

РОБОТА ДЕЯКИХ ВУЗЬКИХ ПРОЛЬОТНИХ БУДОВ ІЗ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Кожушко В.П.

Більченко А.В.

Лозицький А.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

З середини минулого століття почали широко застосовувати збірні залізобетонні типові конструкції для спорудження прольотних будов мостів. Збірні мости, побудовані із типових балок, експлуатуються до цього часу, тому виявлення їх дійсної несної здатності і реальної роботи під дією тимчасових навантажень є актуальною проблемою для України, оскільки від цього буде залежати кількість коштів, які потрібно задіяти для підсилення, розширення і реконструкції мостових споруд.

Типові конструкції були розроблені під певні тимчасові навантаження і для певних габаритів мостів по ширині. Порушуючи ці вимоги типових проектів, проєктанти і будівельники часто бездумно застосовували типові елементи при будівництві дуже вузьких або дуже широких мостів (під словом «дуже» ми розуміємо ті габарити мостів по ширині, які не відповідають типовим рішенням). Мабуть, проєктанти і будівельники вважали, що в типових балках закладено значні запаси міцності, тому ці балки можна застосовувати для будь-яких габаритів мостів по ширині.

Відомо, що розподільча здатність прольотних будов залежить від їх конструкції, співвідношення геометричних розмірів (відношення довжини прольоту до ширини моста), співвідношення жорсткостей у поздовжньому і поперечному напрямках та способу обпирання балок на опори [1-6].

Якісний аналіз роботи прольотних будов при дії на них тимчасових навантажень приводить до думки, що у вузьких прольотних будовах будуть перенавантажені головні балки, а в широких – поперечні елементи (діафрагми, поперечні балки в діафрагмових прольотних будовах, або плита проїзної частини у бездіафрагмових будовах). Але кількісних досліджень з цього питання практично немає.

Наш досвід обстеження мостів показав, що застосування типових балок для мостів будь-якої ширини може призвести (у деяких випадках) до значного зниження несної здатності прольотних будов і до руйнування конструктивних елементів прольотної будови. У зв'язку з цим доводиться зменшувати вантажопідйомність споруд, і вона часто стає меншою, ніж це передбачено типовими рішеннями.

Для прикладу пропонується проаналізувати роботу одного вузького моста, прольотні будови якого виконано із залізобетонних балок, армованих каркасною багаторядовою арматурою, запропонованою И.А. Матаровым [6]. Раніше ці прольотні будови застосовувались для прольотів до 30 м у просвіті. Подальші дослідження привели до висновку, що величину прольотів із балок, армованих каркасною арматурою, треба, у зв'язку з великою жорсткістю арматурних каркасів, обмежити. Наприклад, у типовому проєкті (вип. 56) довжина балок обмежена прольотом 20 м у просвіті. Чинні норми [7] обмежують застосування балок, армованих каркасною арматурою прольотами до 15 м у просвіті (максимальна довжина балки дорівнює 18 м).

