

Таким образом, установлено увеличение количества выносимого вещества в изделиях прошедших эксплуатационный срок пять лет. За счет действия фильтрационных вод образуются высолы, происходит нарушение кристаллической структуры мелкозернистого бетона. Это приводит к разуплотнению структуры и увеличению открытой пористости. Следствием этого является более интенсивный вынос растворимого вещества не только с поверхностных слоев, как это происходит в свежеприготовленной плитке, но и со всего объема образца.

Изучение динамики поведения химических элементов цементно-песчаной тротуарной плитки под воздействием экзогенного цикла воды позволило произвести количественную оценку химических составов фильтратов в зависимости от качества тротуарной плитки.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лесовик В.С., Строкова В.В., Фоменко Ю.В., Четверкина О.В. Анализ причин образования высолов на тротуарной плитке, методов предупреждения и ликвидации. Проблемы и достижения строительного материаловедения: Межд. научн.-практическая интернет-конф. – Белгород, 2005. – С 122-124.
2. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник для вузов/Под редакцией Тимашева В.В. – М.: Высшая школа, 1980.

УДК 624.21

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ЛИНИЙ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ В ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЯХ МОСТОВ ПО ДАННЫМ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Б. Д. Сухоруков, с.н.с.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск

Предлагаемый метод применим для плитных и рёбристых мостовых балочных пролётных строений с однотипными несущими элементами в поперечном сечении. Именно такие пролётные строения являются самыми массовыми и составляют до 95% от общего числа эксплуатируемых в Украине пролётных строений автодорожных мостов [1].

Метод, назовем его «условной поперечной балки», отличается от известного способа построения натуральных поперечных линий влияния значительно меньшим числом требуемых установок испытательной нагрузки поперёк пролётного строения, а точнее - всего одной. Напомним, что согласно [2] для построения натуральных поперечных линий влияния число установок нагрузки на поперечном сечении проезжей части пролётного строения должно быть не менее 5. При этом установки должны назначаться

симметрично относительно оси пролётного строения, а крайние установки - как можно ближе к бордюрам.

Большое число установок, с учётом необходимости их повторов, требует больших затрат времени на проведение испытаний. Для эксплуатируемых сооружений с интенсивным автомобильным движением их закрытие на длительное время крайне нежелательно, а порой и невозможно. Поэтому, следует стремиться к такой организации проведения натуральных испытаний, которая бы позволяла при минимальном числе загрузок (установок) получать достаточно данных для всесторонней оценки работы сооружения под нагрузкой и, в частности, строить поперечные линии влияния коэффициентов распределения усилий между балками (плитами) испытываемого пролёта. Этой цели вполне соответствует предлагаемый метод, позволяющий по результатам измерения вертикальных упругих прогибов поперечного сечения в середине длины испытываемого пролётного строения строить такие линии влияния всего при одном (строго симметричном относительно продольной оси) загрузке пролётного строения испытательной нагрузкой.

Для нахождения коэффициентов распределения усилий между балками (плитами) от внешних нагрузок у пролётных строений с однотипными несущими элементами в поперечном сечении, например такими, как показано на рис. 1, правомерна расчётная схема пролётного строения, представленная на рис. 2. В ней в качестве элемента, связующего главные балки (плиты) и распределяющего между ними внешнюю нагрузку, вводится условная поперечная балка постоянной жёсткости. Эта условная поперечная балка под воздействием внешней нагрузки работает как балка на упругом (винклеровом) основании. Роль последнего выполняют главные балки (плиты) пролётного строения.

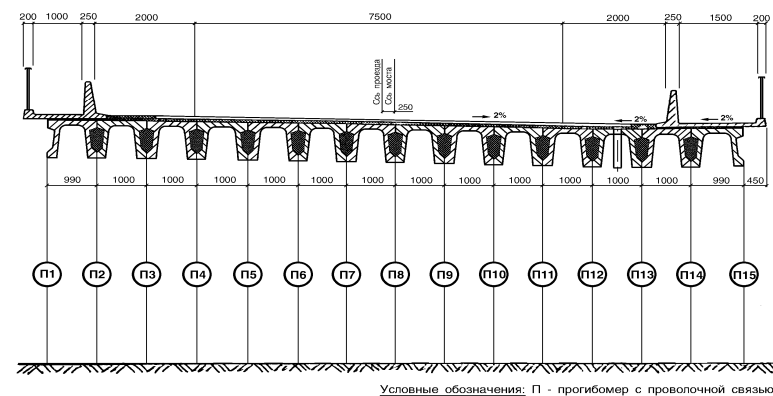


Рис. 1. Поперечное сечение 18-ти метрового автодорожного пролётного строения (проект ВСК 31-87) и схема установки прогибомеров в середине длины его пролета

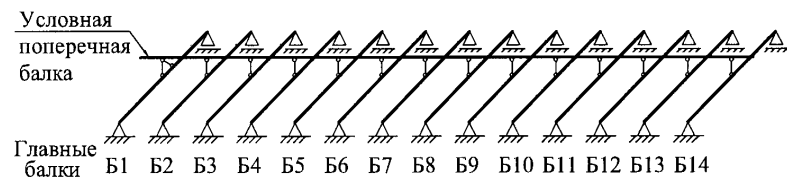


Рис. 2. Расчетная схема пролетного строения

Жёсткость EI условной поперечной балки и коэффициент упругого основания k можно определить измерив в натуре вертикальные упругие прогибы по всей ширине поперечного сечения под действием испытательной нагрузки, заранее взвешенной по осям и установленной определённым образом на пролётном строении.

