

ЗБІРНО-МОНОЛІТНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ ПРОГОНОВІ БУДОВИ МОСТІВ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА МЕТОДОМ ПОЗДОВЖНЬОГО НАСУВАННЯ

1. Вступ

Будівництво мостів методом поздовжнього насування переважно застосовується при середніх і великих прогонах. В деяких випадках застосування цього методу може бути не тільки конкурентноздатним в порівнянні з іншими методами, а часом навіть одним з можливих. Такі випадки зустрічаються часто при будівництві мостів через ріки в гірській місцевості, на яких можуть виникати раптові повені, а також при будівництві високих віадуків та шляхопроводів на дорогах з інтенсивним безперервним рухом транспорту.

Однією з основних вимог до конструкцій мостів, при будівництві яких можливе застосування методу поздовжнього насування є нерозрізність прогонових будов. Тому застосування цього методу для малих і середніх мостів типових конструкцій, в яких прогонова будова виконується переважно розрізною неможливе. Одним з вирішень цієї проблеми може бути перехід до застосування збірно-монолітних нерозрізних конструкцій прогонових будов. Такі конструктивні вирішення були запропоновані і опрацьовані в Національному університеті „Львівська політехніка” [1-8]. Конструктивні вирішення багатопрогонових нерозрізних збірно-монолітних прогонових будов розроблені для прогонів 24-42 м таврової і двотаврової форми, а також для прогонів 30-65 м коробчатої форми з великорозмірних збірних елементів. Проведені дослідження і випробування моделей і елементів прогонових будов мостів натурних розмірів, а також результати впровадження таких конструкцій в будівництво підтвердили їх позитивні якості і можливість рекомендувати їх для більш широкого застосування в будівництві.

2. Конструктивні вирішення збірно-монолітних прогонових будов таврової і двотаврової форми

В будівництві мостів і шляхопроводів найчастіше застосовують збірно-монолітні конструкції прогонових будов з двотаврових залізобетонних або металевих збірних елементів і монолітної плити проїзної частини. Такі конструктивні вирішення переважно використовують для малих і середніх мостів з прогонами 18-24 м і в значно меншій кількості випадків для прогонів 33-42 м і більших, при яких конкурентноздатними можуть бути коробчаті прогонові будови.

Опрацювання конструктивних вирішень, дослідження і випробування елементів нерозрізних прогонових будов і їх стиків для збірно-монолітних залізобетонних малих і середніх мостів були проведені на кафедрі будівельних конструкцій і мостів Національного університету „Львівська політехніка” [1,3]. Був проведений аналіз трьох типів стиків: зварних, з замонолічуванням випусків арматури і стиків з попередньо напруженою арматурою. При цьому було розглянуте питання впливу попереднього напруження арматури стиків на роботу всієї нерозрізної конструкції проговоної будови на різних стадіях завантаження. Проведений також аналіз конструктивних вирішень стиків з прямолінійною і криволінійною напруженою арматурою на всій довжині або тільки в приопорних зонах. В результаті аналізу встановлено, що переваги та недоліки різних типів стиків слід розглядати з врахуванням їх впливу на напружено-деформований стан всієї конструкції нерозрізної проговоної будови, а не тільки самого з'єднання збірних елементів і приопорної зони.

Крім цього результатами досліджень доведено, що з допомогою напруження арматури стиків в збірно-монолітних залізобетонних мостах, в залежності від їх конструктивних вирішень, можливо включати в роботу за нерозрізною схемою всі навантаження або тільки корисні, а для створення найбільш вигідного напруженого стану регулювати внутрішні зусилля.

З метою створення повної нерозрізності проговоної будови було запропоновано напруження арматури стиків, регулювання внутрішніх зусиль і армування надопорної зони проводити одночасно.

