

УДК 624.275

## ИСПЫТАНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО МОСТА

Ю.Н. Круль, аспирант, ХНАДУ

*Аннотация.* Рассмотрены результаты испытаний модели блока сталежелезобетонного пролетного строения мостов при действии вертикального нагружения. Полученные результаты представлены в виде таблиц и графиков.

*Ключевые слова:* сталежелезобетонное пролетное строение, ступени нагружения, система измерения, прогибы.

## ВИПРОБУВАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОГО АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНЬОГО МОСТА

Ю.М. Круль, аспірант, ХНАДУ

*Анотація.* Розглянуто результати випробувань моделі блоку сталезалізобетонних прогонових будов мостів при дії вертикального завантаження. Отримані результати представлено у вигляді таблиць і графіків.

*Ключові слова:* сталезалізобетонна прогонова будова, щаблі завантаження, система вимірювання, прогини.

## TESTING OF THE STEEL-CONCRETE ROAD BRIDGE

Y. Krul, postgraduate, KhNAHU

*Abstract.* The article describes the results of tests of the steel-concrete span bridge unit model under the action of vertical loading. The results are presented in tables and graphs.

*Key words:* composite span, levels of loading, measuring system, deflections.

### Введение

В настоящее время общей тенденцией в строительстве является применение легких конструкций с высокой прочностью. Данное обстоятельство предопределило новое конструктивное решение моста (на предлагаемую конструкцию получено положительное решение на выдачу патента № 12159/ЗУ/12 от 5.06.2012 г.) [2]. Предложенная конструкция (рис. 1) представляет собой облегченное сталежелезобетонное пролетное строение моста, состоящее из продольных блоков коробчатого сечения. Объединение блоков производится при помощи высокопрочных болтов с расчетным шагом по длине пролета и последующей их обваркой и омоноличива-

нием железобетонной плитой, являющейся проезжей частью. Металлический блок, длиной 24 м и шириной 4 м, включает в себя главные балки, металлическую пластину, приваренную к нижним поясам балок, и поперечные диафрагмы.

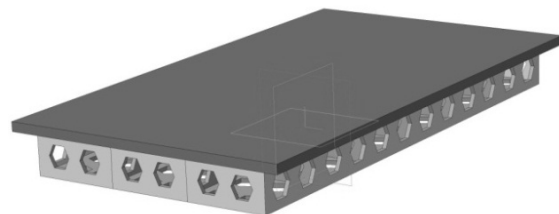


Рис. 1. Конструкция сталежелезобетонного пролетного строения

Все элементы блока запроектированы в виде перфорированных пластин, выполненных по безотходной технологии. Плита проезжей части представляет собой железобетонную эффективную конструкцию шириной 12,8 м и длиной 24,0 м. Совместная работа блока с железобетонной плитой обеспечивается дискретно-непрерывными связями сдвига, расположенными на верхних поясах главных балок.

### Анализ публикаций

В настоящее время за рубежом и в отечественном мостостроении сталежелезобетонные пролетные строения получили широкое развитие и рассматриваются как современный вид мостовых конструкций [3–5]. Основным вопросом является обеспечение надежной совместной работы железобетонной плиты с металлической частью, а также минимизация собственного веса конструкции [1, 6, 7]. Главным отличием предложенной конструкции от существующих решений является то, что железобетонная проезжая часть блока не предполагает наличия металлического опорного элемента.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния предложенной конструкции при кратковременном и длительном нагружениях.

### Экспериментальное исследование предложенной конструкции сталежелезобетонного пролетного строения

Для экспериментальных исследований была изготовлена модель блока сталежелезобетонного пролетного строения (рис. 2).