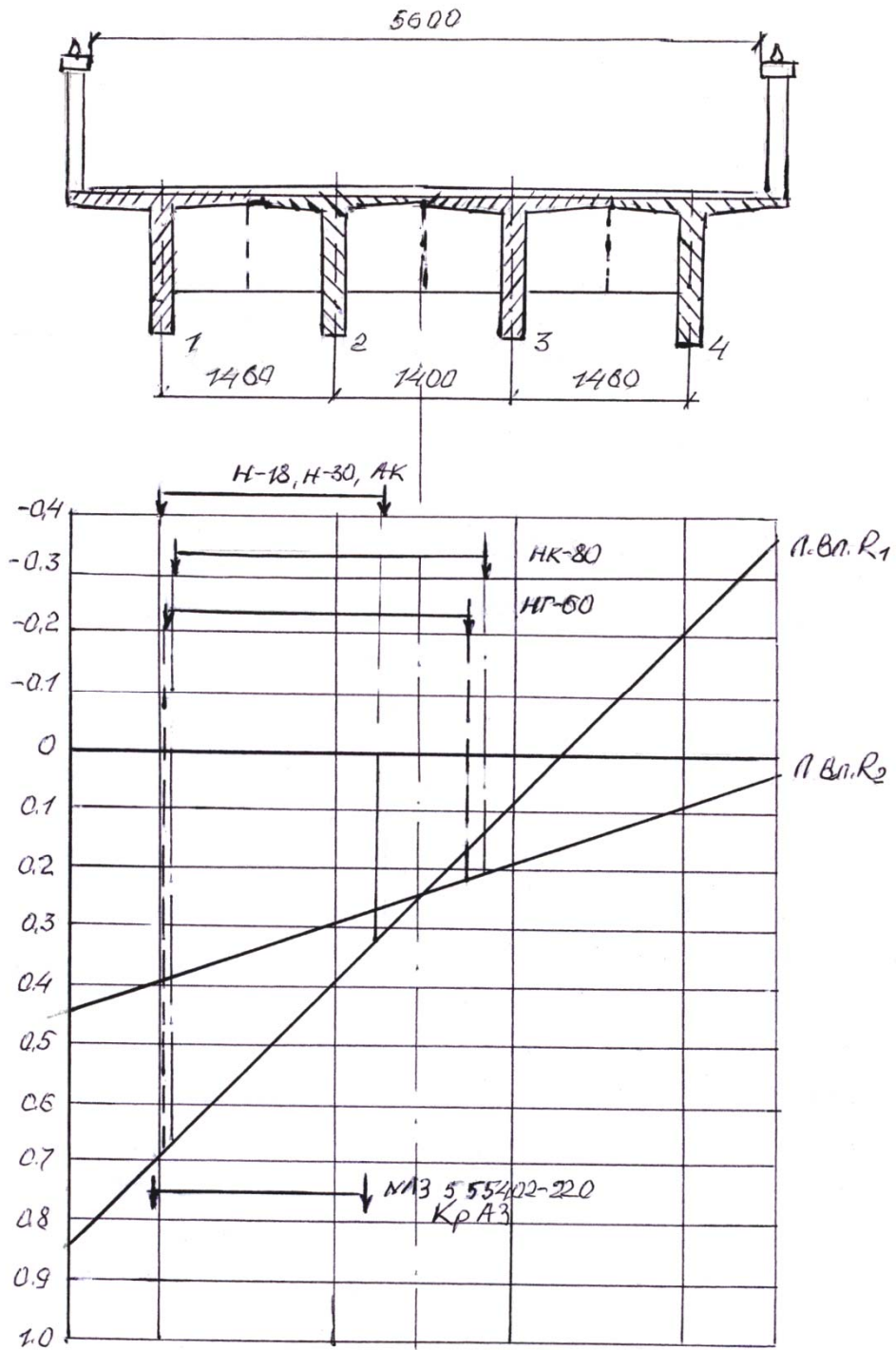
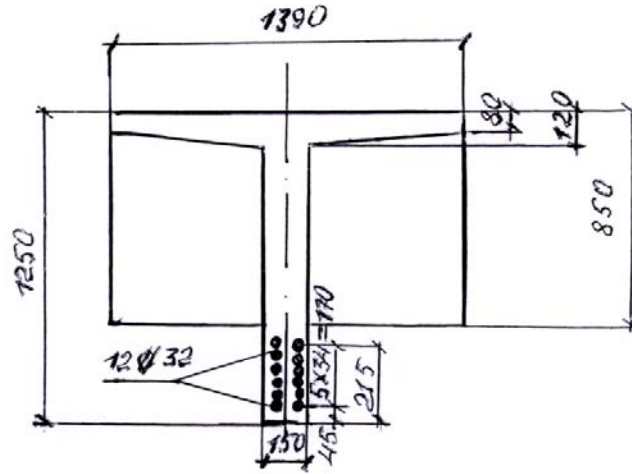
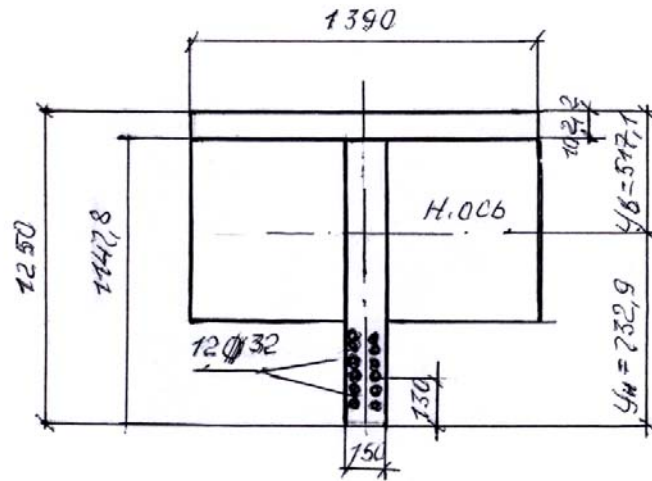


