

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ МОСТА В Г. СУМЫ

В.П. Кожушко, проф., д.т.н., С.Н. Краснов, доцент, к.т.н.,

Насоненко Я.С., студентка

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

В настоящее время на дорогах общего пользования Украины эксплуатируется более 43% железобетонных мостов выполнены из ребристых пролетных строений. Наибольшее применение получили пролетные строения из сборных предварительно напряженных железобетонных балок, выполненных по типовым проектам. Из них примерно 40% относится к ребристым пролетным строениям объединенных в совместную работу при помощи диафрагм, а более 60% - объединенных по плите [1].

При эксплуатации искусственных сооружений, становится актуальным вопрос расчета основных конструктивных элементов сооружения на современные «нормативные» и реально обращающиеся нагрузки, для чего должны быть использованы современные методы пространственного расчета и программные комплексы. При этом особый интерес представляет экспериментальное подтверждение рассмотренных методик расчета пролетных строений мостов.

Обследованию и испытанию был подвержен мост через р. Псел в г. Сумах, имеющий железобетонные, предварительно напряженные пролетные строения, объединенные по плите проезжей части. Пролетные строения выполнены в соответствии с типовым проектом №384/46. Мост построен в 1981г.

Характеристика моста: мост трехпролетный, балочный, разрезной, выполнен из сборных железобетонных элементов пролетных строений и сборно-монолитных опор; схема моста – $3 \times 21,0$ м по балкам пролетных строений; габарит – $2 \times 12,0$ м; коробка коммуникации – $1,55 + 1,7$ м; тротуары – $2 \times 4,3$ м; общая длина моста по наружным граням шкафных стенок – 63,87 м; проектные нагрузки – Н-30, НК-80 согласно нормам [2].

В качестве испытательной нагрузки использовались три автомобиля КраЗ-256Б, два автомобиля КамАЗ- 5511 и один автомобиль МАЗ-6501С5. Общая масса автомобилей составляла 129,5т. Вертикальные перемещения (прогибы) балок в середине пролета измерялись при помощи прогибомеров системы Максимова марки ПМ-1. Для замеров прогибов было установлено 8 прогибомеров в середине пролета под каждой нечетной балкой. Загружение испытательной нагрузкой осуществлялось по двум схемам:

1-я схема – шесть автомобилей были установлены в середине пролета на трех полосах движения (на половине ширины проезжей части). Автомобили устанавливались попарно задними бортами друг к другу;

2-я схема – шесть автомобилей были установлены в середине пролета по всей ширине моста (на каждой полосе движения, рис. 1, 2).



Рисунок 1 - Установка испытательной нагрузки по схеме 1



Рисунок 2 - Установка испытательной нагрузки по схеме 2

Для выбора теоретического метода расчета пролетного строения моста были рассмотрены:

1. Энергетический метод проф. Н.П. Лукина [3];
2. Метод проф. В.П. Кожушко [4, 5];

3. Метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе ПК «Ли́ра» [6].

Армирование главных балок пролетного строения длиной 21 м выполнено семью пучками из высокопрочной проволоки диаметром 5 мм, по 24 проволоки в пучке. Для подсчета геометрических характеристик было рассмотрено приведенное поперечное сечение балки. Для реализации рассмотренных методов расчета использовались одинаковые геометрические характеристики:

- расчетный пролет $l_p=2040$ см;
- свес консоли плиты крайней балки $d_1=105$ см;
- расстояние между главными балками в поперечном направлении пролетного строения $d_2=248$ см;
- количество балок в поперечном сечении $n=15$;
- приведенный момент инерции поперечного сечения балки относительно горизонтальной оси, проходящей через ее центр тяжести, $J_{пр}=11435959$ см⁴;
- момент инерции поперечного сечения приведенного сечения балки при кручении $J_{кр}=708074$ см⁴;
- момент инерции поперечного сечения плиты толщиной 15 см и шириной 1 м $J_{пл}=28125$ см⁴;
- коэффициент Пуассона бетона $\nu=0,2$;
- модуль упругости бетона $E_b=362000$ кг/см² ($E_b=36200$ МПа);

После загрузки построенных линий влияний усилий, передаваемых на главные балки, испытательными нагрузками были получены теоретические значения прогибов балок в середине пролета (рис. 3, 4).

