

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

УДК 624.21

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОПЕРЕЧНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ПО ДЛИНЕ БАЛОЧНОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ

В.П. Кожушко, проф., д.т.н., Харьковский национальный автомобильно-
дорожный университет

Аннотация. По данным испытаний балочного пролетного строения и замеров прогибов главных балок в середине и в четверти пролета установлено, что коэффициенты поперечного распределения изменяются по длине пролета. Это явление подтверждают и теоретические расчеты, проведенные по методу, разработанному автором.

Ключевые слова: испытательная нагрузка, линии влияния сил, коэффициенты поперечного распределения, прогибы главных балок, силы загрузки испытательной нагрузкой.

ПРО ЗМІНЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОПЕРЕЧНОГО РОЗПОДІЛУ
ЗА ДОВЖИНОЮ БАЛКОВОЇ ПРОЛЕТНОЇ БУДОВИ

В.П. Кожушко, проф., д.т.н., Харківський національний автомобільно-
дорожній університет

Анотація. За даними випробувань балкової пролотної будови і вимірювань прогинів головних балок у середині й у чверті прольоту установлено, що коефіцієнти поперечного розподілу змінюються за довжиною прольоту. Це явище підтверджують і теоретичні розрахунки, проведені за методом, розробленим автором.

Ключові слова: випробувальне навантаження, лінії впливу сил, коефіцієнти поперечного розподілу, прогини головних балок, схеми завантаження випробувальним навантаженням.

ON THE CHANGE IN THE COEFFICIENTS OF CROSS-DISTRIBUTION ALONG
THE LENGTH OF THE BEAM SPAN STRUCTURE

V. Kozhushko, Prof., D. Sc. (Eng.),
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. According to the tests of the beam span structure and measuring of deflection of the main beams in the middle and the quarter of the span length it was determined that the coefficients of transverse distribution vary along the length of the span. This phenomenon is also confirmed by theoretical calculations carried out by the method developed by the author.

Key words: test load, force influence lines, coefficients of transverse distribution, deflection of the main beams, schemes of loading by the test load.

Введение

При воздействии на пролетное строение временных нагрузок всегда стоял вопрос о характере распределения этих нагрузок между главными несущими элементами пролетного

строения (в балочных мостах главными элементами являются продольные балки). По этому вопросу учёные имеют разные точки зрения. Для проверки правильности концепций этих ученых необходимо иметь достоверные экспериментальные данные о вели-

чинах прогибов главных несущих элементов пролетного строения в разных поперечных сечениях по длине пролета. Однако в большинстве случаев при проведении испытаний ограничиваются замерами прогибов только в середине пролета, что не дает возможности определить коэффициенты поперечного распределения в иных сечениях по длине пролета. В связи с этим нет и четкой трактовки вопроса об изменении коэффициентов поперечного распределения по длине пролета.

Анализ публикаций

Некоторые авторы [1] высказывали мысль о неизменности значений коэффициентов поперечного распределения по длине пролета. Л.В. Семенец [1] обосновывал это тем, что в выражении, предложенном им для описания поверхности прогибов элементов пролетного строения, функции, описывающие прогибы в поперечном и продольном направлениях, не зависимы друг от друга. Анализируя работу В.П. Кожушко [2], где в расчетах участвует так называемый коэффициент гибкости системы α , в который входит прогиб главных балок пролетного строения, можно сделать вывод о переменности коэффициентов поперечного распределения (КПР) по длине пролета, поскольку прогибы главных балок по длине пролетного строения от одной и той же временной нагрузки будут разными, т.е. будут разными и значения коэффициента α , а значит, изменится и распределительная способность пролетного строения по его длине.

Н.П. Лукин [3], используя при расчете пролетных строений энергетический метод, как и Л.В. Семенец [1], но, применяя для описания поверхности прогибов пролетного строения иное математическое выражение, приходит к выводу о переменности КПР по длине пролета. Но он не исследовал вопрос о характере изменения значений КПР по длине пролета.