В практиці будівництва збірно-монолітних залізобетонних мостів найбільш широко застосовують в основному два конструктивні вирішення:

- збірно-монолітні мости із застосуванням збірних балок і монолітної плити проїзної частини;
- збірно-монолітні мости з застосуванням збірних головних балок і збірних плоских плит проїзної частини;

В нових, запропонованих збірно-монолітних конструкціях багатопрогонових нерозрізних мостів поділ на збірні елементи виконаний в дещо інший спосіб, а саме: плита проїзної частини відділена від головних балок разом з верхньою їх частиною по висоті і довжині (рис.1). При такому поділі прогонової будови на збірні елементи одержуємо головні балки таврової або двотаврової форми 1 і 2 і ребристі плити 3.

В прогонах (I-I) ребристі плити 3 об'єднуються з балками 1 і 2, а також між собою бетоном замонолічування 5 з додатковим армуванням і випусками з балок стержнів поперечної арматури. Напружувана стержнева арматура стиків 4 - прямолінійна на всій довжині надопорної зони і розміщена між ребрами плит (II-II) [2]. Анкерування стержнів 4 виконується зварюванням до випусків арматури або з допомогою муфт. Поперечні ребра плит разом з бетоном замонолічуванням утворюють поперечні балки 6. Армування поперечних балок 7 може виконуватись з попереднім напруженням.

Конструктивним вирішенням збірно-монолітної нерозрізної прогонової будови передбачається виконання стиків для об'єднання прогонових балок 1 і надопорних балок 2 в прогонах (рис.1в) для збільшення їх величини до 33-42м. Після натягу арматури стиків, додаткового армування діафрагм і плити, та замонолічування утворюється збірно-монолітна нерозрізна конструкція прогонової будови з поперечними балками, подібна до монолітної. Подібно як в збірно-монолітних балкових мостах. Подібно як в збірно-монолітних залізобетонних збірні плити 3 можуть бути застосовані в сталезалізобетонних прогонових будовах мостів (поз.17 на рис.1д).

Вибір електротермічного методу натягу арматури 4 стиків був обґрунтований тим, що інші методи для збірних елементів з

малими розмірами поперечного перерізу були складними в виконанні.

Електротермічний метод натягу арматури стиків в збірних конструкціях був розроблений на кафедрі будівельних конструкцій і мостів Національного університету „Львівська політехніка” раніше [1] і широко застосований для багатьох інших залізобетонних конструкцій будинків та споруд починаючи з 1975 року.

Розроблені конструктивні вирішення збірно-монолітних багато прогонових нерозрізних мостів з попередньо напруженими стиками дали можливість:

- одержати простішу форму збірних елементів і значно зменшити їх монтажну вагу;
- забезпечити спільну роботу збірних елементів в системі збірно-монолітної багатопрогової нерозрізної конструкції, подібної до монолітної;
- застосувати попереднє напруження стиків з використанням електротермічного методу натягу арматури в надпорній зоні з одночасним регулюванням зусиль.

3. Конструктивні вирішення збірно-монолітних коробчатих прогонових будов

З метою зменшення ваги збірних залізобетонних двотаврових і коробчатих конструкцій в нерозрізних прогонових будовах часто знаходить застосування поділ їх на елементи, що займають всю ширину моста. В різних етапах і методах монтажу такі збірні елементи об'єднують в нерозрізну систему прогонової будови попередньо напруженою арматурою по довжині. Однак такий спосіб поділу на збірні елементи, що займають всю ширину моста може застосуватись в окремих випадках тільки з умови зменшення монтажної ваги. Через велику кількість збірних елементів і їх стиків, такі коробчаті конструкції прогонових будов широкого застосування в практиці будівництва мостів не знаходять. Головними причинами крім цього є складність в технології виготовлення, транспортування і монтажу елементів, і тому часто конкурентноздатними виявляються монолітні конструктивно-технологічні вирішення. Однак основна проблема в технології виготовлення і монтажу коробчатих конструкцій, складених з блоків на всю ширину моста пов'язана з технологією їх