Рис. 1. Вплив сил на головні балки і їх завантаження тимчасовими навантаженнями

a)



b)



b)

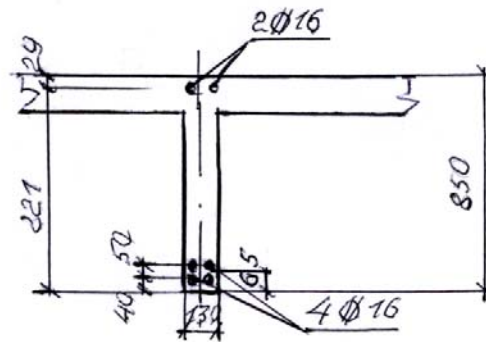


Рис. 2. Поперечні перерізи головних балок і діафрагм

У типовому проекті (вип. 56) були розроблені балки під навантаження Н-13 і НГ-60 та під Н-18 і НК-80.

Співробітниками кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки ХНАДУ у червні цього року було проведено обстеження автодорожнього моста через р. Харків у Гідропарку м. Харкова. Міст побудований по схемі $3 \times 22,2$ м. Ширина моста дорівнює 5,6 м. У поперечному напрямку поставлено 4 головні балки, виготовлені за типовим проектом (вип. 56), на відстанях 1,46; 1,40 і 1,46 м (рис. 1). Балки довжиною 22,16 м виготовлено із бетону марки 300, армовано арматурою періодичного профілю (ГОСТ 380-50). Робоча арматура передбачена із 12 стержнів діаметром 32 мм (рис. 2). Балка має 9 діафрагм, із них 2 діафрагми – опорні висотою 1,25 м (тобто висота їх дорівнює висоті головної балки) і 7 – проміжні висотою 0,85 м. Діафрагми армовано 6 стержнями діаметром 16 мм (2 стержні поставлено вгорі і 4 внизу).

Випробування міцності бетону безпосередньо на мосту за допомогою склерометра показали, що бетон головних балок можна віднести до класу В30.

У результаті обстеження споруди виявлено, що всі проміжні діафрагми між балками 2 і 3 розірвані, бетон по висоті робочих стержнів головних балок потрісканий. У деяких головних балках спостерігається втрата стійкості робочої арматури (є місця по довжині балки з випинанням робочої арматури у горизонтальному напрямку).

Зрозуміло, що ці дефекти з'явилися після несанкціонованого пропуску по мосту навантажень, які прольотні будови були не в змозі сприйняти. Скоріше всього спочатку розірвалися діафрагми між балками 2 і 3. У зв'язку з чим змінилася розподільча здатність прольотних будов. Почали окремо працювати 2 перші балки (балки 1 і 2), та дві останні (балки 3 і 4). Навантаження на кожну головну балку значно збільшилися, що і призвело до випучування робочої арматури у горизонтальній площині.

Розглянемо, як працювала прольотна будова з 4 головними балками, і що відбулося після розриву діафрагм між балками 2 і 3. Для аналізу роботи прольотної будови був застосований метод, розроблений на кафедрі мостів, конструкцій та будівельної механіки ХНАДУ [8]. Розрахунки показали, що роботу прольотних будов із 4 балок можна описати методом позацентрового стиску, для чого були побудовані лінії впливу сил на головні балки (на балки 1 і 2). Те, що прольотна будова у поперечному напрямку працює як жорстка система, видно із рекомендацій наукової літератури. Відомо [1, 2], що діафрагмові прольотні будови з кількістю проміжних діафрагм більше 2 і співвідношенні довжини прольоту до ширини моста більше 2, працюють у поперечному напрямку як жорсткі системи. Правда, у роботі [4] ці умови поставлено жорсткіше, тобто потребується, щоб співвідношення між довжиною і шириною прольотної будови було більше 4, але і в цьому випадку згадане співвідношення для даної прольотної будови близьке до 4 ($22,16/5,71 = 3,88$).