В работе [4] приведены графики изменения КПР по длине пролета, которые одинаковы как для средних, так и для крайних главных балок пролетного строения. Эти графики позаимствованы из более ранних источников по расчету пролетных строений балочных мостов, где они тоже не были обоснованы ни экспериментально, ни теоретически.

В работах [5, 6] сделаны попытки построения графиков изменения КПР по длине пролета диафрагменного пролетного строения, поскольку на кафедре мостов ХАДИ были проведены испытания этих пролетных строений в натуре с замерами прогибов в середине и в четверти пролета. Теоретические [2] и экспериментальные значения КПР были близки, что говорит о переменности КПР по длине пролета. Характер изменения КПР по длине разных в конструктивном отношении пролетных строений может быть иным, чем указано в работах [5, 6].

Таким образом, необходимы дополнительные исследования этого вопроса для разных по конструкции пролетных строений.

Цель и постановка задачи

Имея данные испытания сталежелезобетонного пролетного строения путепровода через железнодорожные пути в г. Харькове и используя положения работ [2, 7–9], поставлена задача определения КПР в середине и в четверти пролета, поскольку при испытании сооружения прогибы замерялись прогибомерами Максимова как в середине, так и в четверти пролетного строения.

Реализация задачи

Прогибы сталежелезобетонного балочного пролетного строения для четверти пролета, имеющего 10 главных балок в поперечном сечении, установленных на взаимных расстояниях 2300 мм, получены в результате нагружения пролетного строения 4 бронемашинами каждая массой 36 т. Было предусмотрено 9 схем нагружения (рис. 1). Схемы нагружения 1–7 показаны на рис. 1. При нагружении пролета по схеме 8 были установлены машины 1 и 4 в том положении, как это приведено на рис. 1, при схеме нагружения 9 – машины 2 и 3.

Для определения коэффициентов поперечного распределения (КПР) и прогибов главных балок были построены по методу автора линии влияния сил, передаваемых металлическими поперечными связями и железобетонной плитой проезжей части на главные балки (рис. 2).

Линии влияния загружались испытательной нагрузкой по схемам, приведенным на рис. 1.