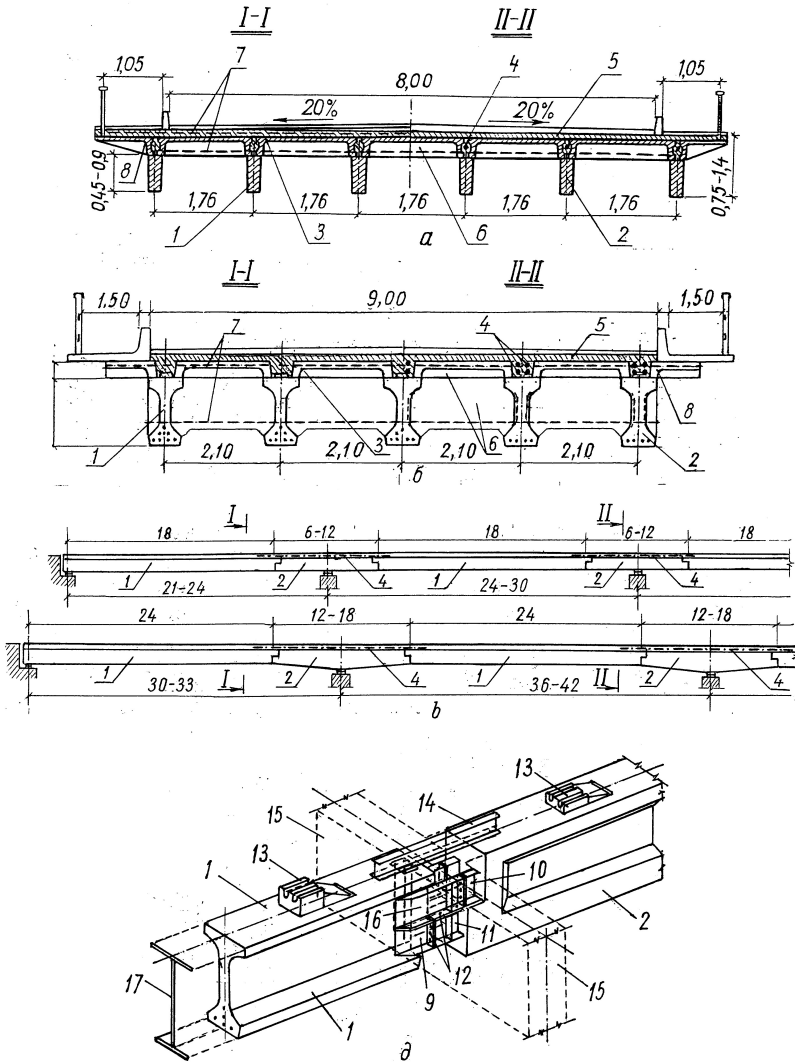


Рисунок 1 - Конструктивне вирішення збірно-монолітних нерозрізних прогонових будов мостів:
 а і б - поперечні перерізи; в - конструктивні схеми; г - стик прогонових балок 1 з надопорними 2 і діафрагмами 15;
 4 - напружена арматура в надопорній зоні; 5 - бетон замоноличування; 6 - діафрагма; 7 - арматура діафрагм;
 9-16 - закладні елементи стиків балок 1 і 2.

попереднього напруження з натягом арматури на бетон, яка здавна застосовується переважно в монолітних мостах. При будівництві мостів з застосуванням збірних елементів по довжині не завжди можна забезпечити високу якість і точність натягу арматури на бетон, її анкеруванні та ін'єкції закритих каналів. Крім цього якість і надійність прогонових будов мостів складених з блоків по довжині можуть залежати як від якості і надійності стиків так і від їхньої кількості. Рівно ж у несприятливих кліматичних умовах технологічні операції створення попереднього напруження не можуть бути так якісно виконані як в заводських умовах і їх вплив на сезонність будівництва мостів може бути вирішальним.