На рис. 1 наведено схеми завантаження ліній впливу сил певними тимчасовими навантаженнями. Величини згинальних моментів, отриманих від різних тимчасових навантажень для прольотної будови із 4 головних балок, наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Сумарні згинальні моменти по середині найнавантаженої балки

Величини згинальних моментів, кНм						
Від постійного навантаження	Від пост. навант. плюс Н-18	Від пост. навант. плюс Н-30	Від пост. навант. плюс НК-80	Від пост. навант. плюс НГ-60	Від пост. навант. плюс А-11	Від пост. навант. плюс МАЗ 355513-020
704	1822	1822	2586	2154	2166	1416
Від пост. навант. плюс КрАЗ		Від пост. навант. плюс натовп		Розрахунковий момент за типовим проектом	Граничний згинальний момент	
1839		1161		1993	2200	

Із аналізу даних, наведених у табл. 1, видно, що прольотна будова із 4 балок (навіть побудована з високою якістю робіт) не витримує навантаження НК-80, тобто те навантаження, під яке розраховувалась типова прольотна будова. А це значить, що при пропуску по мосту навантажень, близьких по їх впливу на прольотну будову до навантаження НК-80, відбудеться руйнування елементів прольотної будови, що ми і бачили при обстеженні моста через р. Харків у Гідропарку м. Харкова. Сумарний згинальний момент від постійного навантаження і НК-80 ($M=2586$ кНм) значно більший не тільки розрахункового моменту, наведеному в типовому проекті ($M=1993$ кНм), але і граничного моменту ($M=2200$ кНм), який може витримати балка з бетону марки 300 і навіть з бетону класу В30 ($M_4=2245$ кНм),

Після розриву діафрагм між балками 2 і 3 балки 1 і 2, а також балки 3 і 4, почали працювати окремо. Для визначення розподільчої здатності прольотної будови із 2-х головних балок був застосований метод важіля. Результати розрахунків наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Сумарні згинальні моменти в середині найнавантаженої головної балки при розриві діафрагм між балками 2 і 3

Величини згинальних моментів, кНм						
Від постійного навантаження	Від пост. навант. плюс Н-18	Від пост. навант. плюс Н-30	Від пост. навант. плюс НК-80	Від пост. навант. плюс НГ-60	Від пост. навант. плюс А-11	Від пост. навант. плюс Н-13
704	2557	2557	2867	2315	3127	2276
Величини згинальних моментів, кНм						
Від пост. навант. плюс Н-10	Від пост. навант. плюс МАЗ 355513-020	Від пост. навант. плюс КрАЗ	Від пост. навант. плюс товпа	Розрахунковий момент за типовим проектом	Граничний згинальний момент	
1919	1876	2572	1127	1993	2200	

Таким чином, аналізуючи дані табл. 2, можна зробити висновок, що після розриву діафрагм по мосту можна дозволити пропуск автомобілів тільки класу Н-10 і одиночних автомобілів МАЗ, тобто прольотна будова не може витримати навіть навантажень Н-13 і НГ-60, під які розраховувались менші за несною здатністю балки типового проекту.

Висновки

1. Несна здатність вузьких прольотних будов значно зменшується у порівнянні з рішеннями типових проектів.
2. Для реальних вузьких мостів треба обмежувати масу автомобілів, у порівнянні з масою автомобілів, рекомендованих у типовому проекті, які дозволяється пропускати по мостам.

Література

1. Российский В.А., Назаренко Б.П., Словинский Н.А. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов: Учебное пособие для студентов автодорожных вузов. – Изд. 2. – М.: Высшая школа, 1970 г. – 520 с.
2. Назаренко Б.П. Железобетонные мосты: Учебник для студентов автомобильно-дорожных вузов и факультетов. – Изд. 2, доп. и перераб. – М.: Высшая школа, 1970. – 432 с.
3. Поливанов Н.И. Проектирование и расчет железобетонных и металлических автодорожных мостов: Учебное пособие для студентов автодорожных вузов и факультетов.- М.: Транспорт, 1970.- 516 с.
4. Гибшман М.Е., Попов В.И. Проектирование транспортных сооружений: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Мосты и транспортные тоннели». – Изд. 2. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 447 с.
5. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчета железобетонных мостов: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Автомобильные дороги» и «Мосты и тоннели» – К.: Вища школа, Головне видавництво, 1986. – 263 с.
6. Матаров И.А., Смирнова Л.С. Шилина А.Л. Сборные железобетонные мосты с многорядной сварной арматурой. – М.: Автотрансиздат, 1959. – 186 с.
7. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Правила проектування. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. – 359 с.
8. Кожушко В.П. Расчет пролетных строений балочных мостов разрезной системы // Сб. Сопротивление материалов и теория сооружений. – Вып. 36. – К.: Будівельник, 1980. – С. 118-122.