



(06)-0109-1

СТЕНД ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНОГО МЕТОДУ

Є.В. Денисов

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури, вул. Державіна 2,
86123, м. Макіївка, Україна.
E-mail: denissovev@ukr.net*

Отримана 11 січня 2006; прийнята 14 квітня 2006

Анотація. У статті викладені основні конструктивні рішення стенда для експериментального вивчення застосування вібраційного методу в галузі конструкцій фермового типу. Даний стенд дозволяє змінювати ряд основних параметрів випробовуваного стержня та у зв'язку із цим проводити детальні експериментальні дослідження вібраційного методу.

Ключові слова: вібраційний метод, іспитовий стенд.

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО МЕТОДА

Е.В. Денисов

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ул. Державина 2,
86123, г. Макеевка, Украина.
E-mail: denissovev@ukr.net*

Получена 11 января 2006; принята 14 апреля 2006

Аннотация. В статье изложены основные конструктивные решения стенда для экспериментального изучения применения вибрационного метода в области конструкций ферменного типа. Настоящий стенд позволяет изменять ряд основных параметров испытываемого стержня и в связи с этим проводить детальные экспериментальные исследования вибрационного метода.

Ключевые слова: вибрационный метод, испытательный стенд.

STAND FOR EXPERIMENTAL STUDY VIBRATING METHOD

E. V. Denisov

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzavin str. 2, 86123, Makeyevka, Ukraine.
E-mail: denissovev@ukr.net*

Received 8 July 2005; accepted 9 September 2005

Abstract. There are the basic constructive decisions of the stand for experimental discovering of application of a vibrating method are based in the field of construction of a core type in article. The present stand allows to change a number of the basic parameters of a tested core and in this connection to make detailed experimental researching of a vibrating method.

Keywords: vibrating method, test stand.

Введение

Вибрационный метод является экспериментальным методом определения усилий в элементах эксплуатируемых ферменных металлических конструкций. Сущность метода состоит в зависимости частоты собственных поперечных колебаний стержня от продольного усилия, действующего в нем.

До настоящего времени экспериментальные исследования практического применения вибрационного метода были проведены на ряде ферменных конструкций, находящихся в стадии эксплуатации [1, 2], нагруженной модели фермы пролетом 4,5 м в лабораторных условиях [3, 4, 2], а также на отдельных стержнях, закрепленных в захватах универсальной машины [4]. Однако, в каждом из этих испытаний объект – стержневой элемент, имел определенные неизменные параметры расчетной динамической модели метода (эффективную длину, жесткость опор и пр.), которые главным образом определяют точность и область применения вибрационного метода. Кроме того, немаловажно отметить, что все полномасштабные исследования для определенного элемента производились при усилии в стержне одного

знака. Изменение направления усилия изучалось только на стержнях, закрепленных в захватах испытательной машины [4]. Поэтому для экспериментального изучения усовершенствованного вибрационного метода был изготовлен специализированный испытательный стенд на основе фрагмента фермы.

Конструктивное решение испытательного стенда

Основу конструкции стенда (рис. 1) составляют: испытываемый (рабочий) стержень **1**; примыкающие стержневые элементы **2**, которые совместно с рабочим стержнем формируют модель фрагмента фермы; силовая рама **3**; рычаг **4** и опоры рычага **6, 7**. Стержневые элементы **1** и **2** при нагружении конструкции находятся в состоянии одноосного напряженного состояния и являются элементами ферменного типа, выполненными из одиночного или спаренного в тавр уголков. Элементы силовой рамы и рычаг испытывают действие изгибающих моментов и, в связи с этим, имеют сечение из швеллера. Изменение знака продольного усилия в рабочем стержне достигается путем установки разных опор рычага: установка

