

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ

Описано результати розрахунку збірно-монолітних прогонових будов. Проаналізовано дані, які були отримані під час розрахунків, визначено необхідність розрахунку прогонових будов даного типу на декількох стадіях включення окремих елементів в роботу. Проведено порівняльний розрахунок просторових моделей в ПК «Ліра».

Описаны результаты расчета сборно-монолитных пролетных строений. Проанализированы данные, которые были получены во время расчетов, определена необходимость расчета пролетных строений данного типа на нескольких стадиях включения отдельных элементов в работу. Проведен сравнительный расчет пространственных моделей в ПК «Лира».

The calculation results for assembling monolithic spans are described. The data obtained during calculations are analyzed; the necessity of calculation of spans of this type at a few stages of including separate elements into work is determined. The comparative calculation of spatial models in the LIRA SOFTWARE is conducted.

На сьогоднішній день в Україні є незначна кількість рішень залізобетонних прогонових будов мостів, які б відповідали вимогам ДБН В.2.3-14 та забезпечували необхідну довговічність конструкцій мостів. Всі типові проекти, які діяли до цього часу, не розраховані на такий високий рівень навантаження згідно нового ДБН [1], а це вимагає внесення суттєвих змін до існуючих або розробку нових типів конструкцій прогонових будов. Найбільш ефективними, для мостів малих і середніх прогонів, є збірно-монолітні конструкції. Такі конструкції поєднують в собі основні позитивні якості як збірної, так і монолітної залізобетону. Це сприяє ефективному застосуванню їх в різних областях будівництва, зокрема, мостобудуванні. Для збірно-монолітних прогонових будов характерна економія бетону, збільшення вертикальної та горизонтальної жорсткості, покращені експлуатаційні характеристики та багато інших факторів. Зараз в Україні спостерігається тенденція до переходу на типовий тип збірно-монолітних прогонових будов. В якому збірні елементи – попередньо напружені балки І-подібного перерізу об'єднуються монолітною плитою товщиною 20...25 см, яка бетонується в одну стадію.

У зв'язку з цим при проектуванні збірно-монолітних конструкцій вельми актуальним стає облік тривалих процесів повзучості і усадки бетону, зростання їх модулів пружності, а також явища релаксації зусиль.

При проектуванні збірно-монолітних конструкцій необхідно враховувати можливість по-

яви в площині контакту значних зусиль зрушення. За найбільш несприятливих умов ці зусилля можуть скласти 20...25 % аналогічних зусиль, що виникають у момент додатка зовнішнього навантаження.

Усадка бетону робить істотний вплив на роботу збірно-монолітних конструкцій в процесі експлуатації. Тріщиностійкість конструкцій, армованих заздалегідь напруженими дошками і брусками (при розрахунку за утворенням тріщин в дошках і брусках), унаслідок усадки зазвичай підвищується, а конструкції з перерізами інших типів – знижується.

За реальних умов тріщиностійкість конструкцій унаслідок усадки може знизитись на 20 % і більше в порівнянні з розрахунковою або нормативною, а конструкцій, армованих дошками і брусками (при розрахунку за утворенням тріщин в дошках і брусках), – підвищиться на 20...25 % [2].

Крім того, для конструкцій такого типу важливим моментом є стадійність роботи:

- 1) робота збірної балки без плити до набору міцності монолітним бетоном плити.
- 2) робота об'єданого перерізу балки з плитою.

Розрахунок такого типу прогонової будови є аналогічним розрахунку сталі-залізобетонної прогонової будови. Розрахунок залізобетонної прогонової будови можна розділити на наступні характерні етапи:

- 1) Призначення геометричної і статичної схеми та генеральних розмірів прогонової будови і співвідношення жорсткостей її елемен-

тів, здобуття орієнтовної власної ваги конструкції.

2) Визначення зусиль і моментів по стадіях роботи з врахуванням попереднього напруження і регулювання, якщо воно застосовується.

3) Підбір перерізів і у ряді випадків оптимізації конструкції з уточненням схеми і розмірів, параметрів попереднього напруження і регулювання, характеристик матеріалів і т.д.

4) Перевірочні розрахунки конструкції за граничними станами з коректуванням зусиль і моментів у випадках необхідності.