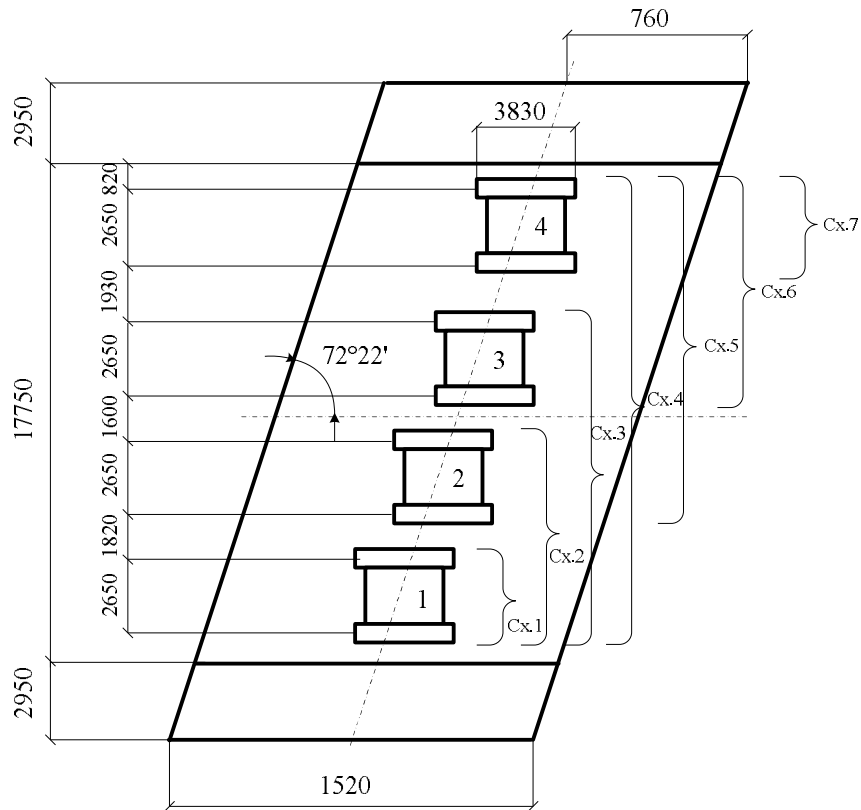


Рис. 1. Схемы загрузки пролетного строения испытательной нагрузкой

Теоретические коэффициенты поперечного распределения от испытательной нагрузки для середины и четверти пролета приведены в табл. 1.

Таблица 1 Теоретические коэффициенты поперечного распределения от испытательной нагрузки в середине и в четверти пролета

Схема загрузки	Сечение	Балки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1/2	0,1175	0,3175	0,310	0,195	0,056					
	1/4	0,0925	0,340	0,365	0,190	0,040					
2	1/2	0,039	0,174	0,0,2475	0,258	0,190	0,086	0,025	-0,005	-0,005	-0,005
	1/4	0,031	0,1625	0,255	0,270	0,1975	0,0825	-0,012			
3	1/2	0,024	0,109	0,165	0,1905	0,186	0,169	0,123	0,052	0,007	-0,017
	1/4	0,021	0,104	0,164	0,190	0,190	0,172	0,122	0,050	0,007	-0,010
4	1/2	0,018	0,081	0,1225	0,1385	0,138	0,140	0,139	0,124	0,086	0,011
	1/4	0,016	0,078	0,1225	0,139	0,140	0,139	0,135	0,127	0,084	0,0185
5	1/2	-0,015	0,002	0,050	0,120	0,166	0,187	0,186	0,165	0,115	0,015
	1/4	-0,010	0,009	0,042	0,1225	0,1730	0,1855	0,180	0,169	0,1125	0,025
6	1/2	0,0025	-0,012	-0,025	0,019	0,086	0,194	0,254	0,2525	0,1775	0,0275
	1/4		-0,006	-0,010	0,009	0,087	0,196	0,258	0,253	0,169	0,037
8	1/2	0,0825	0,166	0,161	0,0725	0,015	0,0075	0,074	0,167	0,1725	0,075
	1/4	0,065	0,180	0,1775	0,065	0,011	0	0,061	0,1675	0,180	0,0925
9	1/2	-0,027	0,125	0,077	0,181	0,240	0,246	0,187	0,0855	0,014	-0,025
	1/4	0,006	0,065	0,064	0,11835	0,256	0,259	0,189	0,069	0,0015	-0,013