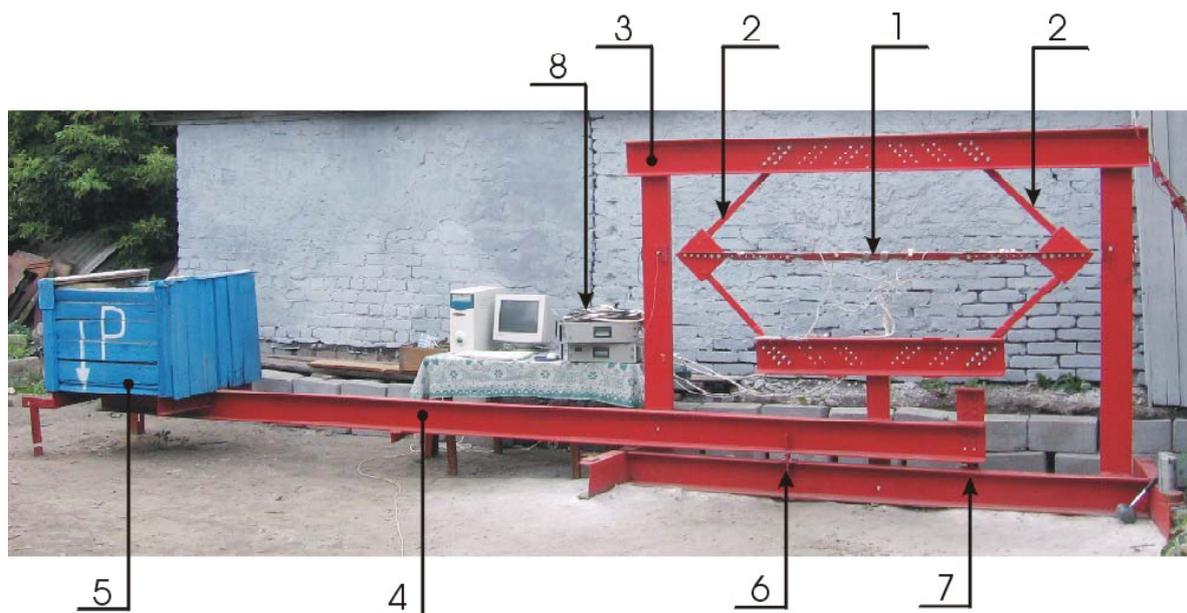


Рис. 1. Общий вид испытательного стенда:

1) испытываемый стержневой элемент; 2) примыкающие элементы решетки; 3) силовая рама; 4) рычаг; 5) ящик для грузов; 6) опора рычага №1; 7) опора рычага №2; 8) измерительная аппаратура.

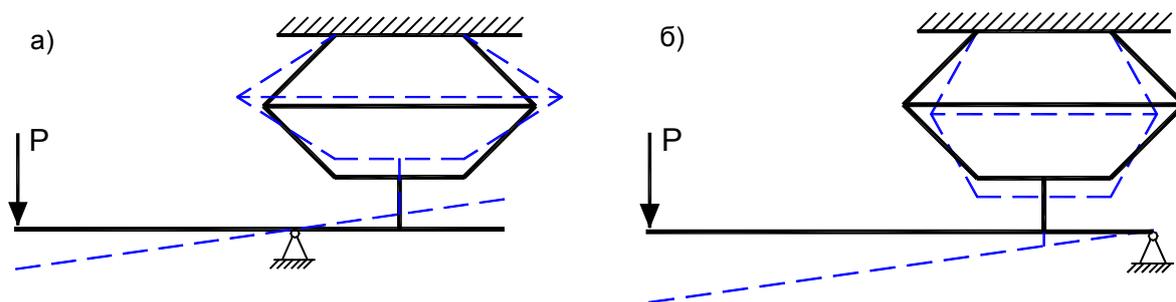


Рис. 2. Принципиальная кинематическая схема стенда: а) при установке опоры №1 и деформации растяжения рабочего стержня; б) при установке опоры №2 и деформации сжатия рабочего стержня.



Рис. 3. Опора №1.



Рис. 4. Опора №2.

опоры №1 (поз. 6) приводит к появлению в рабочем стержне растягивающих усилий, установка опоры №2 (поз. 7) приводит к появлению сжимающих усилий. Принципиальная кинематическая схема работы конструкции при установке различных опор приведена на рис.2.

Кратность передачи усилия на стержневую систему, также как и направление продольной силы в испытываемом элементе, определяется положением опоры рычага. Опора №1 (поз. 6) “работает на сжатие” (рис. 3). Кратность рычага при постановке опоры №1 составляет 8,93. Опора №2 “работает на отрыв” (рис. 4) и служит для загрузки испытываемого элемента сжимающей нагрузкой. Расчетная схема обеих опор рычага – шарнирно неподвижная опора. Для обеспечения свободы поворота рычага на опоре в стержне опоры таврового сечения из спаренных уголков 50х5, выполнена специальная прорезь. Кратность рычага при постановке

опоры №2 составляет 9,93. Опора №1 и опора №2 при работе стенда являются взаимоисключающими, поэтому они выполнены по сборно-разборной схеме.