З врахуванням цих особливостей конструктивних вирішень прогонових будов складених по довжині з блоків з натягом напруженої арматури на бетон і технології їх монтажу були запропоновані і опрацьовані збірно-монолітні коробчаті конструкції прогонових будов з новим [4-6] поділом їх на збірні елементи в поперечному і поздовжньому напрямках (рис.2). Було запропоновано поділити коробчату конструкцію на великорозмірні елементи по довжині, відділяючи в поперечному розрізі від стінок 1 плиту прогонової частини 3, а частину нижчу від плити поділити на два збірних елементи: балку кутникового типу 1 в одно коробчатих конструкціях (рис. 1а) або на елементи 1 і 1-2 в конструкціях багатокоробчатих (рис. 2б) з двотавровими балками. По довжині прогонову будову передбачається поділити на два збірні великорозмірні елементи, які виготовляються з натягом арматури на упори, а саме: прогонові балки 1 довжиною 18-33 м і надпорні балки 2 довжиною 15-24 м. Такі збірні прогонові 1 і надпорні балки 2 можуть застосовуватись не тільки в багатопрогонних нерозрізних балкових мостах, а також в консольних конструкціях з шарнірами і в рамних мостах.

Стики великорозмірних збірних елементів нерозрізних прогонових будов (рис. 2в), а також у консольно-шарнірних і рамних системах розміщують по довжині в зонах нульових моментів. Стики 4 з'єднання нижньої плити збірних елементів 1 і 2 в поперечному перерізі (рис.3 а і б) виконують з випусками арматури, які широко вже застосовують в будівництві мостів різних систем. Ширина цих стиків з метою зменшення ваги збірних елементів або збільшення ширини коробчатого перерізу може бути змінною.

Плита проїзної частини 3 в збірно-монолітних коробчатих конструкціях прогонових будов може виконуватись монолітною або із збірних елементів ребристої конструкції одно- і двопрогонова з великими консолями довжиною 3,0 м з домонолічуванням. Плита з'єднується з похилими стінками балок 1 і 2 стику 5 подібно як в збірно-монолітних балкових мостах.

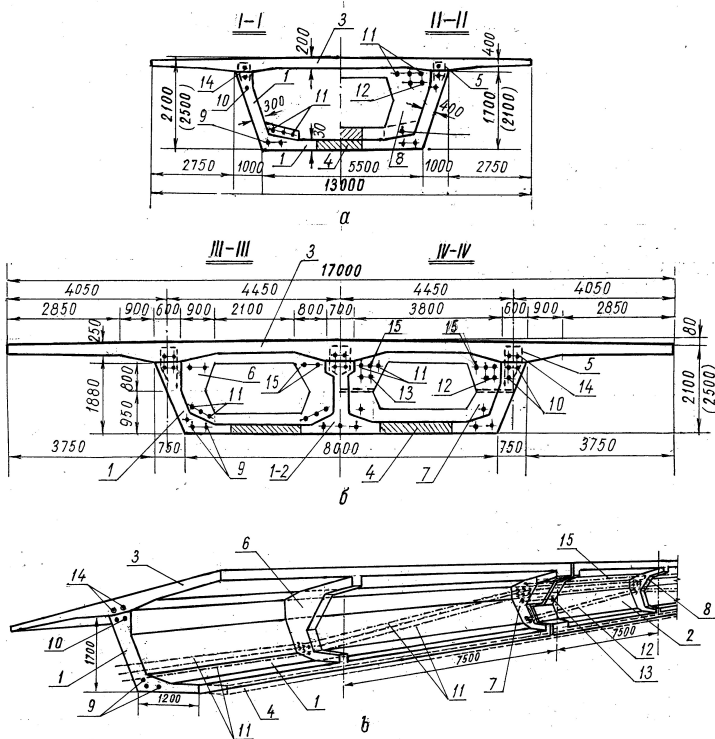


Рисунок 2 - Конструктивне вирішення багатопрогових нерозрізних збірно-монолітних коробчатих прогонових будов: а - однокоробчатих; б - двокоробчатих; в - елементи коробчатого перерізу і схема їх армування напруженою арматурою; 1 - крайня балка кутникового типу; 1-2 - середня балка двотаврової форми; 3 - монолітна плита проїзної частини; 5 - стики плити 3 з балками 1 і 2; 6 - діафрагми прогонових балок; 7 - діафрагми на стику; 8 - діафрагма надопорних балок; 9-10 - попередньо напружена арматура прогонових балок; 11-13 - попередньо напружена зовнішня арматура; 14 - монтажна арматура; 15 - надопорна арматура

Запропонований спосіб поділу коробчатих конструкцій прогонових будов мостів на великорозмірні збірні елементи створює умови для їх виготовлення за технологією з натягом арматури на упори в заводських умовах, а для монтажу застосовувати метод насуву з виконанням для їх з'єднання провірених практикою і надійних стиків з використанням звичайної або попередньо напруженої арматури, розміщеної в відкритих каналах або в бетоні домонолічування.

