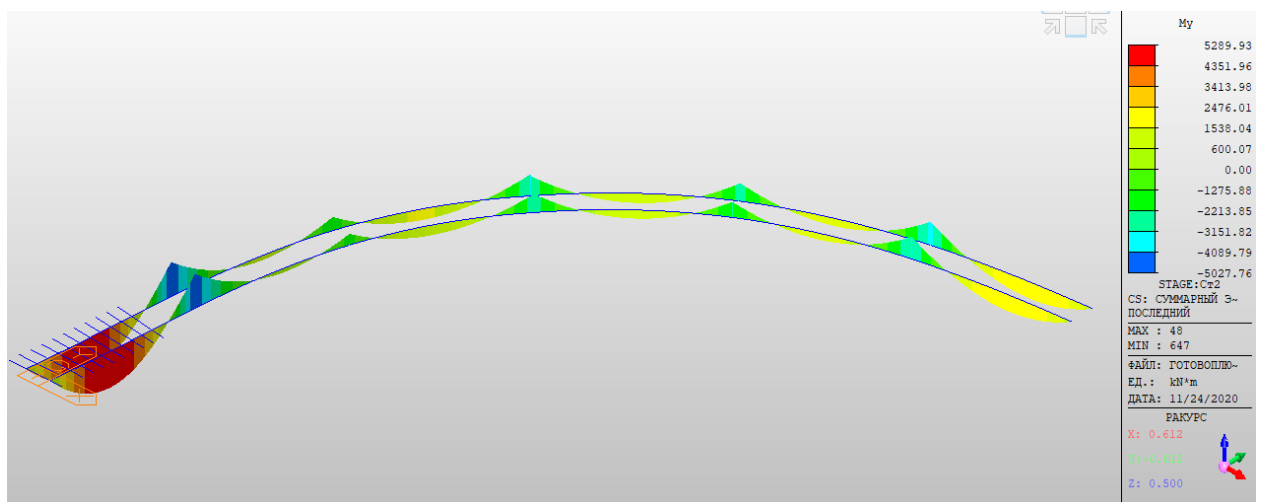


Рисунок 3.2 – Стадія зведення 2

4. На третій стадії виконується бетонування другої захватки, додається вага залізобетону та вага опалубки. Знімається навантаження від опалубки у місці першої захватки, де вік бетону вже складає 15 діб. За 15 діб бетонна суміш набуває своєї міцності близько 70%. На рисунку 3.4 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках на які діє навантаження бетонної суміші від

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

другої захватки. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

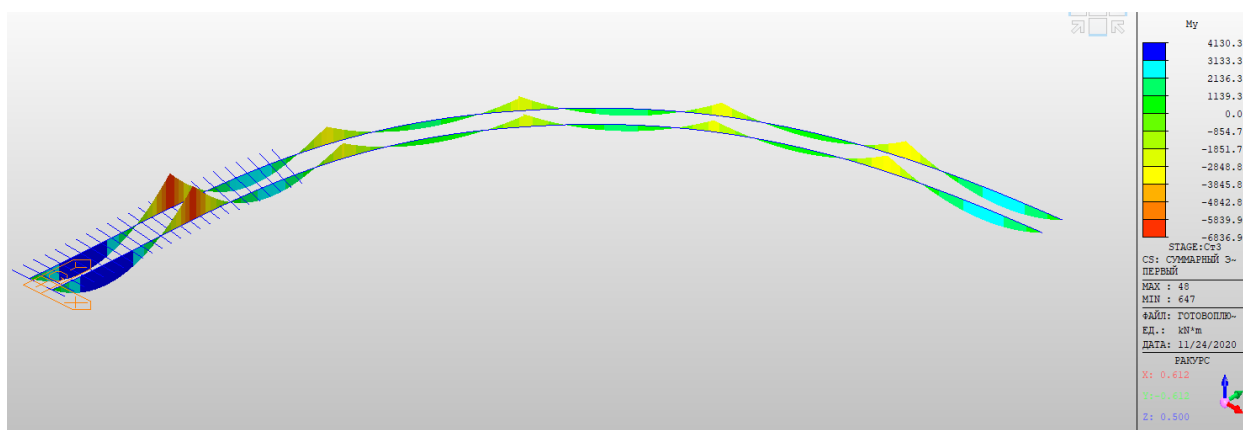


Рисунок 3.3 – Стадія зведення 3

5. На четвертій стадії виконується бетонування третьої захватки, додається вага залізобетону та вага опалубки. Знімається навантаження від опалубки у місці другої захватки, де вік бетону вже складає 15 діб. На рисунку 3.5 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках на які діє навантаження бетонної суміші від третьої захватки. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

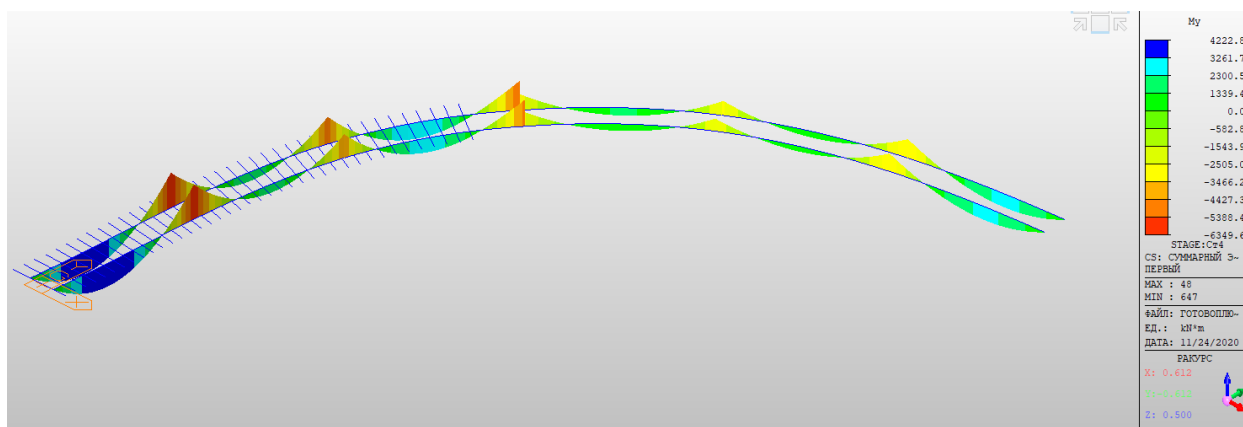


Рисунок 3.4 – Стадія зведення 4

6. На п'ятій стадії виконується бетонування четвертої захватки, додається вага залізобетону та вага опалубки. Знімається навантаження від опалубки у місці третьої захватки, де вік бетону вже складає 15 діб. На рисунку 3.6 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках на які діє навантаження