На рис. 1 приведен пример размещения прогибомеров по всей ширине поперечного сечения в середине испытываемого пролётного строения, а на рис. 3 представлена расчётная схема условной поперечной балки на упругом основании и нагрузок активной (испытательной) и реактивной, которые на неё действуют. Измерив в натуре прогибы поперечного сечения и приведя вес фактической испытательной нагрузки к середине пролёта, легко подсчитать коэффициент упругого основания k по формуле:

$$k = \frac{P}{\int_0^a v(z) dz}$$

где P – приведенный вес испытательной нагрузки (вертикальная нагрузка в среднем сечении пролётного строения, вызывающая такой же по величине прогиб этого сечения, как и реальная испытательная нагрузка); $v(z)$ – вертикальный прогиб поперечного сечения, он же вертикальный прогиб условной поперечной балки на упругом основании; a – ширина поперечного сечения (длина условной поперечной балки).

Далее, для нахождения изгибной жёсткости EI условной поперечной балки, удобно используя принцип симметрии рассчитать прогиб консоли с жёсткой заделкой длиной равной половине ширины пролётного строения (или, что тоже самое, половине длины условной поперечной балки), под действием нагрузок, приведенных на рис.3в. У консоли известен прогиб Δ (берётся как разность фактического упругого прогиба середины поперечного сечения пролётного строения и его края) а так же значения активной и реактивной нагрузок на консоль. Активная (испытательная) нагрузка равна $1/2P$ и направлена вниз. Реактивная нагрузка $r(z)$ направлена вверх – это реакция винклера основания. Интенсивность её по длине консоли задана величинами прогибов $v(z)$, умноженных на ранее найденный коэффициент упругого основания k .

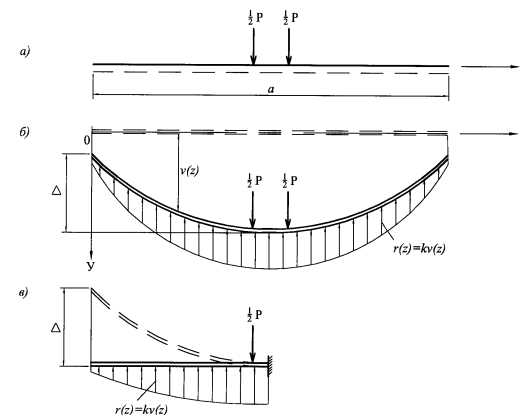


Рис. 3. Расчетная схема условной поперечной балки:

а - балка конечной длины на упругом основании, симметрично нагруженная приведенной испытательной нагрузкой P ;

б - деформированное состояние балки и силы, которые на неё действуют;

в - расчетная схема для определения изгибной жёсткости балки EI

Поскольку все нагрузки на консоль уже известны, известен и её прогиб на конце Δ , то постоянная по длине изгибная жёсткость EI методами строительной механики определяется однозначно.

Дальнейшие действия сводятся к построению линий влияния прогибов условной поперечной балки на упругом основании для тех её сечений, где расположены оси главных балок (плит) пролётного строения. Ординаты этих линий влияния, будучи разделенными на сумму ординат под всеми балками в поперечном сечении пролётного строения, дают нам искомые поперечные линии влияния коэффициентов распределения для каждой конкретной балки (плиты) пролётного строения. Расчёт ординат линий влияния удобно выполнять на ЭВМ, используя формулы деформации балки конечной длины на упругом основании [3].

На рис. 4 приведены построенные описанным методом поперечные линии влияния коэффициентов распределения для подвергнутого статическим испытаниям автодорожного пролётного строения длиной 18 м, поперечное сечение которого показано на рис. 1.

На рис. 5 и рис. 6 для сравнения приводятся поперечные линии влияния коэффициентов распределения усилий соответственно на балку Б3 и балку Б6 (счёт балок в поперечном сечении слева направо), построенные методом «условной поперечной балки» с натурными поперечными линиями влияния для этих же главных балок.