5) Розрахунки деталей, що не роблять визначального впливу на конструкцію в цілому [3]. Розрахунок збірно-монолітних залізобетонних мостів, так само як сталі-залізобетонних прогонових будов, відрізняються підвищеною складністю, пов'язаною із стадійністю роботи, поєднанням специфіки попередньо напружених і звичайних залізобетонних конструкцій, внутрішньою статичною невизначеністю перерізів, необхідністю врахування як зовнішніх, так і внутрішніх силових чинників, з врахуванням впливу попередньої напруги і регулювання, впливом на роботу непружних деформацій тощо.

При проектуванні сталі-залізобетонних прогонових будов стадійність роботи перерізів регламентована нормативним документом [1]. Для збірно-монолітних залізобетонних прогонових будов мостів норми проектування мостів не передбачають розрахунок за двома стадіями, тому інженери змушені шукати вихід із становища, використовувати норми цивільного будівництва [4]. Стадійний розрахунок залізобетонної прогонової будови був виконаний при розробці проекту капітального ремонту моста на автомобільній дорозі Житомир – Чернівці км 216+920. Робочий проект ремонту мостового переходу розроблено за матеріалами обстеження і випробування, виконаних Львівським комплексним відділом ДерждорНДІ у 2004 році.

Мостовий перехід знаходиться біля с. Соколівка, був побудований в 70-х роках минулого століття. Обстеженням конструкцій моста було виявлено ряд дефектів, які є результатом корозійних процесів, експлуатаційних факторів та певних конструктивних недоліків. На рис. 1 показані основні дефекти існуючого мостового переходу.

За результатами обстеження було прийняте рішення про капітальний ремонт моста із заміною прогонових будов.

а)



б)



Рис. 1. Характерні дефекти прогонової будови мосту на автомобільній дорозі Житомир – Чернівці, км 216+920:

а – руйнування плити крайніх балок, оголення і корозія арматури; б – руйнування бетону торців балок та діафрагм, оголення і корозія арматури

В результаті виконаних вишукувань було запропоновано два варіанти капітального ремонту мосту:

Варіант 1. Влаштовується нерозрізна прогонова будова за схемою 15+18+15 м, прогонові будови виконуються із збірних залізобетонних балок І-подібного перерізу 3 Вет-90 виробництва заводу «З Бетони» (м. Калуш), об'єднаних монолітною плитою. При цьому влаштовуються нові опори на фундаментах з буронабивних паль, існуючі опори розбираються.

Недоліком варіанту № 1 є додаткові роботи по демонтажу крайніх та проміжних опор, значні земляні роботи по влаштуванню підходів.

Варіант 2. Влаштовується температурно-нерозрізна прогонова будова за схемою 3x14 м (зі збереженням існуючої схеми). Прогонові будови виконуються із збірних залізобетонних балок І-подібного перерізу 3 Вет-90 виробницт-

ва заводу «3 Бетони» (м. Калуш), об'єднаних монолітною плитою. Існуючі опори зберігаються, з кожного боку влаштовуються по одній буронабивній palі, ригеля видовжуються, об'єднуючи нові буронабивні palі з існуючими опорами.

Перевагами варіанту № 2 у порівнянні з № 1 є незначні земляні роботи та менші затрати по влаштуванню опор при їх поширенні у порівнянні з будівництвом нових опор (рис. 2).

