

5. Литвиняк О.Я. Дослідження на згин при монтажі та експлуатації збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону / О.Я. Литвиняк // Науковий вісник будівництва: збірник наукових праць Харківського національного університету будівництва та архітектури – 2012. – №69 – С. 153-160.
6. Литвиняк О.Я. Міцність і деформативність збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / О.Я.Литвиняк. – Львів, 2015. – 24с.
7. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев – 2 – е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. Думка, 1988. – 736 с.

УДК 624.21

Кожушко В.П., Кислов А.Г., Лозицкий А.С., Краснов С.Н., Синьковская Е.В.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

РАБОТА ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ РЕАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ

Введение

С середины прошлого столетия при возведении разрезных пролетных строений автодорожных и городских мостов стали широко использоваться сборные железобетонные балки из обычного или предварительно напряженного железобетона. Были разработаны типовые проекты для балок длиной до 42 м, например, выпуски 56, 122-63 и др. Балки были рассчитаны для пропуска тех временных нагрузок, которые рекомендовались действующими на период разработки типовых проектов нормативными документами.

Задача проектирования мостов в этом случае значительно облегчалась. Проектировщику надо было разбить сооружение по его длине на нужное количество пролетов, предусмотренных типовыми проектами. При этом производилась высотная привязка к реперу и привязка моста на местности в плане. Расчет элементов пролетных строений производить не требовалось, т.к. соответствующие расчеты были выполнены при разработке типовых проектов.

В связи с этим проектировщики часто нарушали конструкции пролетных строений, предусмотренных типовыми проектами, ставя в поперечном направлении пролетного строения иное количество главных балок, чем это рекомендовалось типовым проектом. Нами были проведены обследования мостовых сооружений и сделан

вывод, что при установке меньшего количества главных балок (что наблюдается при строительстве узких мостов) главные балки могут быть перегружены [1], а при установке большего, чем в типовых проектах, количества главных балок (что наблюдается при строительстве широких мостов) будут перегружены поперечные элементы (плита проезжей части, поперечные балки в монолитных мостах или диафрагмы в сборных мостах) [2].

При уширении эксплуатируемых мостов часто новую часть моста проектируют из балок последних типовых проектов, не объединяя новую и старую части пролетного строения, что приводит к уменьшению несущей способности моста [3].

В связи с этим актуальным является вопрос определения истинной грузоподъемности пролетных строений реальных сооружений, выполненных с нарушением требований типовых проектов.

Цель и задачи исследований

Целью работы является исследование напряженно-деформированного состояния реального разрезного железобетонного пролетного строения Подольского моста через р. Харьков, построенного в шестидесятые годы XX столетия с нарушением типовой конструкции пролетного строения.

Описание конструкции пролетного строения

Расстояние между опорной и следующей за ней промежуточной диафрагмы составляет 4295 мм, расстояние между промежуточными диафрагмами – 4310 мм. Диафрагмы армированы обычной арматурой из стали периодического профиля диаметром 32 мм.

Внизу каждой диафрагмы расположено 4 стержня, сверху – 2 стержня. Балки в типовом проекте рассчитаны под временные нагрузки Н-30, НК-80 и толпу интенсивностью 400 кг/м² (4 кПа).

Таким образом, формально при строительстве пролетного строения используются типовые элементы, объединенные по диафрагмам, как это и предусмотрено типовым проектом 122-63. Однако, поскольку мост имеет косину 84° к течению реки, главные балки пролетного строения установлены на опоры со смещением вдоль продольной оси моста на 80 см. Кроме того, с целью размещения под пролетным строением двух веток трубопровода теплотрассы пролетное строение выполнено из трех пакетов

(по 4 балки в каждом пакете, рис.2). Пакеты балок между собой не объединены (см. рис.2). В составе же каждого пакета балки объединены по диафрагмам, т.е. каждый пакет состоит из 2-х крайних и 2-х промежуточных балок.

Таким образом, каждый пакет, состоящий всего из 4 балок, при воздействии временных нагрузок работает как отдельная система (а не как единая система, состоящая из 12-ти балок), что привело, как это будет показано ниже, к увеличению внутренних усилий в главных балках, потому что в типовом проекте предусмотрена (даже при габарите моста Г-7) установка 5-ти главных балок при ширине тротуаров в 1 м и 6-ти балок при ширине тротуаров по 1,5 м.

Напряженно-деформированное состояние этого пролетного строения проанализируем, используя пространственные методы расчета пролетного строения.