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

бетонної суміші від четвертої захватки. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

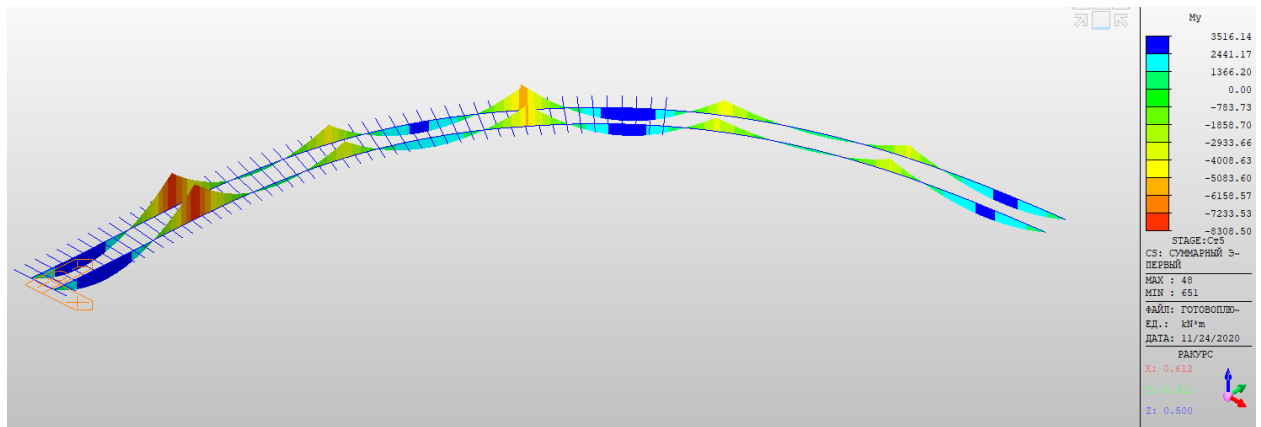


Рисунок 3.5 – Стадія зведення 5

7. На шостій стадії виконується бетонування п'ятої захватки, додається вага залізобетону та вага опалубки. Знімається навантаження від опалубки у місці четвертої захватки, де вік бетону вже складає 15 діб. На рисунку 3.7 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках на які діє навантаження бетонної суміші від п'ятої захватки. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

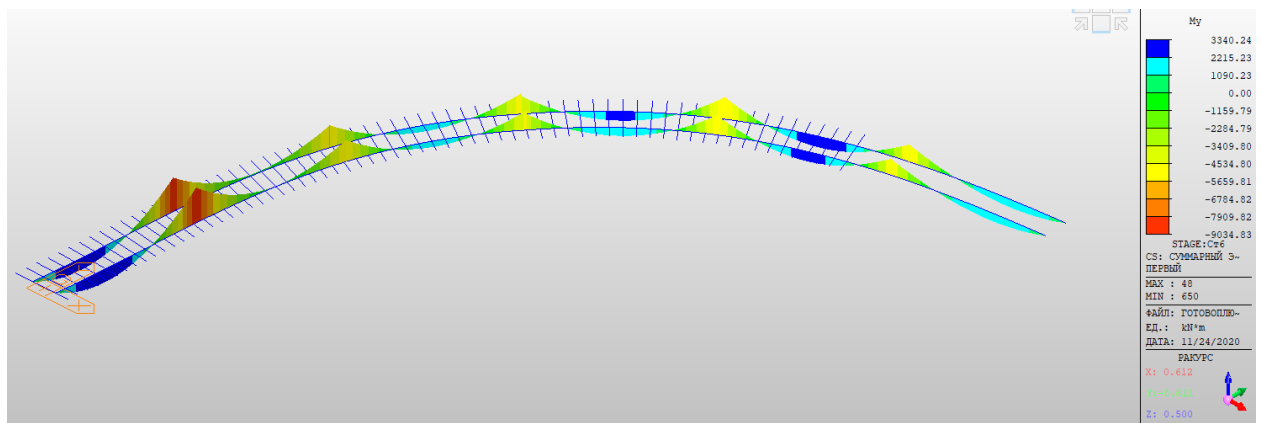


Рисунок 3.6 – Стадія зведення 6

8. На сьомій стадії виконується бетонування шостої, останньої захватки, додається вага залізобетону та вага опалубки. Знімається навантаження від опалубки у місці п'ятої захватки, де вік бетону вже складає 15 діб. На рисунку 3.8 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у металевих балках на які діє навантаження

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

бетонної суміші від шостої захватки. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