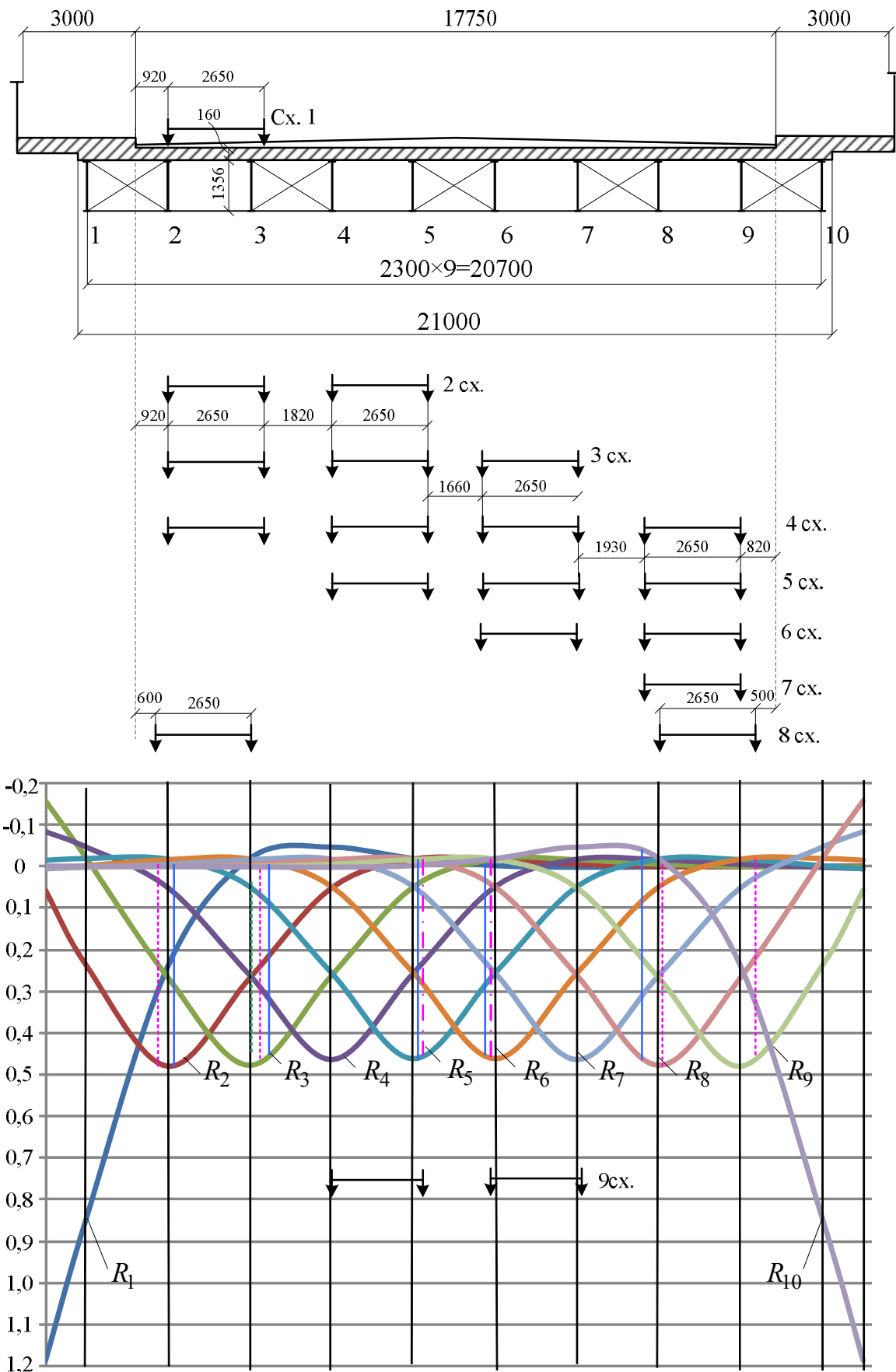


Рис. 2. Линии влияния сил, передаваемых на главные балки, и схемы их загрузки

Анализируя данные табл. 1, можно сделать вывод о том, что коэффициенты поперечного распределения изменяются по длине пролета (хотя и незначительно на участке от середины до четверти пролета). При этом для наиболее нагруженных балок КПП в четверти пролета, в основном, больше КПП, рассчитанных для середины пролета, что согласуется с данными работ [5, 6]. Таким образом, распределительная способность пролетных строений при приближении к опоре уменьшается по-иному, в совместную работу вовлекается меньшее количество главных балок, а на опоре КПП следует определять, загружая нагрузкой линии влияния сил, построенных по методу рычага.

Для практических расчетов, имея результаты этих исследований и исследований работ [5, 6], КПП можно рекомендовать одинаковыми по длине пролета, и только на опоре их следует определять по методу рычага. Это упро-

стит (по сравнению с применяемой методикой [4]) определение КПП и расчеты по определению изгибающих моментов и особенно перерезывающих сил для разных поперечных сечений по длине пролетного строения.