Важливою перевагою запропонованих конструктивних вирішень збірно-монолітних коробчатих прогонових будов мостів і віадуків є те, що новий спосіб поділу на збірні елементи дає можливість застосовувати їх не тільки в багатопрогонових нерозрізних балкових мостах, а також в рамних, рамно-консольних і консольних системах з шарнірами в прогонах в умовах коли можливі нерівномірні деформації основ фундаментів. При виготовленні збірних елементів і їх монтажі в таких випадках будуть різними тільки стики в прогонах, які об'єднують прогонову будову в систему нерозрізну або шарнірну.

Монтаж збірно-монолітних коробчатих конструкцій прогонових будов може виконуватись різними способами, в тому числі поздовжнім насувом разом з плитою 3 або без плити. Крім цього в таких конструктивних вирішеннях може застосовуватись зовнішнє армування напружуваною арматурою 11-15 під час насування, а також для підсилення чи її заміни в період довготривалої експлуатації [8].

4. Висновки досліджень і рекомендації

Аналіз результатів досліджень запропонованих збірно-монолітних конструкцій нерозрізних прогонових будов підтвердив можливість застосування таких систем в будівництві мостів і шляхопроводів.

Величини деформацій бетону збірних елементів бетону замонолічування і арматури, отримані експериментально [2], підтвердили, що всі елементи таких конструкцій включаються до спільної роботи на всіх стадіях, на що вказує також характер утворення і розкриття тріщин та їх руйнування [3].

Проведені дослідження і випробування [6] запропонованих і опрацьованих збірно-монолітних конструкцій прогонових будов

мостів виявили їх значні переваги в порівнянні з традиційними збірними конструкціями і вказали на можливості їх практичного застосування в будівництві.

Література

1. Курылло А.С., Гнидец Б.Г. Сборные железобетонные конструкции производственных зданий с натяжением арматуры в монтажных стыках. Бетон и железобетон. - 1966.- №5.- с.12-18.

2. Гнидец Б.Г., Сало В.Ю. Сборно-монолитные неразрезные железобетонные мосты с предварительно напряженными стыками в двух направлениях. Вестник Львов. Политехн. ин-та. - 1980. № 145 с. 17-19.

3. Гнидець Б.Г., Сало В.Ю. Совершенствование конструктивно технологических решений сборно-монолитных неразрезных пролетных строений мостов. Труды союздор НИИ. - М.; 1987. - с. 28-34.

4. Гнідець Б.Г., Гнідець З.Б. Багатопрогонові нерозрізні, консольні і рамні мости коробчатої конструкції з великорозмірних збірних елементів. Науково-практичний семінар: «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення». - Київ, - 1988. - с.46-78.

5. Гнідець Б.Г. Реконструкція і підсилення мостів зі зміною статичної схеми і регулювання зусиль. Автомобільні дороги і транспортне будівництво. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 64- К. 2002. - с. 54-58.

6. Гнідець Б.Г. Нерозрізні прогонові будови з попередньо напруженими стиками і регулюванням зусиль для будівництва і реконструкції мостів. Укр. Міжгалузев. Наук-практ. Семінар - К. 1996. - с. 13-15.

7. Гнідець Б.Г. Збірно-монолітні нерозрізні конструкції прогонових будов для будівництва і реконструкції мостів і шляхопроводів. НАН України. Фіз..мех..ін-т ім. Г. В. Карпенка. Збірник наукових праць. Вип. 4 Львів: Каменяр 2002. - с. 38-43.

8. Гнідець Б.Г. Стики з напружуваною арматурою і регулюванням зусиль в збірно-монолітних нерозрізних балкових і рамних мостах. Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». Вип. 69. - Київ. - 2004. - с.48-53.