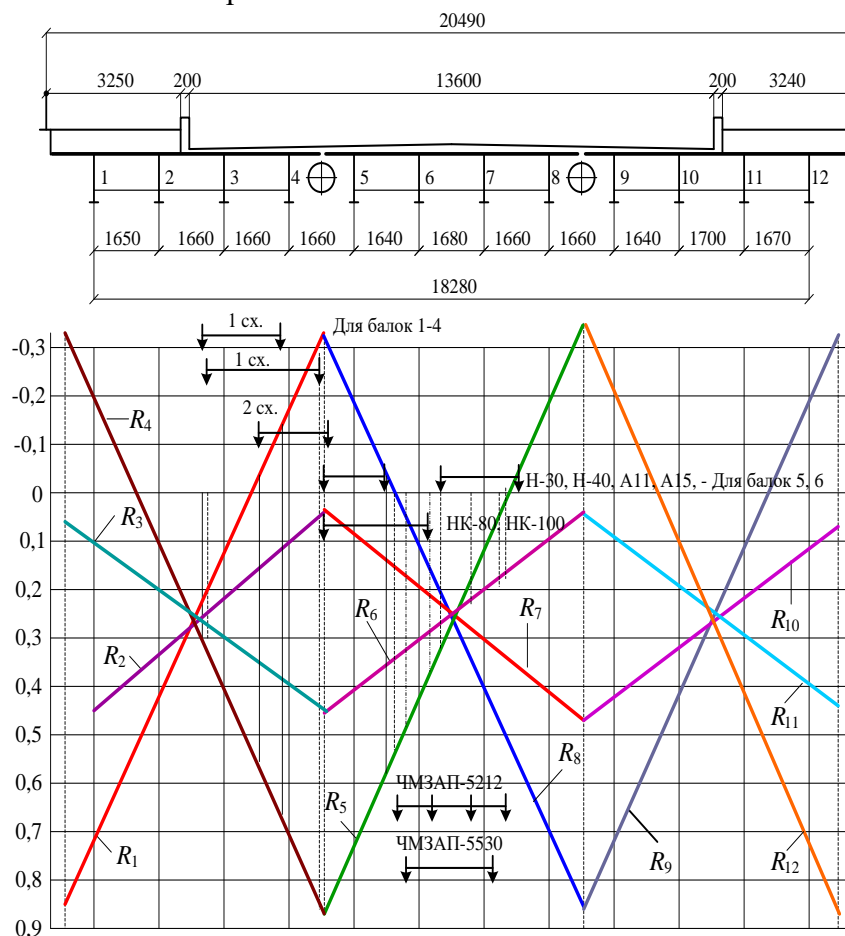


Рис. 2. Линии влияния усилий, передаваемых на главные балки, и схемы их загрузки ($l_p=21,5$ м)

Реализация задачи

Для анализа работы рассматриваемого пролетного строения можно использовать многие методы расчета, разработанные разными учеными: В.А. Российским [4], Б.П. Назаренко [5], Л.В. Семенцом [6,7], Б.Е. Улицким [8], М.Е. Гибшманом [9], А.И. Лантухом-Лященко [10].

Нами при определении усилий в главных балках использован метод В.П. Кожушко [11-14].

Используя геометрические характеристики поперечного сечения главных балок и диафрагм (см. рис. 1), были построены линии влияния усилий, передаваемых диафрагмами на главные балки пролетного строения (см. рис. 2). На этом же рисунке приведены схемы загрузки линий влияния временными нагрузками. Загрузка линий влияния нагрузками Н-30, НК-80 и толпой интенсивностью 4 кПа осуществлялось по требованиям норм СН-200-62 [15], нагрузками А11, А15, НК-100 и толпой интенсивностью 2 кПа – по требованиям ДБН В.1.2-15:2009 [16], нагрузкой Н-40 – по рекомендациям ДСТУ – Н Б В.2.3-23:2012

[17], реально обращающимися трейлерами ЧМЗАП-5212 и ЧМЗАП-5530 только по продольной оси проезжей части с отклонением от нее на $\pm 0,5$ м (см. рис. 2).

Суммарные значения изгибающих моментов в середине пролета от постоянных и временных нагрузок приведены в таблице. В этой же таблице приведенные предельные изгибающие моменты, которые могут воспринять главные балки. Анализ результатов расчета пролетных строений свидетельствуют о том, что грузоподъемность пролетного строения достаточна для движения по мосту четырех колонн нагрузки Н-30 и Н-40, одной колонны нагрузки А11 и одиночных трейлеров ЧМЗАП-5212 и ЧМЗАП-5530 по продольной оси проезжей части сооружения. Движение нагрузок НК-80, НК-100 и А15 запрещается. Следует обратить внимание на тот факт, что по причине нарушения проектировщиками конструкции пролетного строения, по мосту запрещается движение нагрузки НК-80, т.е. той нагрузки, под которую были рассчитаны главные балки в типовом проекте.