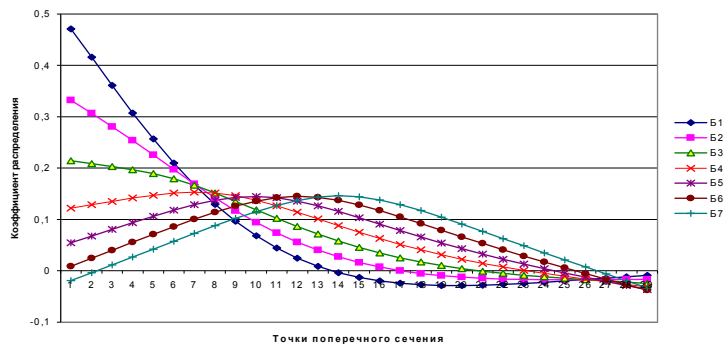


Рис. 4. Поперечные линии влияния коэффициентов распределения для 18-метрового автодорожного пролётного строения (проект ВСК 31-87) с П-образными балками

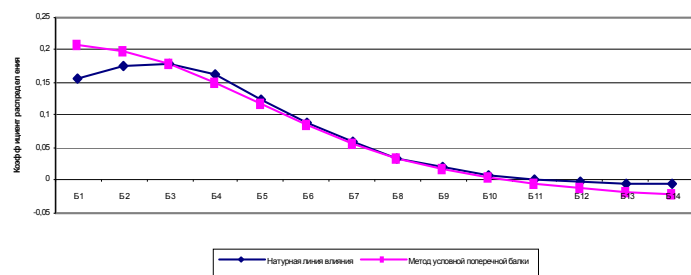


Рис. 5. Сравнение поперечной линии влияния коэффициента распределения усилия на балку B3, построенной методом «условной поперечной балки», с натуральной линией влияния

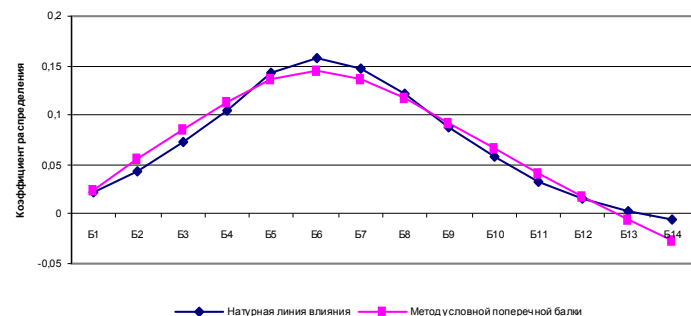


Рис. 6. Сравнение поперечной линии влияния коэффициента распределения усилия на балку B6, построенной методом «условной поперечной балки», с натуральной линией влияния

Как видим, между ними имеет место достаточно хорошее совпадение.

Предложенный метод удобен для представления результатов в виде матрицы коэффициентов распределения и создания банка данных на все испытанные пролётные строения.

В завершении подчеркнём ещё одну положительную особенность предложенного метода, выгодно отличающего от традиционного способа построения натуральных поперечных линий влияния. При традиционном способе возможно построение натуральных поперечных линий влияния лишь для тех главных балок (плит) в поперечном сечении, над осями которых может быть установлена при загрузке сооружения испытательная нагрузка, то есть для тех балок (плит), которые расположены в пределах ширины проезжей части пролётного строения. Для тех же главных балок (плит), над которыми находятся боковые пешеходные тротуары и установить испытательную нагрузку невозможно, построить натуральные поперечные линии влияния по всей ширине пролётного строения не удастся. Метод «условной поперечной балки» предоставляет такую возможность. И ещё, как правило, испытательная нагрузка – это загруженные автомашины, ширина колеи которых может отличаться от колеи нормативной СНиП-овской нагрузки А11 и, тем более, от ширины колеи тяжёлой колёсной нагрузки НК-80 [4]. А раз так, то натуральные поперечные линии влияния, строго говоря, напрямую без соответствующей корректировки не могут использоваться при подсчёте коэффициентов поперечной установки для нормативных нагрузок Н-30, А11 или НК-80, необходимых для уточнения фактической грузоподъёмности испытываемого пролётного строения. Объясняется это тем, что натуральные поперечные линии влияния – это всегда линии влияния, полученные не от действия одной единичной силы для всех её положений по ширине пролётного строения, а от двух сил величиной по 0,5 каждая с расстоянием между ними равном ширине колеи испытательной нагрузки.

Предложенный метод «условной поперечной балки» даёт возможность строить поперечные линии влияния коэффициентов распределения усилий на главные балки (плиты) пролётного строения именно от действия единичной силы. Это облегчает подсчёт коэффициентов поперечной установки для тех или иных нормативных нагрузок или же для любой другой тяжёлой нагрузки, возможность и условия пропуска которой по пролётному строению моста необходимо выяснить.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Страхова Н. С., Голубев В. О., Ковальов П. М., Тодіріка В. В., Ходун В. М. Эксплуатація і реконструкція мостів. – К.: Транспортна академія України, 2000. – 384с.
2. Инструкция по определению грузоподъёмности железобетонных балочных пролётных строений автодорожных мостов. ВСН 32-78. Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1979. – 142 с.
3. Рудницин М. Н., Артёмов П. Я., Любошин М. И. Справочное пособие по сопротивлению материалов. – Минск : Вышейш. школа, 1970. – 630 с.
4. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы/ Госстрой России. – М.:ГУП ЦПП. 2001.- 214 с.