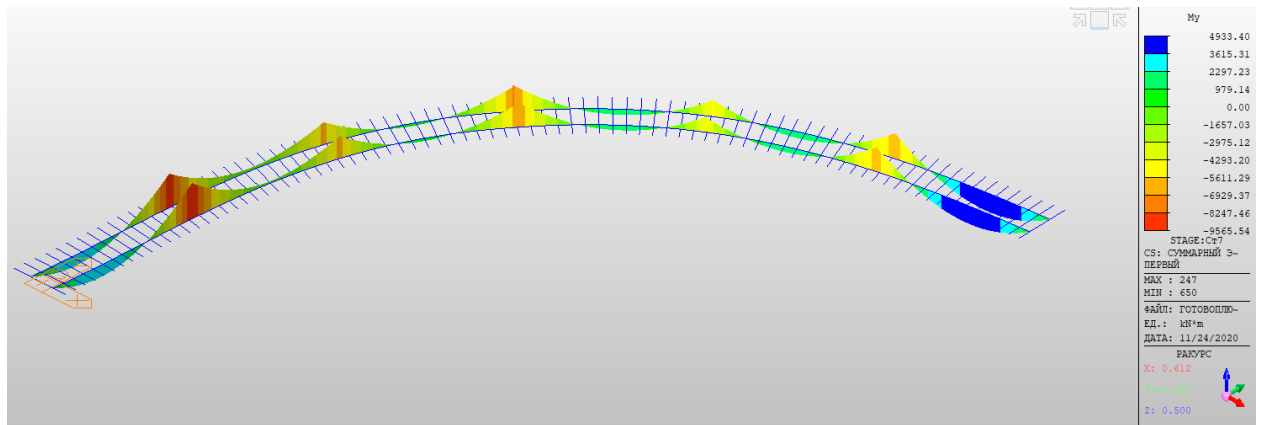


Рисунок 3.7 – Стадія зведення 7

9. На восьмій стадії знімається навантаження від опалубки у місці шостої захватки, де вік бетону вже складає 15 діб. З урахуванням часу вкладання шостої захватки, на 45 добу ведеться встановлення бар'єрного, перильного огорожень. Виконується вкладання асфальтобетону. Наступним кроком є перегляд деформаційного стану конструкції через 3000 діб. Через 3000 діб, вся повзучість та усадка бетону припиняється та конструкція є незмінною. На рисунку 3.9 зображено зусилля згинаючих моментів, які виникають у вже сформованій сталі залізобетонній прогоновій будові. Переміщення на даному етапі наведені у таблиці 3.1.

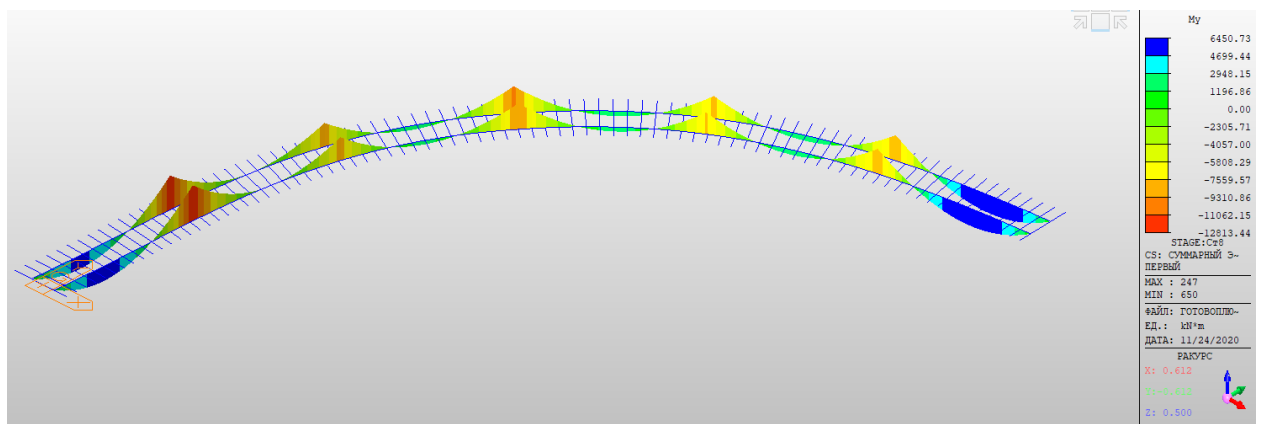


Рисунок 3.8 – Стадія зведення 8

3.3 Особливості моделювання

Особливостями моделювання композитних споруд є те, що потрібно враховувати реологічні властивості бетону. Тобто його характер поведінки при твердінні, повзучість, усадку та набуття жорсткості на кожній стадії зведення. На рисунку 3.9 зображено дані для повзучості та усадки

Имя : П-У | Нормы : Russian

Россия

Класс бетона, В : 35000 kN/m²

Относительная влажность окружающей среды : 70

Модуль открытой поверхности, М : 3.3 1/m

Возраст бетона в начале усадки : 3

Метод обработки : Естественное твердение Тепловлажностная обработка

Тип цемента : Обычный Быстротвердеющий Шлаковый Пуццолановый

Быстронатекающая ползучесть

Бетон

Тип : Тяжелый бетон (Н) Мелкозернистый бетон (М)

Содержание воды, W : 180 L/m³

Максимальная крупность заполнителя : 0.02 m

Количество вовлеченного воздуха, V : 30 L/m³

Удельное (по массе) содержание цементного теста, pz : 0.147

Показать результат.. | ОК | Отменить | Применить

Рисунок 3.9 – Дані про повзучість та усадку.

Наступним кроком є привласнення міцності на стиск. Формули для розрахунку задані згідно російським нормам. Привласнення міцності на стиск зображено на рис 3.10.

Задание стандартной подвижной нагрузки

Название стандартной нагрузки: Россия - Автодорожный и железнодорожный мост

Свойства нагрузки
 Название нагрузки: АК нормативное
 Тип нагрузки: АК

(Unit : KN)

№	Нагрузк...	Межосево...	K
1	10K	1.5	15
2	10K	конец	

Выносливость
 Та же длина загрузки для тележки и распред. нагрузки

Динамический коэффициент
 Вычислить - СНиП
 Материал: Железобетонные
 Тип моста: Автодорожные и Городские мосты
 Динамический коэффициент (1+μ): 1+(45-Lamda)/135

Ввод пользователем
 Динамический коэффициент (1+μ) для тележки: 1
 Динамический коэффициент (1+μ) для РРН: 1

Коэффициент надежности по нагрузке
 Вычислить
 Ввод пользователем
 Коэффициент надежности (Gamma f) для тележки: 1
 Коэффициент надежности (Gamma f) для РРН: 1

Коэффициент полосности (s1)

	Полоса 1	Полоса 2	Полоса 3 и более
Тележка	1	0.6	0.3
РРН	1	0.6	0.3

OK Отменить Применить

Рисунок 3.11 – Рухоме навантаження АК15 нормативне.

На рисунку 3.12 наведено прикладання розрахункового рухомого навантаження.