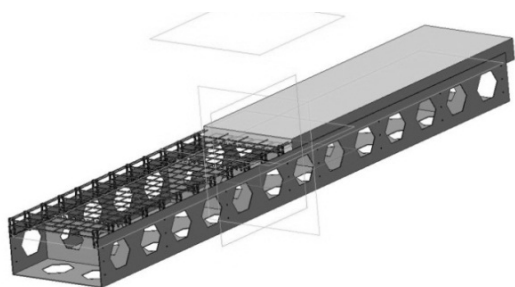


Рис. 2. Модель объекта исследования

Полная длина модели – 4,8 м. Высота главных балок равна 0,4 м, расстояние между

ними – 0,8 м. Модель выполнена из металлического листа толщиной 5 мм. Конструктивная высота железобетонной плиты равна 0,07 м.

Для испытания модели блока использован новый метод испытаний пологих плит и оболочек [2]. Суть этого метода сводится к тому, что по периметру нагружаемой области исследуемой конструкции, с использованием системы бортов и гидрофобной пленки, создается резервуар. Подача и отвод воды осуществляются через соответствующие патрубки. Величина нагрузки устанавливается путём замера высоты столба воды. Важным моментом при работе с данной системой нагружения является тот факт, что на каждом этапе необходимо осуществить замеры толщи воды в ряде точек грузовой поверхности с определением, путём пересчета, величины условной равномерно распределенной нагрузки. Данное обстоятельство является следствием следящего характера нагружения.

Резервуар для создания статической нагрузки имел размеры в плане 4,8×0,8 м. Резервуар собран из фанеры и деревянного бруса, а гидроизоляция выполнена путем укладки полиэтиленовой пленки в три слоя. Созданный резервуар заполнялся водой через подводящий патрубок до расчетного уровня. Уровень воды регулярно замерялся в нескольких точках по длине резервуара для определения точного характера нагружения. Общий вид испытания, а именно, заполнение водой резервуара и процедура замеров нагрузки, показан на рис. 3.

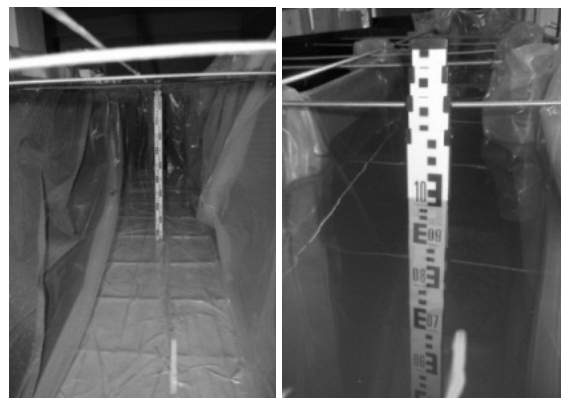


Рис. 3. Общий вид системы нагружения

В ходе эксперимента выполнялись замеры прогибов и деформаций характерных точек блока. Прогибы измерялись электрическими датчиками индуктивного типа ДПИ-100, ра-

ботающими под управлением электронной тензометрической информационной системы СИИТ-2, и механическими прогибомерами типа ПМ (рис. 4).

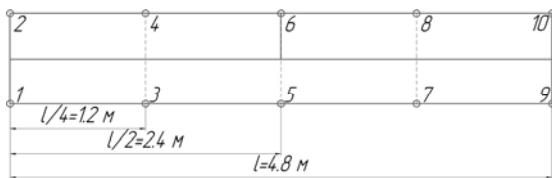


Рис. 4. Расположение датчиков ДПИ и механических прогибомеров, схема расположения по номерам

Для измерения деформаций использовалась тензометрическая станция на базе СИИТ-2. На металлические элементы в опорных участках, четверти и середине пролета, а также по углам отверстий наклеивались тензорезисторы типа 2ПКБ-20-200 в виде розеток, подключенных по четверть мостовой схеме (рис. 5).