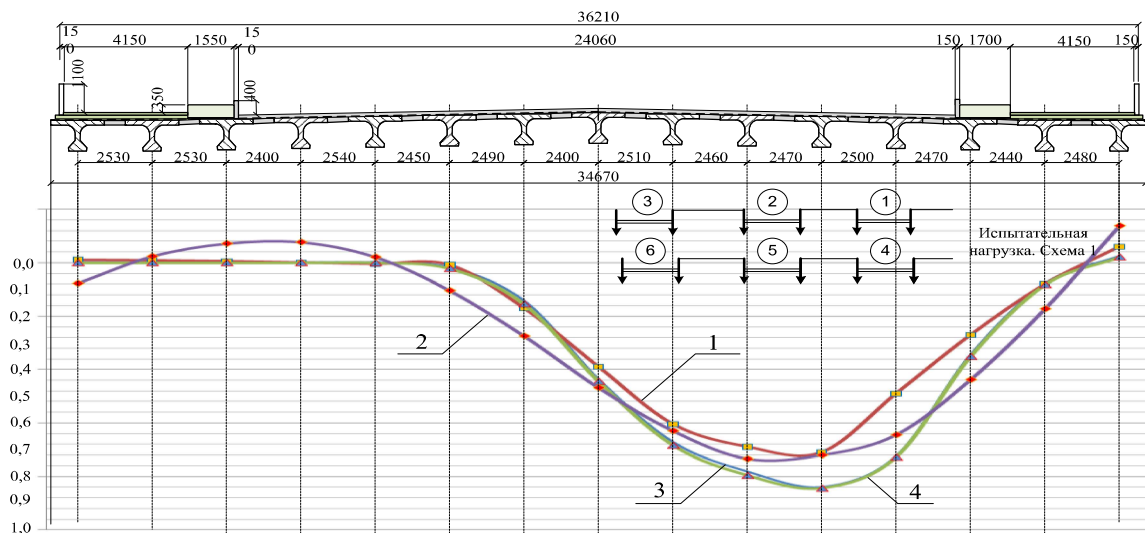


Рисунок 3 - Прогибы главных балок в середине пролета от испытательной нагрузки по схеме №1: 1- экспериментальный прогиб; 2 – теоретический прогиб по методу проф. Лукина Н.П.; 3 – теоретический прогиб по методу проф. Кожушка В.П.; 4 – теоретический прогиб, полученный при использовании ПК «ЛПРА»