Задание стандартной подвижной нагрузки

Название стандартной нагрузки: Россия - Автодорожный и железнодорожный мост

Свойства нагрузки
 Название нагрузки: АК расчетное
 Тип нагрузки: АК

(Unit : KN)

№	Нагрузк...	Межосево...	K
1	10K	1.5	15
2	10K	конец	

Выносливость
 Та же длина загрузки для тележки и распред. нагрузки

Динамический коэффициент
 Вычислить - СНиП
 Материал: Железобетонные
 Тип моста: Автодорожные и Городские мосты
 Динамический коэффициент (1+μ): 1+(45-Lamda)/135

Ввод пользователем
 Динамический коэффициент (1+μ) для тележки: 1.4
 Динамический коэффициент (1+μ) для РРН: 1

Коэффициент надежности по нагрузке
 Вычислить
 Ввод пользователем
 Коэффициент надежности (Gamma f) для тележки: 1.5
 Коэффициент надежности (Gamma f) для РРН: 1.15

Коэффициент полосности (s1)

	Полоса 1	Полоса 2	Полоса 3 и более
Тележка	1	0.6	0.3
РРН	1	0.6	0.3

OK Отменить Применить

Рисунок 3.12 – Рухоме навантаження АК15 нормативне.

3.5 Зусилля від рухомого навантаження.

На рисунку 3.13 наведено зусилля, виникаючі від АК15 max нормативного.

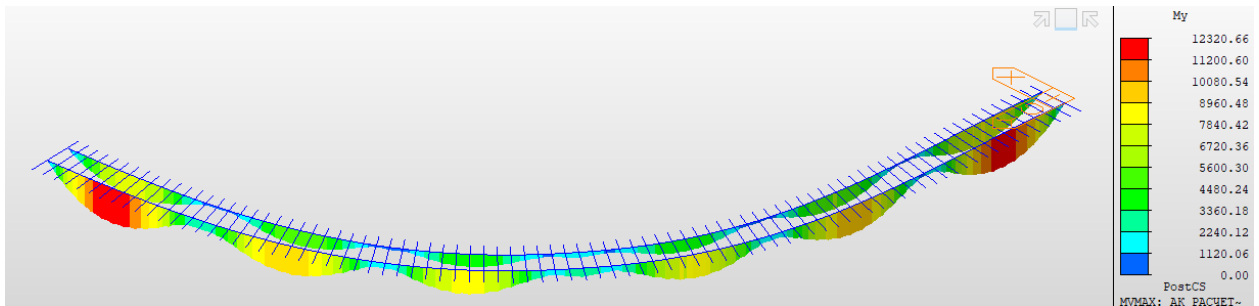


Рисунок 3.13 – Зусилля нормативні від АК15 max

На результаті розрахунку видно, що більші зусилля виникають у лівій частині прогонувої будови. Це тому що завантаження виконані за схемою, що наведена на рисунку 2.4. І тому результат можна вважати правильним.

На рисунку 3.14 наведено зусилля, виникаючі від АК15 min нормативного.

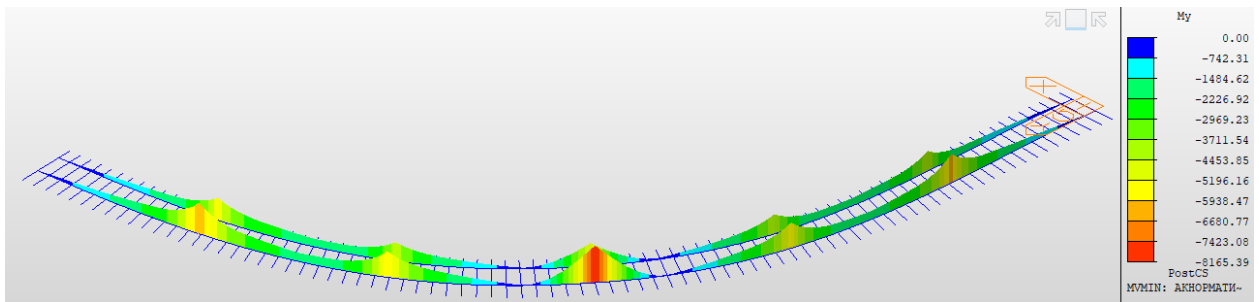


Рисунок 3.14 – Зусилля нормативні від АК15 min

На рисунку 3.15 наведено зусилля, виникаючі від АК15 max розрахункового.

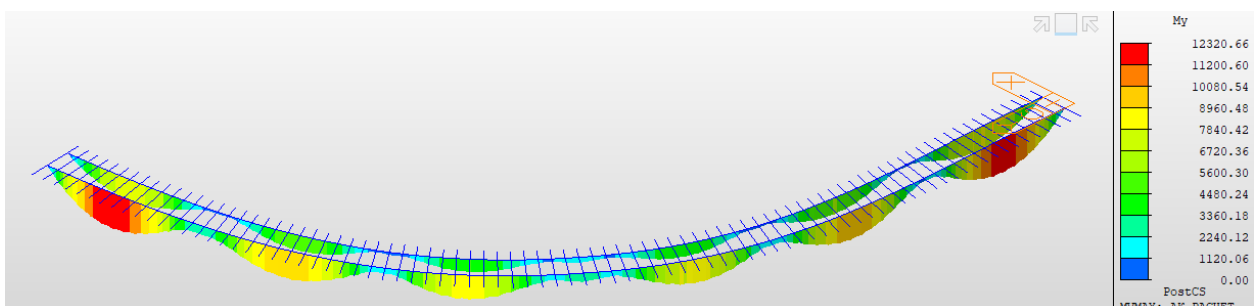


Рисунок 3.15 – Зусилля розрахункові від АК15 max

На рисунку 3.16 наведено зусилля, виникаючі від АК15 min розрахункового.