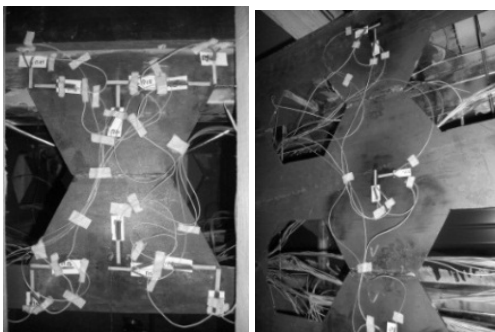


Рис. 5. Тензорезисторы на главных балках, нижнем поясе и диафрагмах

Производились измерения сдвига железобетонной плиты относительно металлической части модели, а также выпучивание из плоскости главных балок и диафрагм (рис. 6).

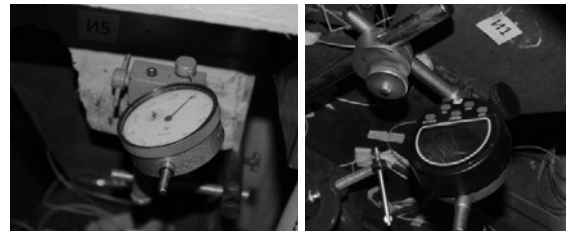


Рис. 6. Расположение индикаторов

Испытания проводились в четыре этапа, ступенями по  $100 \text{ кг/м}^2$  (10 см воды). После подачи очередного объема воды с 10-минутной выдержкой, до стабилизации деформаций, проводилось снятие показаний приборов.

На первом этапе нагружалась четверть железобетонной плиты. Целью нагружения было исследование поведения конструкции при закручивании. Диаграммы прогибов показаны на рис. 7.

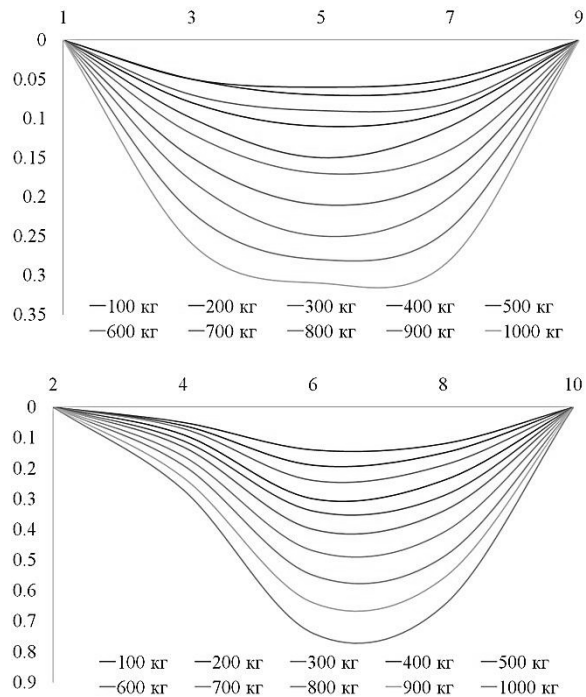


Рис. 7. Прогибы конструкции в характерных точках (I этап)

На втором этапе нагружалась продольная половина железобетонной плиты. После каждого нагружения производилась разгрузка конструкции до  $100 \text{ кг/м}^2$ . Диаграммы прогибов показаны на рис. 8, 9.

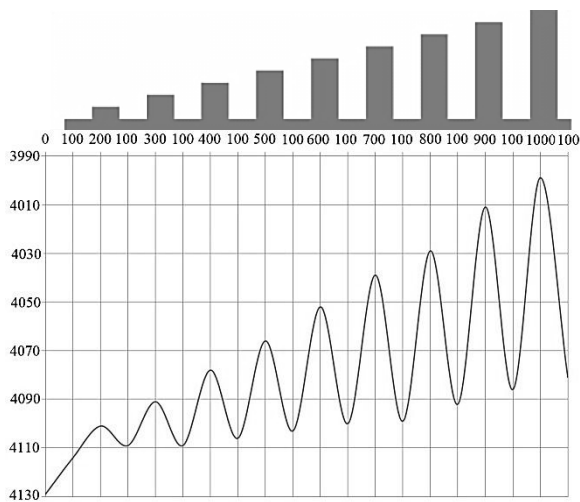


Рис. 8. График прогибов при нагрузке-разгрузке конструкции в середине пролета (II этап)