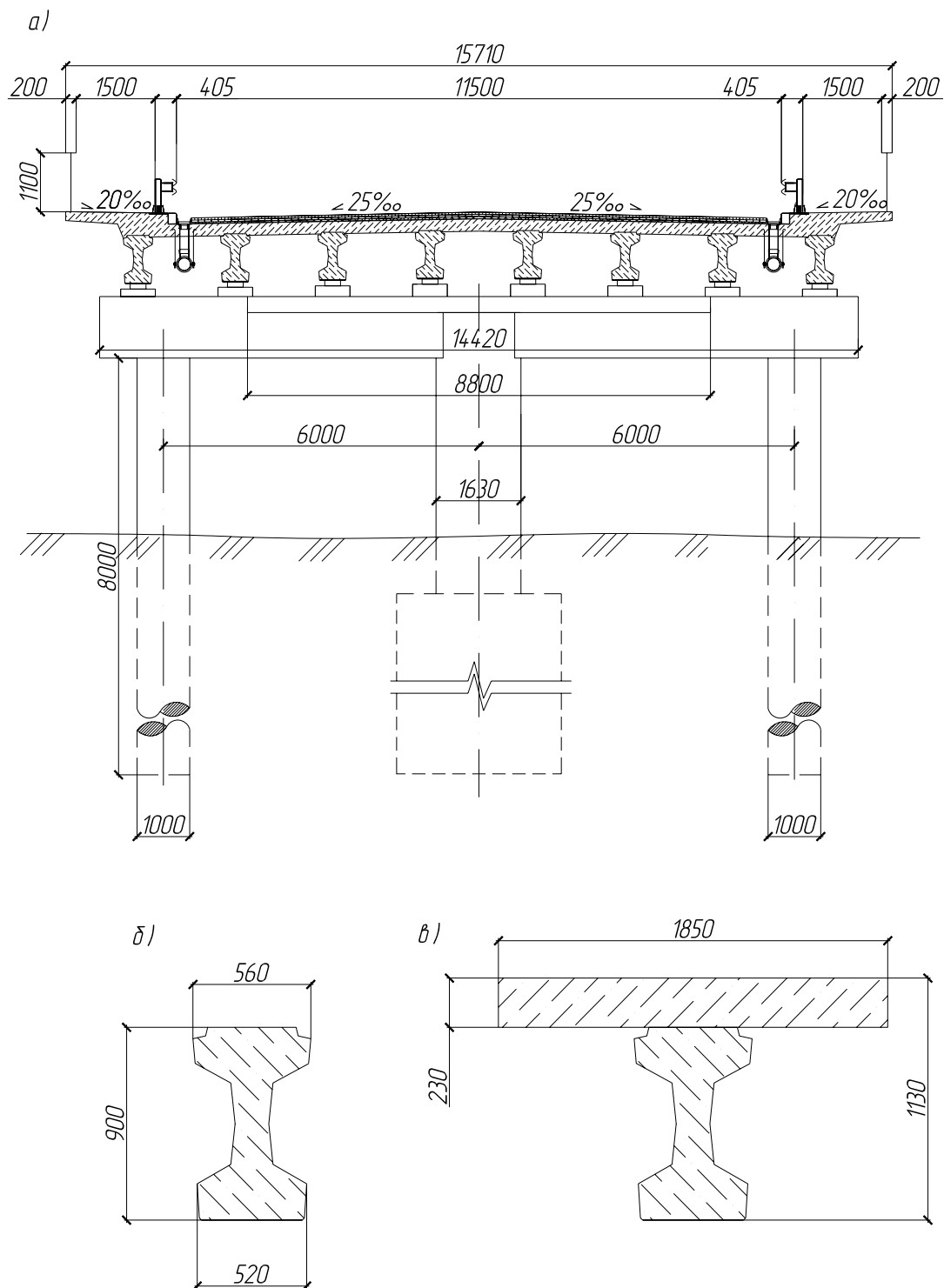


Рис. 2. Поперечний переріз мосту:

а) – поперечний переріз балки мосту на стадіях роботи: а – стадія 1; б – стадія 2

Розрахунок елементів прогонової будови проводився згідно вимогам [1].

Оскільки поперечний переріз збірно-монолітного мосту послідовно включається в робо-

ту, по аналогії з поперечним перерізом сталезалізобетонного моста, розрахунок треба виконувати по стадіях, кількість яких визначається кількістю частин перерізу, що включаються послідовно в роботу. В даному випадку розрахунок розділили на дві стадії роботи (див. рис. 2):

- робота збірної балки на технологічне навантаження від монолітного бетону плити, опалубки, робітників, тощо (див. рис. 2, б);

- робота об'єднаного перерізу на експлуатаційні навантаження згідно ДБН [1] (див. рис 2, в).