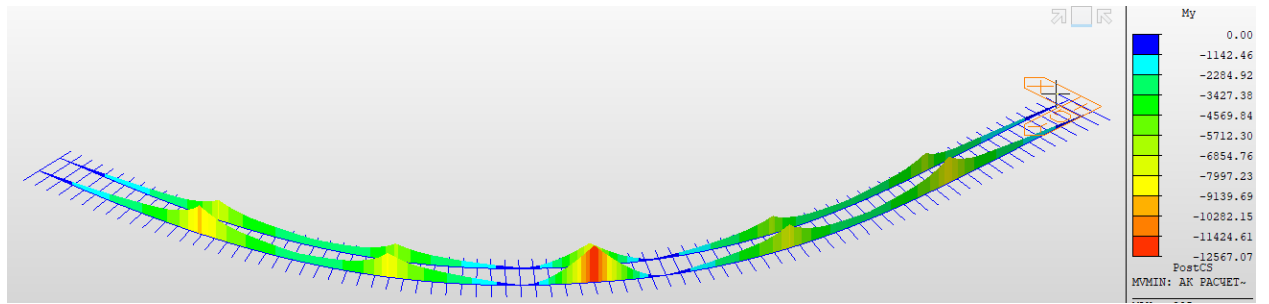


Рисунок 3.16 – Зусилля розрахункові від АК15 min

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці під час виконання робіт з бетонування монолітної залізобетонної плити.

Перелік робіт під час бетонування монолітної залізобетонної плити:

- становлення та закріплення опалубки та робочих риштувань на головні металеві балки;
- подавання крана на автомобільному ході до місця робіт і назад.
- армування плити;
- бетонування плити;
- демонтаж опалубки;

Під час монтажу бетонування монолітної залізобетонної плити використовуються наступні машини, механізми та обладнання:

- кран РДК-250;
- автобетонозмішувач СБ-92;

Небезпечні фактори при роботі:

- над водою;
- на висоті;
- з монтажними кранами;
- з напругою;
- з робочими органами інструментів.

Шкідливі фактори:

- фактор вібрації, що виникає при роботі кранів, колійних інструментів;
- фактор підвищеної шумливості при роботі з механічними,

					<i>011.160004 МР.2020.000</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Віланов А. Л.				Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Марочка В.В.						59	
Керів.розділу	Заяц Ю. Л.							
Консульт.								
Н.контроль								
						ДНУЗТ, група МТ1921		

- електричними машинами та механізма;
- фактор атмосферо – кліматичних чинників, що діє на працівників при виконанні робіт (високі та низькі температури навколишнього середовища, вологість, опади, вітер);

4.1.1 Загальні вимоги

Дорожньо-будівельні роботи, роботи з виготовлення дорожньо-будівельних матеріалів, обслуговування і керування дорожньо-будівельною і приймально-транспортною технікою й іншим оснащенням проводяться відповідно вимогам Законів України “Про охорону праці”, “Про пожежну безпеку” та «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)» .

Власник чи уповноважена особа організовує проведення медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими і небезпечними умовами роботи відповідно вимогам Закону України “Про охорону праці”.

Працівники можуть приступати до виконання своїх обов'язків тільки після медичного огляду їхнього стану здоров'я припустимого для роботи в тих чи інших умовах.

Для виконання робіт у небезпечних і особливо шкідливих умовах роботи працівникам видається письмовий наряд-допуск відповідно «Загальним вимогам стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників», НПАОП 0.00-7.11-12 . Працівники забезпечуються спеціальним одягом, взуттям, рукавицями, касками й іншими засобами індивідуального захисту відповідно вимогам Закону України і «Нормам безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві», НПАОП 45.2-3.01-04 .

Обладнання споряджається суб'єктом господарювання обліковим номером і під цим номером обліковуються в журналі обліку обладнання суб'єкта господарювання, у якого у власності або користуванні (оренда,

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лізинг тощо) перебуває це обладнання, якщо інше не передбачено законодавством.

Облік має вести працівник, який здійснює нагляд за утриманням та безпечною експлуатацією обладнання, або інший працівник, призначений суб'єктом господарювання. «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання», НПАОП 0.00-1.80-18.

Під час підймання і опускання вантажів та прогонових будов не допускається знаходитись під ними. Допуск працівників на опори моста для точного встановлення прогонових будов дозволяється після того, як відстань від низу конструкції до поверхні спирання становитиме не більше 10 см.

При монтажі прогонових будов влаштовуються спеціальні допоміжні споруди, монтаж і демонтаж яких повинен відповідати вимогам безпеки:

Виготовлення, монтаж і демонтаж спеціальних допоміжних споруд і улаштувань проводиться згідно із робочою документацією. Монтаж і демонтаж спеціальних допоміжних споруд та улаштувань проводиться механізовано. В робочій документації зазначають послідовність і безпечний спосіб проведення цих робіт.

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

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

Підймання, переміщення і встановлення вантажів (конструкцій) двома кранами проводиться відповідно до ПВР, під керівництвом особи, що відповідає за проведення робіт.

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

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

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

Роботи на воді «Правила безпеки праці під час проведення робіт з будівництва мостів», НПАОП 45.21-1.03-98.

Усі засоби, що плавають, (човни, катера, баржі, понтони, плашкоути й ін.), призначені для перевезення вантажів і людей і для пристрою плавучих споруджень і установок, перебувають у підпорядкуванні відповідального обличчя, що призначено наказом власника, і експлуатуються відповідно до вимог "Правил судноплавства на внутрішніх водних шляхах України" .

На плавзасоби наноситься реєстраційний номер, що видається у встановленому порядку.

Відповідальність за експлуатацію судів і інших плавучих засобів, за виконання усіх вимог і забезпечення безпеки плавання несуть власники.

Підрозділ, що виконує роботи на акваторіях шириною більше 500м, організує цілодобову диспетчерську службу, що підтримує постійний зв'язок із судами і ділянками робіт і сповіщає їх про прогнози погоди і штормових попереджень.

Під час непогоди судна відстоюються біля обладнаних причалів.

Установка й експлуатація сухопутних кранів, копрів, бетонних заводів, електростанцій, іншого оснащення на плавучі засоби здійснюється відповідно до робочої документації, що включає інструкції з експлуатації плавучих установок.

До керування самохідними судами допускаються обличчя, що мають посвідчення на право судноводіння механізмами.

На кожен весловий човен для перевезення людей призначається спеціально навчений змінний човняр.

