

№	Содержание мероприятия (проекта)	Оценка потенциала энергосбережения
	автоматизированной системы управления серии «UniDrive-Fan» для механизмов с переменным от скорости вращения моментом на валу электродвигателя с целью регулирования расхода воздуха	количественного регулирования позволяют снизить расход электроэнергии на перемещение воздуха у вытяжных систем на 60% и у приточных систем на 30% от величины потребления вентилятором в расчетном режиме
8	Совместное применение общеобменной и местной вентиляции в виде местных отсосов, воздушных завес и т.д.	
9	Локализация притока и вытяжки (устройство воздушных оазисов, душирование, локализация притока)	Уменьшение воздухообмена при работе СКВ на 25-50%
10	Устранение подсосов и утечек воздуха через неплотности воздухопроводов	Снижение затрат на перемещение воздуха вентиляторами на 3-10% (электроэнергии)
11	Уменьшение аэродинамических потерь при движении воздуха в воздухопроводах	Повышение холодильной нагрузки СКВ примерно на 10-16% на каждые 1000 Па потерь на трение

Выводы. Разработанные типовые мероприятия по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха позволят существенно повысить энергоэффективность как промышленных предприятий, так и объектов жилищно-коммунальной сферы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Волковский Е.Г., Шустер А.Г. Экономия топлива в котельных установках. – Энергия, 1973.
2. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б. Экономия энергии в промышленности: Учебное пособие. – Нижний Новгород, 1998.
3. Гаряев А.Б., Данилов О.Л. и др. Энергосбережение в энергетике и технологиях: Энергосбережение в низкотемпературных процессах и технологиях. М.: МЭИ, 2002. – 48 с.
4. Фаликов В.С. Энергосбережение в системах теплоснабжения зданий: Монография. – М.: ГУП «ВИМИ», 2001. – 164 с.

УДК 624.21

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ЛИНИЙ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ В ШИРОКИХ АВТОДОРОЖНЫХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЯХ МОСТОВ ПО ОСЦИЛЛОГРАММАМ ИХ ИСПЫТАНИЙ МЕДЛЕННО ДВИЖУЩЕЙСЯ ДВУХОСНОЙ НАГРУЗКОЙ

с.н.с. Б.Д. Сухоруков

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Пролёты большинства эксплуатируемых автодорожных и городских мостов и путепроводов со значительной шириной проезжей части перекрыты железобетонными пролётными строениями, поперечное сечение которых состоит из десятка и более объединённых между собой однотипных несущих элементов (балок или плит).

Очевидно, что под воздействием временной нагрузки контур поперечного сечения такого пролётного строения может не только перемещаться и поворачиваться в вертикальной плоскости, но и упруго деформироваться. Балки в одном и том же поперечном сечении пролётного строения прогибаются по разному, а значит и нагрузка на них передаётся разная – пропорциональная вертикальному перемещению балок.

Достоверная информация о фактическом характере распределения внешней нагрузки между балками, образующими поперечное сечение, конкретного пролётного строения может быть получена лишь при его натурных испытаниях и построенных на их основе поперечных линий влияния коэффициентов распределения нагрузки для каждой из балок.

Построение натуральных линий влияния по данным статических испытаний требует значительного числа различных установок испытательной нагрузки поперёк проезжей части моста и, тем более, если эта ширина большая. Затраты времени на проведение таких испытаний весьма велики, что для находящихся в эксплуатации сооружений не всегда приемлемо.

Существенно сократить время проведения натуральных испытаний и при этом получить достаточный объём информации о фактической работе конструкций под временными нагрузками является актуальной технической задачей, которую постоянно приходится решать мостоиспытателям в каждом конкретном случае. В их арсенале должны быть как традиционные способы и методы проведения статических и динамических испытаний сооружений, так и принципиально новые, ориентированные на тот или иной тип мостовой конструкции. А также на новое поколение измерительной и регистрирующей аппаратуры, компьютерных программ хранения и обработки данных испытаний, поступающих в последнее время на вооружение мостоиспытательных станций и научно-исследовательских лабораторий.

Для пролётных строений эксплуатируемых автодорожных мостов и путепроводов с однотипными несущими элементами (балками, плитами) в поперечном сечении существенное сокращение времени на проведение собственно натуральных статических испытаний (закрыва регулярного движения по сооружению) возможно за счёт сведения к минимуму

необходимого числа установок испытательной нагрузки. Последнее может быть достигнуто при использовании для построения поперечных линий влияния коэффициентов распределения давления на балки (плиты) экспериментально-расчётного метода «условной поперечной балки», предложенного автором и описанного в работах [1], [2], [3].