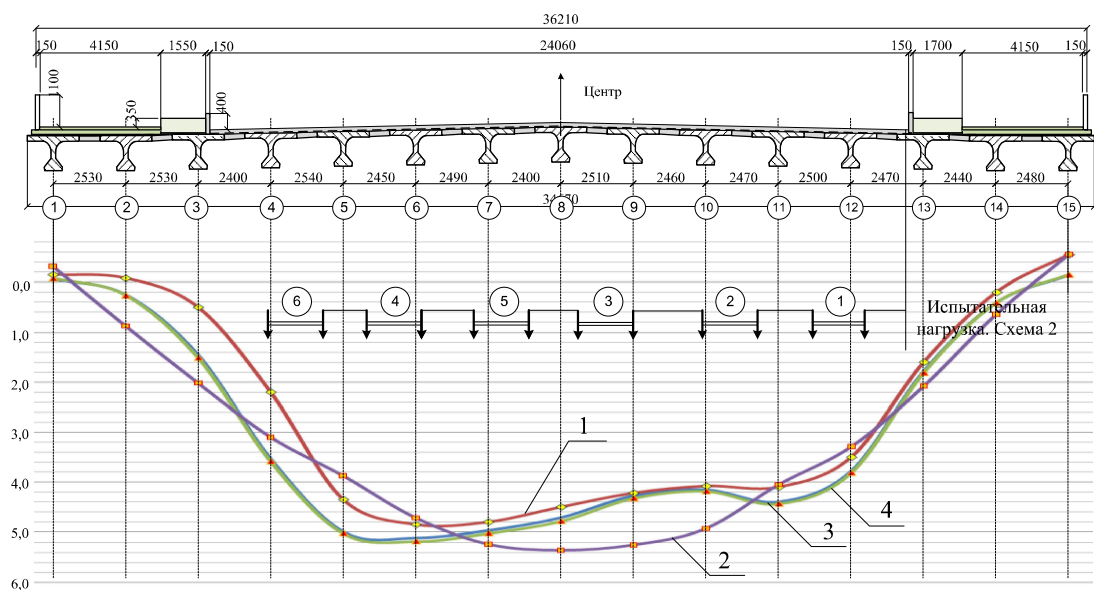


Рисунок 4 - Прогибы главных балок в середине пролета от испытательной нагрузки по схеме №2: 1- экспериментальный прогиб; 2 – теоретический прогиб по методу проф. Лукина Н.П.; 3 – теоретический прогиб по методу проф. Кожушка В.П.; 4 – теоретический прогиб, полученный при использовании ПК «ЛПРА»

Анализ результатов экспериментальных и теоретических и экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что наибольшая их сходимость

получена при использовании метода проф. В.П. Кожушка и метода конечных элементов ПК «Лира».

Для определения грузоподъемности пролетных строений моста рационально использование метода проф. В.П. Кожушка, как менее трудоемкого по сравнению с расчетами ПК «Лира».

Суммарные значения изгибающих моментов в середине пролета от постоянных и временных нагрузок, а также значение предельного изгибающего момента главных балок приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Максимальные значения изгибающих моментов в середине пролета главных балок, кН·м

Н-30 +толпа +пост	НК-80 +пост	А 11 +толпа +пост	А 15 +толпа +пост	НК-100+ пост	КрАЗ +толпа +пост	Испытательная		Несущая способность $M_{пред}$
						Сх 1	Сх 2	
3401,1	3152,6	4094,4	4908,1	3476,6	3737,7	2899,5	2535,5	3424,6

Анализ результатов расчета пролетных строений свидетельствуют о том, что грузоподъемность пролетного строения достаточна для движения по мосту шести колонн нагрузки Н-30, одиночной нагрузки НК-80, четырех колонн нагрузки А11 и автомобилей типа КрАЗ с интервалом 4м. Движение по мосту нагрузок НК-100 и А15 запрещается.

Следует обратить внимание на тот факт, что при увеличении расстояния между главными балками до максимально предусмотренного типовым проектом (250 см), снижается количество балок участвующих в восприятии нагрузки, и увеличивается доля нагрузки, приходящаяся на одну балку.

Для обеспечения пропуски современных нормативных нагрузок по пролетным строениям строящихся мостов, не меняя при этом конструкции сбор-

ных (заводских) элементов балок, необходимо: 1. Принимать минимально-допустимые расстояния между главными балками пролетных строений.

2. Одновременно следует предусмотреть увеличение жесткости конструкции в поперечном направлении путем увеличения толщины плиты проезжей части.

Литература

1. Експлуатація і реконструкція мостів / [Страхова Н.Є., Голубєв В.О., Ковальов П.М., та ін.]; за ред. А.І. Лантуха-Лященко. – [2-е вид., випр] – К.: Транспортна академія України, 2002. – 408 с.

2. 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).

3. Лукин Н.П. Пространственный расчет бездиафрагменных мостов энергетическим способом / Н.П. Лукин // Соппротивление материалов и теория сооружений. – К.: Будівельник, 1968. – Вып. 6. – С. 112-123.

4. 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. Лозицкий // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – Вип. 54. – С. 142-152.

5. 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.

6. Лантух-Лященко А.И. Лира. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций: учебное пособие / А.И. Лантух-Лященко. – К.-М.: 2001. – 312 с.