Перевезення людей на веслових чи моторних (з підвісним чи стаціонарним мотором) шлюпках (човнах) допускаються на відстань до 2 км при хвилюванні до трьох балів і швидкості вітру не більш 9 м/с.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Перевезення людей і вантажів на одиночних палубних понтонах не допускаються.

На палубних судах, що використовуються для перевезення людей, улаштовуються поруччя висотою 1м по всьому периметрі площі, що відведена для розміщення людей.

Проходи для посадки і висадження людей під час плавання закриваються знімними огороженнями.

Веслові і моторні човни під час плавання в темний час доби забезпечуються ліхтарем з білим вогнем, що прикріплюється на носі човна.

Громіздкі і важкі вантажі перевозяться на човнах і катерах, якщо вони не заважають роботі веслярів і мотористів.

Вогнебезпечні і підривні речовини перевозяться окремо від людей.

Посадка людей і навантаження вантажів на плавучі засоби проводиться в присутності відповідальної особи.

Вантажі, що перевозяться, встановлюються в положення, що забезпечує стійкість плавзасобів.

Не дозволяється купатися на акваторії будівництва і з причалів, плавзасобів, човнів, риштування опор і т.п.

Пасажирські і вантажні причали улаштовуються роздільно.

Причали і підходи до них відгороджуються. Висота огороження – 1м з розривом у місцях розташування проходів і проїздів з боку берега й у місцях причалювання плавзасобів. На пасажирських причалах ширина розривів допускається не більше 1.5 м. Розриви закриваються знімними огороженнями.

На причалах (видні місця) розміщаються рятувальні засоби, вивішуються правила користування катерами, човнами, правила проїзду пасажирів і перевезення вантажів.

На період проведення робіт на ріках і акваторіях при глибині води більш 1,5 м організовується рятувальна служба.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

У приміщенні рятувальної станції встановлюється ліжко для тимчасового перебування потерпілого.

Біля місць проведення робіт на воді і над водою знаходяться рятувальні шлюпки (човни), а в льодових умовах – аварійно-рятувальні судна.

Рятувальні шлюпки (човни) підкоряються виконавцю робіт і знаходяться в постійній готовності для використання.

Не допускається використання їх не по призначенню.

На період проведення робіт над водою на висоті більш 5м на рятувальні шлюпки призначаються чергові.

Верхолази, що працюють більш ніж на 5м над водою, одягають рятувальні жилети.

До складу бригади, що веде роботи на воді, повинно входити не менше двох працівників, що володіють прийомами надання допомоги потопаючим.

Шлюпка знаходиться біля місця проведення робіт протягом усієї зміни в зручному для швидкої посадки місці і закріплюється способом, що допускає швидке звільнення від закріплення.

На прогонових спорудах над водотоком з низової сторони розміщуються рятувальні кола з металевим кінцем, з інтервалом не більше 50м.

Рятувальні кола, нагрудники і жилети повинні відповідати вимогам "Правил класифікації і будівлі судів внутрішнього плавання".

На будівництвах, віддалених від населених пунктів і медичних установ, на час льодоходу, або високих повеневих вод організуються спеціальні рятувальні пости, кількість і оснащення яких залежить від місцевих умов.

На судноплавній чи сплавній ріці огорожуються місця проведення робіт (плавучі опори, плавучі установки й ін.) від навалу (удару) минаючих судів і плотів.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучні споруди, що попадають у зону льодоходу і паводка, відгороджуються від підмиву й ушкодження.

Повітряні електролінії, що попадають у зону затоплення, з відстанню від найбільш низької точки проводу до горизонту високої води менше 6м, переносяться або знеструмлюються.

Данні про терміни руху льоду, розкритті рік, горизонтах води під час повені й ін. одержують від органів гідрометеослужби.

Монтаж збірних конструкцій прогонових споруд мостів.

Перед виконанням найбільш складних і відповідальних монтажних робіт, крім ППР, мостобудівним підрозділом розробляються спеціальні виробничі інструкції щодо порядку проведення цих робіт і інструкції з охорони праці.

До самостійних верхолазних робіт (роботам, що виконуються на висоті більш 5м від поверхні землі, чи перекриття робітника настилу) допускаються особи не молодше вісімнадцяти років, що пройшли медичний огляд, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і розряд - не нижче III.

Робочі місця і проходи до них на висоті понад 1,3м і на відстані менше 2м від границі перепаду відгороджуються тимчасовим огородженням відповідно до вимог ДСТУ БА. 3.2-9:2009 ремонт міських мостів, шляхопроводів, тунелів. Вимоги безпеки.

Складання, прикручування, зварювання і замонолічування вузлів конструкцій, що монтуються, проводиться з огорожених засобів підмоцнування. Вертикальні і похилі елементи до подачі їх на монтаж обладнуються монтажними драбинами.

У верхній частині цих елементів згідно з ПВР закріплюються площадки з огороженням. Розстроповування елементів проводиться із засобів підмоцнування або монтажних драбин.

У разі відсутності засобів підмоцнування допускається знаходження стропальника на горизонтальному елементі, що розстроповується з

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використанням запобіжних поясів передбачаються пристрої у виді туго натягнутих сталевих канатів (тросів) для закріплення за них карабінів попереджувальних поясів. У необхідних випадках використовуються страховочні сітки.

До початку монтажних робіт відповідно до вимог і НПАОП 45.21-1.03-98 визначається порядок подачі умовних сигналів між обличчям, що керує монтажем, і машиністом (мотористом).

Перед підйомом елемента відповідальний керівник монтажних робіт зобов'язаний:

- ретельно оглянути надійність стропувальних пристроїв;
- перевірити правильність і надійність закріплення монтажного крана на цій стоянці;
- перевірити готовність до роботи кранівника (моториста лебідок крана), монтажників і сигнальників.

Не допускається перенесення краном конструкцій і елементів над людьми.

Елемент, що подається на монтаж, допускається направляти ломиками для установки в проектне положення після опущення на 20-30 см від нижнього його кінця (площини) до конструкції, що монтується.

Не допускається залишати підняті елементи в підвішеному стані.

Монтаж елементів, що вимагають роботу крана на одному з максимальних параметрів (вантажопідйомність, виліт чи стріли висота підйому гака), проводиться зі стоянок, розмічених на місцевості.