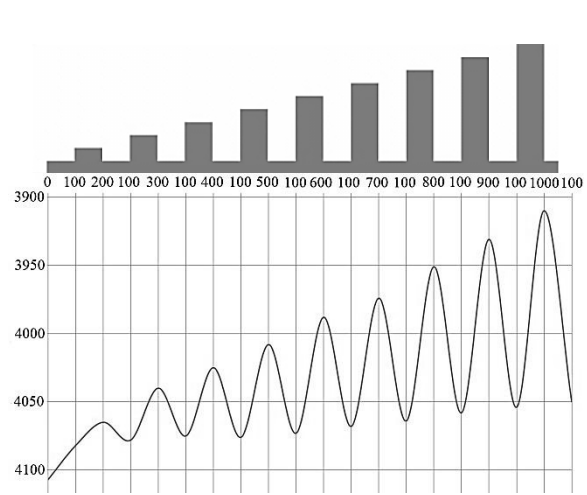


Рис. 10. График прогибов при нагрузке-разгрузке конструкции в середине пролета (III этап)

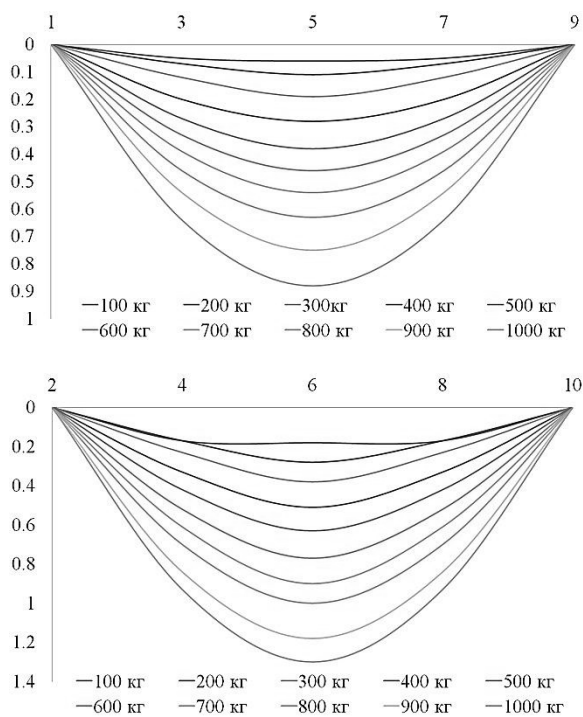


Рис. 9. Прогибы конструкции в характерных точках (II этап)

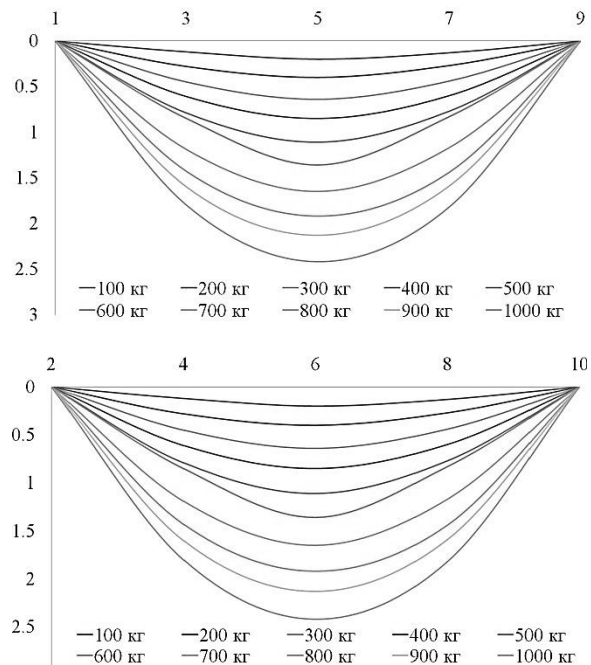


Рис. 11. Прогибы конструкции в характерных точках (III этап)

На третьем этапе нагружался весь периметр железобетонной плиты. Нагрузка и разгрузка конструкции проводилась аналогично второму этапу. Диаграммы прогибов показаны на рис. 10, 11.