В основу метода положена гипотеза о том, что для автодорожных пролётных строений с однотипными несущими элементами (балками, плитами) в поперечном сечении характер перемещений и деформаций контура поперечного сечения под нагрузкой описывается уравнениями прогиба некой условной поперечной балки, свободно лежащей на сплошном упругом (винклеровом) основании. Балка с коэффициентом упругости основания k имеет постоянную изгибную жёсткость EI и длину, равную ширине пролётного строения b .

Приняв такую гипотезу, достаточно во время испытаний конкретного пролётного строения зафиксировать вертикальные перемещения всех балок поперечного сечения пролётного строения при всего одном положении (установке) испытательной нагрузки на проезжей части. Это в дальнейшем даёт возможность рассчитать значение изгибной жёсткости EI условной поперечной балки и коэффициентом упругости основания k (его роль выполняют главные балки). А далее, используя известные формулы строительной механики для расчёта деформации балки конечной длины на упругом основании [4], строятся линии влияния прогибов условной поперечной балки для тех её сечений, где расположены оси главных балок (плит) пролётного строения. Ординаты этих линий влияния, будучи разделёнными 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.

Такая организация статических испытаний наряду с существенным сокращением времени на проведение собственно испытаний, тем не менее, требует значительных подготовительных работ (установка на все балки в поперечном сечении пролётного строения механических прогибомеров с проволочной связью, что кстати не всегда возможно по местным условиям) а также затрат времени на обработку получаемых результатов.

Избежать указанных недостатков позволяет использование современной аппаратуры для регистрации динамических процессов и, в частности, вертикальных прогибов. Так, если по широкому мосту в поперечном направлении пропускать с малой скоростью (до 5 км/час) двухосную нагрузку (каток, грузовик) и при этом фиксировать на осциллограмму (а точнее – в память компьютера) вертикальные перемещения средней и крайних балок поперечного сечения пролётного строения в увязке с положением нагрузки по ширине моста то, как показано в работе [5], можно получить натурные поперечные линии влияния прогибов этих балок для большей части ширины пролётного строения (на участке длиной l – см. рис. 1).

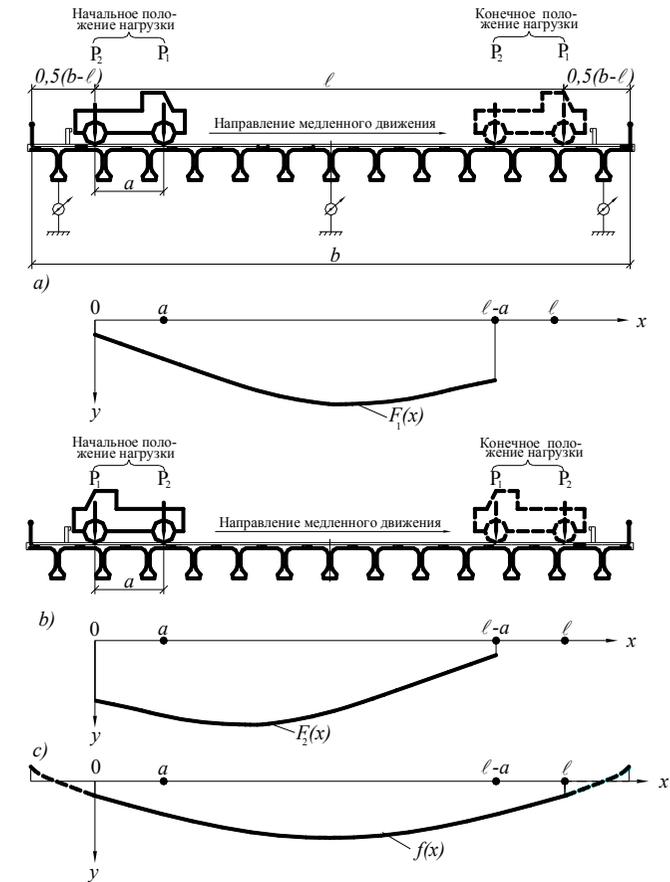


Рис. 1. Схема загрузки автодорожного пролётного строения испытательной нагрузкой с целью построения поперечных линий влияния прогибов средней и крайних балок поперечного сечения:

a) - исходное и конечное положения нагрузки при её движении кабиной вперёд и соответствующий такому движению график функции загрузки $F_1(x)$ (осциллограмма прогиба средней балки);

b) - исходное и конечное положения нагрузки при её движении задним ходом и соответствующий такому движению график функции загрузки $F_2(x)$ (осциллограмма прогиба средней балки);

с) - искомая поперечная линия влияния прогиба средней балки $f(x)$.

Обязательным требованием к двухосной испытательной нагрузке должна быть заметная разница в давлении на переднюю P_1 и заднюю P_2 её оси, а так же необходимо при испытании зафиксировать прогибы средней и крайних балок пролётного строения при движении нагрузки слева направо кабиной вперёд $F_1(x)$, а затем в том же направлении кузовом вперёд $F_2(x)$.