Твердість, стійкість і міцність встановлених елементів і конструкцій забезпечується тимчасовими кріпленнями.

Розчалування для тимчасового закріплення елементів і конструкцій прикріплюються до надійних опор (фундаментів, якорів і ін.). Кількість розчалувань, їхнього перетину, способи натягування і місця кріплення встановлюються ППР.

Розчалування не повинні стосуватися гострих кутів елементів і конструкцій і перегинатися на них. Перегини розчалувань у місцях

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетинання їх з елементами і конструкціями допускаються після перевірки міцності і стійкості цих елементів і конструкцій під дією зусиль розчалувань.

Під час монтажу вертикальних мостових чи інвентарних конструкцій багатоярусних споруджень роботи в нижче розміщених ярусах проводити не допускається.

На змонтованому поясі (розкіс, стійка) металевої прогонової будови під час установки суміжного елемента дозволено знаходитися верхолазам-монтажникам і персоналу, що має відношення до виконання роботи. Усі працюючі страхуються запобіжними поясами.

Прохід по змонтованих елементах, що не мають огороження, допускається у випадку наявності запобіжного пояса з карабіном і страховочного троса, що натягається уздовж необгородженого елемента. Діаметр і тип страховочного троса, конструкція його кріплення і кількість одночасна закріплених за трос карабінів визначаються ППР. Біля обох кінців страховочного троса встановлюються написи, що визначають кількість облич, що можуть одночасно закріплювати карабіни своїх поясів за трос.

Сполучення монтажних отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, що монтуються, проводиться з використанням спеціального інструмента.

Гранично-допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, рівень шуму і вібрації на робочому місці контролюється згідно з «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва» та «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007, ДСН 3.3.6.039-99. [24]

Використання засобів індивідуального захисту працівниками при запиленості забезпечується і контролюється згідно «Правила вибору, та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання» НПАОП 0.00-1.04-07.[22] Незалежно від рівня запиленості повітря на виробництві повинна забезпечуватися природня и штучна вентиляції, а механізми і їх

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

частини, що є джерелами забруднення, повинні бути прикритими або максимально герметизовані. Із засобів індивідуального захисту рекомендується користуватися респіраторами, захисними окулярами і одягом, що не пропускає пил.

В якості засобів індивідуального захисту від вібрації і шумі необхідно використовувати спеціальне взуття, на товстій підошві з губчатої гуми, спецрукавиці і протишумні навушники.

4.2. Дії працівників в аварійних ситуаціях

Аварійні ситуації можуть бути виробничого характеру, а також виникати під дією несприятливих атмосферних умов (дощу, вітру, урагану та ін.).

В процесі виконання робіт до виробничих аварій та нещасних випадків приводять наступні причини:

- складування матеріалів і виробів з порушенням вимог технічних умов і стандартів на складування для даного виду матеріалу, виробу, недотримання технологічних проїздів і проходів;
- невикористання засобів індивідуального захисту (спецодягу, спецвзуття, рукавиць, захисної каски та ін.);
- робота з несправним інструментом чи механізмами;
- куріння, робота з відкритим вогнем або використання металевого інструмента, що може викликати іскру, при розгрузці або складуванні вантажів з горючими матеріалами;
- падіння матеріалів з висоти;
- використання нестандартних засобів підмоцвання;
- використання несправних інструментів, механізмів та пристосувань.

При виникненні аварійної ситуації необхідно негайно припинити роботу, прийняти заходи до евакуації людей з небезпечної зони та рятування матеріальних цінностей. При необхідності відключити технологічне обладнання від електромережі.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

При ураженні електричним струмом насамперед звільнити потерпілого від дії струму. Вимкнути рубильник або викрутити запобіжними. Якщо це неможливо, відтягнути провід сухою палицею або відтягнути потерпілого, використовуючи при цьому діелектричні рукавиці або підручні засоби: суху мотузку, палку, дошку і т.п.

Якщо стався нещасний випадок потерпілого необхідно доставити у медпункт. У разі погіршення самопочуття працівника, потрібно викликати швидку медичну допомогу по телефону "103". До прибуття лікарів потерпілому надати першу медичну допомогу .

При виникненні пожежі необхідно:

- терміново сповістити про загорання пожежну частину по телефону "101";
- гасіння електрообладнання проводити за допомогою вуглекислотних та порошкових вогнегасників тільки після відключення його від електромережі;
- організувати зустріч пожежних машин та інформувати пожежників про місцезнаходження гідрантів, колодязів та інших засобів пожежогасіння.

Якщо обстановка після аварії або нещасного випадку не загрожує життю і здоров'ю навколишніх працівників і не погрожує розширенням аварії, то обстановку слід зберегти такою, що була на момент події.

Про аварійні ситуації та нещасні випадки необхідно терміново повідомляти виконроба.

					011.150006.ДР.2019.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ВИСНОВОК

У першому розділі наведені приклади зі всього світу. Показано всесвітній досвід мостобудування СТЗБ прогонових будов. Першочергово мостові споруди, такого типу були розроблені під залізничні мости, високошвидкісні потяги. Але з часом знайшли місце у автодорожніх мостах та естакадах також. Наведено багато типів композиту, серед них є такі, що забезпечують мінімальну будівельну висоту при даній несучій спроможності. Це є перевага та дає змогу зведення прогону у складних, стислих умовах.

Розрахунок аналітичним методом був виконаний за для порівняння та контролю правильності величин значень у програмному комплексі. Розрахункові формулі були взяті з [14]. Результати розрахунку задовольняють умови порівняння. Розбіжність не більш ніж у 5%. Також це свідчить про те що моделювання виконано коректно.

В рамках моделювання прогонової будови було складено об'ємну модель за схемою балочний ростверк із стержневих елементів, кожен з яких моделює роботу залізобетонних та металевих елементів споруди. Мета моделювання була досягнута, а саме, отримано відмітки переміщень на кожній зі стадій бетонування плити автопроїзду. Саме переміщення є завершальним етапом даного моделювання, розрахунку.