На четвертом этапе конструкция выдерживалась под нагрузкой 1000 кг/м<sup>2</sup> в течение 30 суток. Диаграммы прогибов показаны на рис. 12.

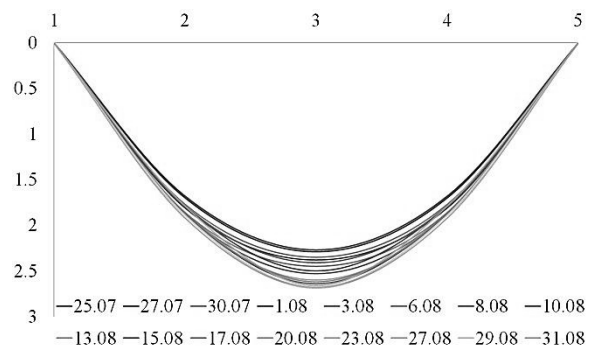


Рис. 12. Прогибы конструкции с течением времени

### Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- достигнута надежная совместная работа железобетонной плиты с металлической частью модели;
- вертикальные перемещения (прогибы) конструкции от действия кратковременного нагружения не превышают допускаемые;
- остаточные деформации при нагрузке-разгрузке конструкции не превышают 5 %;
- выпучивания из плоскости главных балок и диафрагм не выявлено.

### Литература

1. Шмуклер В.С. Каркасные системы облегченного типа / В.С. Шмуклер, Ю.А. Климов, Н.П. Бурак. – Х.: Золотые страницы, 2008. – 336 с.
2. Пат. №44125 Україна, МПК G 01 M19/00, G 01N 3/00, G 01 M 5/00. Пристрій для натурних випробовувань плит та оболонок / В.С. Шмуклер, А.А. Чупринін, Р. Аббасі; заявник і патентовласник В.С. Шмуклер, – № u200901598; заявл. 24.02.09; опубл. 25.09.09, Бюл. №12.
3. Ефимов П.П. Проектирование мостов / П.П. Ефимов. – Омск: ООО «Дантея», 2006. – 112 с.
4. Кручикин А.В. Сталежелезобетонные мосты: проблемы и перспективы развития / А.В. Кручикин, А.С. Платонов, А.Г. Решетников // Вестник мостостроения. – 2010. – № 1. – С. 24–30.
5. Хелмарк Р. Сборные сталежелезобетонные мосты / Р. Хелмарк, П. Колин, М. Нильсон // Мостостроение мира. – 2010. – № 2. – С. 71–80.
6. Балашов Е.В. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния сквозных балок с железобетонной плитой проезжей части на металлическом поддоне / Е.В. Балашов, М.В. Пиряев // Вестник ТГАСУ. – 2006. – № 1. – С. 107–111.
7. Картопольцев В.М. О применении перфорированных балок в сталежелезобетонных пролётных строениях мостов / Б.Г. Акимов, В.М. Картопольцев // Перспективы развития и пути повышения легких и особо легких металлических конструкций: тез. докладов III Укр. науч.-техн. конф. – К., 1984. – С. 99–100.
8. Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2–15:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 66 с.
9. Городецкий А.С. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций / А.С. Городецкий, В.С. Шмуклер, А.В. Бондарев. – Х.: НТУ «ХПИ», 2003. – 890 с.

Рецензент: Е.Б. Угненко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 27 августа 2012 г.