Згідно ДБН [1] проведені всі необхідні розрахунки і перевірки елементів прогонової будови. Для врахування всіх впливів, які діють на елементи конструкції на двох стадіях роботи перерізу (тимчасове вертикальне навантаження, постійне вертикальне навантаження, попереднє напруження балок, сумісна для постійних навантажень і впливів при включенні монолітного бетону в роботу конструкції, сумісна для постійних і тимчасових навантажень усадка бетону, зміна температури тощо) розроблена кінцево-елементна модель прогонової будови моста (рис. 3).

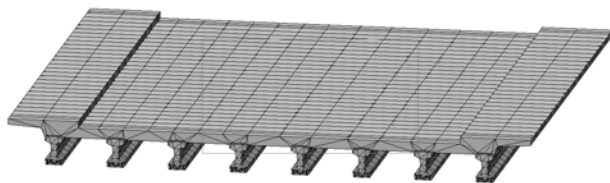


Рис. 3. Модель однопрогінної прогонової будови

Побудова такої моделі в ПК «Ліра» дозволяє реалізувати всі види впливів при розрахунку моста на всіх стадіях роботи перерізу.

При цьому можна чітко проаналізувати напружено-деформований стан конструкції. Особливо це важливо для першої стадії роботи, оскільки балка І-подібного перерізу не має розвинутої верхньої полицки, відповідно характеристики жорсткості в неї нижче, ніж у традиційної уніфікованої балки. Тому необхідна обов'язкова перевірка такого типу балок за двома групами граничних станів до включення монолітної плити в спільну роботу. Ці підходи були реалізовані при проектуванні даного моста. В процесі розрахунку балок було встановлено, що перша стадія роботи є більш не вигідною для такої балки.

Технологічні навантаження, які діють на балку, вибирають попередній вигин балки (знижують попередній обтиск) на більш не вигідну, ніж це відбувається при роботі моста на повне навантаження від власної ваги А15 (рис. 4). Для

даного моста при прогоні 14 м погашення попереднього напруження не відбулось, хоча цілком ймовірно, що для більших прольотів саме на першій стадії роботи в збірних балках можуть утворюватись тріщини.

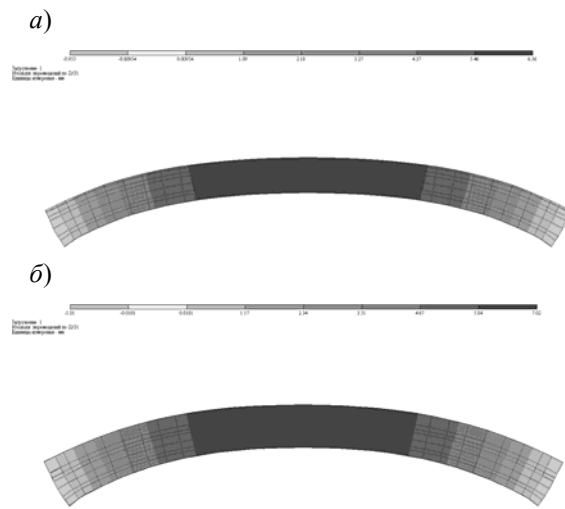


Рис. 4. Ізолінії залишкових вигинів балки на стадіях роботи:
а – стадія 1; б – стадія 2

Висновок

При розрахунку збірно-монолітних прогонових будов необхідно враховувати стадійність включення в роботу окремих елементів прогонової будови. Особливо це важливо для балок нового типу І-подібного перерізу без розвинутої верхньої полицки, для яких розрахунок по першій стадії може бути визначальним. Це вимагає проведення додаткових досліджень з подальшою розробкою доповнень до ДБН [1] для розрахунку конструкцій такого типу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування [Текст]. – Введ. 2006-06-05. – К.: Мін. Буд-ва, архітект. та житл.-комун. госп-ва, 2006. – 359 с.
2. Гольшев, А. Б. Расчёт сборно-монолитных конструкций с учетом фактора времени [Текст] / А. Б. Гольшев, П. В. Полищук, Ю. А. Колпаков.
3. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции [Текст].
4. Проектирование железобетонных сборно-монолитных конструкций [Текст]: Справочное пособие к СНиП 2.03.01-84.
5. Стрелецкий, Н. Н. Сталежелезобетонные пролётные строения мостов [Текст] / Н. Н. Стрелецкий.

Надійшла до редколегії 16.03.2010.

Прийнята до друку 24.03.2010.