					011.150006.ДР.2019.000			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Віланов А. Д.			Висновок	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Марочка В.В.					70	
Керів.розділу		Марочка В.В.				ДНУЗТ, група МТ1921		
Консульт.								
Н.контроль		Овчинников						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Hanswille, Institute for Steel and Composite Structures University of Wuppertal Germany, Univ.-Prof. em.Dr.-Ing. Dr. h.c. G. Sedlacek, Institute for Steel and Lightweight Structures RWTH Aachen Germany. Steel composite bridges in Germany. State of the Art. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.stalforbund.com/Staldag2007/Steel_composite_bridges_Germany.pdf
2. Patel Purvik. LRFD design of double composite box girder bridges. 2009. Graduate Theses and Dissertations. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3130&context=etd>.
3. Rajan Sen, Steven Stroh. Design and Evaluation of Steel Bridges with Double Composite Action. Final report. February, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dot.state.fl.us/researchcenter/Completed_Proj/Summary_STR/FDOT_BD544-18_rpt.pdf
4. Prestressed composite box girder bridges with corrugated webs. A critical comparison with flat steel webs. Ing. Gabriele Bertagnoli. Politecnico di Torino. October, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aces.upatras.gr/userfiles/file/2nd_Workshop/ACES_workshop_Oct_2010_Bertagnoli.pdf

					<i>011.150006.ДР.2019.000</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Віданов А. Д.			Перелік посилань	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Марочка В.В.					71	
Керів.розділу		Марочка В.В.				ДНУЗТ, група МТ1921		
Консульт.								
Н.контроль		Овчинников						

5. Balázs KÖVESDI. Patch loading resistance of girders with corrugated webs. PhD Dissertation. Budapest, 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://hsz.bme.hu/hsz/tat_prog/fajlok/11/kovesdi_balazs_phd.pdf
6. Вантовые мосты (cablestayed bridges).
7. Bridges. With rolled sections. ArcelorMittalEurope – Long Products Sections and Merchant Bars. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/Sales_programme_Brochures/Bridge/Bridges_EN.pdf
8. Composite bridge design for small and medium spans. PRF Report №13202. DesignGuide with standard solutions documented in drawings and static analysis. 2002. [Электронный ресурс].:
http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/pdf/PRF_133-02.pdf
9. Сквозные балки пролетных строений автодорожных мостов: монография / В.М.Картопольцев, А.в. Картопольцев, Е.В.Балашов, А.Г. Боровиков ; под общ. ред.В.М. Картопольцева. – Томск : Изд-воТом. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – 136
10. Круль Ю. Н. Сталежелезобетонное пролетное строение нового типа: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Круль Юрий Николаевич. – Харьков, 2015. – 260 с.
11. SAUL, R; ZELLNER, W (1991). "RAILWAY BRIDGE WITH DOUBLE COMPOSITE ACTION ACROSS RIVER MAIN". BRIDGES: INTERACTION BETWEEN CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND DESIGN. IABSE SYMPOSIUM LENINGRAD 1991 (IABSE REPORTS VOLUME 64). International Association for Bridge and Structural Engineering. 64: 514–5. Retrieved 26 February 2014.
12. A7/Langenfelder Brücke, Hamburg
13. МОСТИ ТА ТРУБИ ОСНОВНІ ВИМОГИ ПРОЕКТУВАННЯ ДБН В.2.3-22:201X
14. МОСТИ ТА ТРУБИ ПРАВИЛА ПРОЕКТУВАННЯ ДБН В.2.3-14:2006

						011.160004 МР.2020.000	Арк.
							72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- 15.ДБН В.2.3.-14:2006
- 16.Закон України про охорону праці: / із змінами і доповненнями внесено Законами України 19.12.2017 р. № 2249–VIII – К.: 2017 р. – 668 с.
17. Закон України про пожежну безпеку: / із змінами і доповненнями внесено Законами України 05.07.2012 р. № 5081–VI – К.: 2013 р. – 458 с. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) / наказ Мінрегіону від 30.12.2011 № 417 – К.:, 2012.
- 18.НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників / наказ від 25.01.2012 № 67 "Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників" / Міністерство надзвичайних ситуацій України (МНС) – К.:, 2012.
- 19.НПАОП 45.2-3.01-04. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві / наказ від 17.05.2004 р. № 129 / Держнагляд охорони праці (Державний комітет України з нагляду за охороною праці) – К.:, 2007.
- 20.НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання / наказ від 19.01.2018 № 62 Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання / Міністерство соціальної політики України – К.:, 2018.
- 21.НПАОП 45.21-1.03-98. Правила безпеки під час проведення робіт з будівництва мостів (укр) / наказ від 09.03.1998 р. № 31 / Українське державне виробничо-технологічне підприємство "Укрдортехнологія" – К.:, 1998.
- 22.НПАОП 0.00-1.04-07. Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання / наказ від 28.12.2007 р. №

					011.160004 МР.2020.000	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 331 "Про затвердження Правил вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання" / Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду – К.:, 2007.
- 23.ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Зміна № 2 / Наказ від 30.12.2011 № 438 / Інститут "Київпромелектропроект" – К.:, 2011.
- 24.ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації / Постанова від 01.12.1999 № 39/ Міністерство охорони здоров'я (МОЗ) – К.:, 1999.
25. Правила судноплавства на внутрішніх водних шляхах України / Наказ Міністерства транспорту України від 16 лютого 2004 року № 91/ Міністерство юстиції України – К.:, 2004.
- 26.Composite Bridge Design and Pile Freeze Back Test in Cold and High-Altitude
27. Летний курс 2017 занятие 4. [електронний ресурс]
https://www.youtube.com/watch?v=ff5PDLLtGJo&t=2118s&ab_channel=u.midasuser
- 28.Проектирование СТЖБ пролетных строений мостов midas Civil 2016 [електронний ресурс]
https://www.youtube.com/watch?v=LB1iPYfDZDk&list=PLxtIrCPQOafbe899JdIoeES6g4U84stJI&index=5&ab_channel=EVENT
29. Шмуклер В.С., Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова Бугаевский В.А., Бугаевский С.А. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРОЛЕТОВ МОСТОВ.

					011.160004 МР.2020.000	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		