Изменение эффективной длины рабочего элемента (некоторой части фактической длины элемента, амплитудами фибровых деформаций которой пренебречь нельзя) осуществляется путем параллельного перемещения элементов решетки 2 к середине длины рабочего элемента (рис.4). В связи с этим процесс экспериментальных исследований был разбит на ряд этапов и стадий. На каждом этапе исследований производилось изменение эффективной длины рабочего элемента. На каждой стадии исследований производилась смена опоры рычага стенда, и, как следствие, изменение направления (знака) продольного усилия в рабочем элементе.

а)



б)



в)



Рис. 4. Изменение эффективной длины стержня на различных этапах испытаний:

а) на этапе №1, б) на этапе №2, в) на этапе №3

Область задач, которые позволяет решать конструкция стенда

Созданный испытательный стенд при использовании в области экспериментального исследования вибрационного метода позволяет:

- изменять в определенных пределах величину действующего внутреннего усилия в испытываемом стержне;
- изменять направление действующего внутреннего усилия в стержне (сжатие – растяжение);
- изменять эффективную длину испытываемого элемента и, как следствие, гибкость;
- изменять форму поперечного сечения;
- изменять длину участков повышенной жесткости и массы стержня (в местах узловых сопряжений) путем изменения количества болтов в узлах;
- обеспечить возможность контроля продольного усилия в элементе двумя независимыми экспериментальными методами – методом тензометрии и вибрационным методом;
- определять на основе статических испытаний коэффициенты угловой жесткости узлов закрепления испытываемого элемента;

- обеспечить возможность присоединения сосредоточенной массы к элементу с целью вариации ее положения и величины;
- обеспечить возможность анализа изменения частотных характеристик стержня с несовершенствами.

Расчетное усилие в испытываемом элементе определяется путем статического расчета и зависит от переменной нагрузки в ящике и постоянной нагрузке от веса элементов стенда. Однако вследствие сборно-разборного характера многих конструктивных элементов стенда, возможно появление множества конструктивно и геометрически нелинейных факторов (чернота отверстий в болтовых соединениях, угол поворота сечения рычага в месте передачи нагрузки на стержневую систему и пр.), расчетная величина усилия в элементе может иметь высокую погрешность. Поэтому, при проведении вибрационных испытаний, необходимо использование также метода тензометрии, позволяющего на каждом этапе испытаний производить экспериментальный контроль продольного усилия в стержне.

Выводы

Создана конструкция специализированного стенда на основе фрагмента фермы для экспериментального изучения вибрационного метода определения усилий в элементах ферменного типа. Стенд позволяет изменять ряд основ-

ных параметров испытываемого стержня и в связи с этим проводить детальные экспериментальные исследования в области вибрационного метода для стержневых конструкций. Идея создания подобного стенда для изучения вибрационного метода и его конструкция предложена впервые.

Литература

1. Лурье Ф.М., Григорьева Г.Н. Определение усилий в стержнях вибрационным методом. – Строит. механика и расчет сооружений. – 1981. – №3. С. 71-73.
2. Файнберг И.И. Вибрационный метод определения осевых усилий в элементах металлических конструкций с использованием дополнительных связей и нагрузок. – Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Ленинград, 1978. – 20 с.
3. Лурье Ф.М. Об учете условий опирания стержней при динамическом расчете решетчатых металлических конструкций. – Строит. механика и расчет сооружений. – 1977. – №5. – С. 64-67.
4. Лурье Ф.М., Файнберг И.И. Применение вибрационного метода при обследовании металлических конструкций. – Ленинград: ЛДНТП, 1975. – 26 с.

Денисов Євген Валерійович є асистентом кафедри "Теоретична і прикладна механіка" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: динаміка стержневих конструкцій, технічна діагностика будівельних конструкцій.

Денисов Евгений Валериевич является ассистентом кафедры "Теоретическая и прикладная механика" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: динамика стержневых конструкций, техническая диагностика строительных конструкций.

Denisov Evgeniy Valer'evich is by Assistant of department "Theoretical and applied mechanics" of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture His research interests include: dynamics of rod designs, technical diagnostics of building designs.