Если эти условия соблюдены, то система уравнений для средней балки

$$\begin{cases} F_1(x) = P_1 f(x+a) + P_2 f(x) \\ F_2(x) = P_2 f(x+a) + P_1 f(x) \end{cases} \quad (1),$$

в которой неизвестными являются искомая функция (поперечная линия влияния прогиба) $f(x)$ и функция $f(x+a)$, будет иметь единственное решение:

$$f(x) = \frac{P_2 F_1(x) - P_1 F_2(x)}{P_2^2 - P_1^2} \quad (2).$$

Заметим, что выражение (2) определяет функцию $f(x)$ на отрезке $[0, l-a]$ (см. рис. с). Несложно показать, что на отрезке $[a, l]$ функция $f(x)$ определяется выражением:

$$f(x) = \frac{P_2 F_2(x-a) - P_1 F_1(x-a)}{P_2^2 - P_1^2} \quad (3).$$

Таким образом, ординаты искомой поперечной линии влияния прогиба средней балки пролётного строения могут быть вычислены и линия построена для всей той части ширины пролётного строения l , над которой находились колёса грузовика во время испытаний.

Аналогично, по формулам (2) и (3) рассчитываются ординаты поперечных линий влияния для прогибов крайних левой и правой балок поперечного сечения. Эти линии влияния так же, как и для средней балки, становятся известными на участке проезжей части шириною l .

Линии влияния прогибов для средней и двух крайних балок пролётного строения на основании теоремы о взаимности перемещений дополняют друг друга. Это позволяют построить поперечную линию влияния прогиба средней балки не на части, а на всей ширине испытываемого пролётного строения. Ординаты такой линия влияния полностью совпадают (на основании всё той же теоремы о взаимности перемещений) с ординатами вертикальных перемещений точек контура поперечного сечения, упруго деформирующегося под действием единичной силы приложенной над средней балкой (по оси) пролётного строения.

Вся дальнейшая процедура нахождения коэффициента упругости основании k и изгибной жёсткости EI условной поперечной балки и, далее, расчета по ним ординат поперечных линий влияния коэффициентов распределения усилий для каждой из главных балок (плит) пролётного строения ничем не отличается от вышеописанной процедуры обработки данных статических испытаний [1].

В заключение отметим, что предлагаемый способ построения поперечных линий влияния в пролётных строениях эксплуатируемых автодорожных мостов с большой шириной проезжей части, ориентирован на использование современных измерительных систем и программ, позволяющих регистрировать, сохранять, обрабатывать и анализировать получаемые данные о фактическом характере работы конструкций под временными нагрузками. Он существенно сокращает необходимое число точек фиксации прогибов, а значит время и трудозатраты на подготовку к испытаниям и их проведению. При этом, используя те же установленные на конструкции датчики, можно решать сопутствующие задачи, например, получать динамические характеристики сооружения под проходящим автотранспортом: частоты его свободных и вынужденных колебаний, максимальные амплитуды, динамические коэффициенты и т.п.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сухоруков Б. Д. Метод построения поперечных линий влияния коэффициентов распределения усилий в пролётных строениях мостов по данным статических испытаний. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. №37. - Дн-вск., ПГАСА, 2006. - С.480-485.
2. Сухоруков Б. Д. Нахождение коэффициентов распределения усилий в пролётных строениях эксплуатируемых мостов методом «условной поперечной балки». // Сб. «Дороги і мости», вип.7, в 2-х т., т.2.-К.: ДерждорНДІ, 2007. С.228-236.
3. Сухоруков Б. Д. Метод «условной поперечной балки» и его точность применительно к железобетонным мостовым пролётным строениям. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. №43. - Дн-вск., ПГАСА, 2007. - С.544-550.
4. Рудницин М. Н., Артёмов П. Я., Любошин М. И. Справочное пособие по сопротивлению материалов. – Минск: Высшейш. школа, 1970. – 630 с.
5. Сухоруков Б. Д. Построение линий влияния по осциллограммам загрузки мостовых конструкций медленно движущейся испытательной нагрузкой. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. №47. - Дн-вск., ПГАСА, 2006. - С.640-648.

УДК 624. 21

РАСЧЕТ УСИЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГЛАВНЫХ ФЕРМ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ ПРИ НЕДОСТАТОЧНОЙ ИХ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ

к.т.н., доц. Тарасенко В. П.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Металлические мосты, эксплуатируемые на сети железных дорог Украины, строились в разное время по разным расчётным нормам и имеют различное физическое состояние в связи с наличием повреждений, возникающих в процессе эксплуатации от воздействия подвижного состава, атмосферных воздействий и