Таблица 1 – Суммарные значения изгибающих моментов в середине пролета главных балок от постоянных и временных нагрузок, кНм

Номер балки	Постоянная нагрузка	Нагрузки, предусмотренные нормами					Реальные нагрузки			Предельный изгибающий момент
		Н-30+пост+толпа	Н-80+пост	А11+пост+толпа	А15+пост+толпа	Н-100+пост	Н-40+пост	ЧМЗАП-5212+пост	ЧМЗАП-5530+пост	
3,10	1597	2569	3086	2844	3277	3459	2415	-	-	2848
4,9	1449	2948	3934	3558	4324	4555	2840	-	-	3236
5,8	1449	3246	3934	3924	4825	4555	3116	2339	2576	3236
6,7	1597	2814	3086	3343	3979	3459	2800	2475	2701	2848

Выводы

Необоснованное изменение проектировщиками конструкции пролетного строения по сравнению с типовым решением привело к резкому снижению несущей способности мостового сооружения в целом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кожушко В.П. Работа деяких вузьких прольотних будов із типових елементів / В.П. Кожушко, А.В. Більченко, А.С. Лоцицький // Дороги і мости. – К.: ДерждорНДІ, 2009. – Вип.11. – С.174-179.
2. Кожушко В.П. Работа некоторых широких пролетных строений из типовых железобетонных элементов/ В.П. Кожушко, А.В. Бильченко, С.Н. Краснов, С.А. Чугуенко, А.С. Лоцицкий // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – Вип. 54. – С. 142-152.
3. Кожушко В.П. Работа пролетных строений резко нерегулярной системы при воздействии временных нагрузок / В.П. Кожушко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 65. – С. 146-149.
4. Российский В.А. Практическое применение метода упругих опор к расчету пролетных строений балочных мостов / В.А. Российский // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. – 1959. - №8. – С. 38-50.
5. Российский В.А. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов: [учебное пособие для студентов автомобильных вузов] – Изд. 2 / В.А. Российский, Б.П. Назаренко, Н.А. Словинский. – М.: Высш. шк. 1970. – 520 с.
6. Семенец Л.В. Пространственный расчет балочных мостов с учетом кручения / Л.В. Семенец // Изд. вузов. Стр-во и архитектура. – 1959. – №5. – С. 55-63.
7. Семенец Л.В. Пространственный расчет косых балочных мостов с диафрагмами / Л.В. Семенец // Вопросы надежн. мост. конструкций. – Л.:МИСИ, 1964. – С.115-131.
8. Улицкий б.Е. Вопросы пространственного расчета балочных мостов / Б.Е. Улицкий. – М.: Автотрансиздат, 1956. – 60 с.
9. Гибшман М.Е. Проектирование транспортных сооружений: [учебник для вузов]. – 2-е изд., перераб. и доп./ М.Е. Гибшман, В.И. Попов. – М.: Транспорт. 1988. – 447 с.
10. Лившиц Я.Д. Примеры расчета железобетонных мостов: [учебник для студентов, обучающихся по специальности «Автомобильные дороги»] / Я.Д. Лившиц, М.М. Онищенко, А.А. Шкуратовский. – К.: Вища школа. Главное издательство, 1980. – 263 с.
11. Кожушко В.П. Расчет пролетных строений балочных мостов разрезной схемы / В.П. Кожушко // Соппротивление материалов и теория сооружений. – К.: Будівельник, 1980. – Вып. 30. – С.118-122.
12. Кожушко В.П. Определение усилий от временных нагрузок в элементах пролетных строений нерегулярных систем с учетом крутящих моментов / В.П. Кожушко // Науковий вісник будівництва. – Харків: : ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вип. 37. – С. 139-144.
13. Кожушко В.П. Моделювання прольотних будов мостів: [монографія] / В.П. Кожушко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 196 с.
14. Кожушко В.П. Расчет пролетных строений автодорожных мостов с применением программы на ПЭВМ / В.П. Кожушко, И.Н. Лысяков // Науковий вісник будівництва. – Харків: : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. – Вип. 2(84). – С. 223-226.
15. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб: СН 200-62. – (Действующие с 1 апреля 1962г.). – М.: Трансжелдориздат, 1962. – 328с. – (Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства).
16. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи: ДБНВ.1.2-15:2009. – (Чинний від 2010-03-01). – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 66с. – (Державні будівельні норми України).
17. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ – Н Б В.2.3-23:2012. – (Чинний від 2013-12-01). – К.: Мінрегіон України, 2013. – 45с. – (Національний стандарт України).