Правомочность применения для расчета сталежелезобетонных косых пролетных строений предлагаемого автором метода расчета [2, 7–9] можно подтвердить только путем сравнения экспериментальных и теоретических прогибов. При испытании рассматриваемого путепровода замеры прогибов в четверти пролета с помощью прогибомеров Максимова были сделаны только для балок 1, 5, 6 и 10.

В табл. 2 приведены значения прогибов, полученных опытным и теоретическим (с использованием предлагаемого автором метода расчета) путями.

Таблица 2 Экспериментальные и теоретические значения прогибов в четверти пролета

Схема загрузки	Прогибы, см	Балки			
		1	5	6	10
1	Экспер	0,012	0,010		
	Теор	0,015	0,007		
2	Экспер	0,020	0,085	0,035	
	Теор	0,014	0,088	0,037	
3	Экспер	0,030	0,135	0,125	
	Теор	0,015	0,127	0,115	
4	Экспер	0,020	0,140	0,140	0,035
	Теор	0,018	0,148	0,148	0,023
5	Экспер		0,130	0,145	0,045
	Теор	-0,013	0,147	0,164	0,022
6	Экспер		0,055	0,100	0,035
	Теор		0,050	0,118	0,022

Анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что большие экспериментальные и теоретические прогибы в четверти пролета разнятся друг от друга на 5,6–15,3 %. Значительные отличия между экспериментальными и теоретическими прогибами наблюдаются в балках, имеющих маленькие прогибы, что связано с недостаточной чувствительностью прогибомеров Максимова при измерении небольших прогибов.

Выводы

Коэффициенты поперечного распределения по длине пролета меняются, т.е. распределительная способность разрезных балочных

пролетных строений различна в разных поперечных сечениях.

При практических расчетах значения коэффициентов поперечного распределения балочных пролетных строений по его длине (кроме опорных сечений) можно принимать одинаковыми, что упростит расчеты по определению внутренних усилий в балках и деформаций главных балок.

Литература

1. Семенец Л.В. Пространственные расчеты плитных мостов: учебное пособие / Л.В. Семенец; под общ. ред. В.А. Рос-

- сийского. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1976. – 164 с.
2. Кожушко В.П. Расчет пролетных строений балочных мостов разрезной системы / В.П. Кожушко // Сопротивление материалов и теория сооружений. – 1980. – Вып. 36. – С. 118–122.
 3. Лукин Н.П. Пространственный расчет бездиафрагменных мостов энергетическим способом / Н.П. Лукин // Сопротивление материалов и теория сооружений. – 1980. – Вып. VI. – С. 112–123.
 4. Лившиц Я.Д. Примеры расчета железобетонных мостов: учебное пособие / Я.Д. Лившиц, М.М. Онищенко, А.А. Шкуратовский. – К.: Выща школа. Головное изд-во, 1986. – 263 с.
 5. Кожушко В.П. Некоторые вопросы распределительной способности пролетных строений балочных разрезных мостов / В.П. Кожушко // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. – 1991. – № 8. – С. 99–102.
 6. Кожушко В.П. Распределительная способность разрезных балочных мостов с диафрагмами / В.П. Кожушко, А.В. Белик // Вестник ХГАДТУ. – 2001. – Вып. 15–16. – С. 66–69.
 7. Кожушко В.П. Деякі особливості роботи косих прольотних будов балкових мостів розрізної системи / В.П. Кожушко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 1998. – Вип. 56. – С. 107–114.
 8. Кожушко В.П. Визначення зусиль від тимчасового навантаження у головних балках металевих і сталобетонних балкових прольотних будовах нерегулярної структури за усередненою схемою / В.П. Кожушко, С.А. Біндюг // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2002. – Вип. 64. – С. 122–124.
- Рецензент: В.К. Жданюк, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 12 ноября 2014 г.
-