

ответствии с требованиями Постановления Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 42 «Об утверждении правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений» и с учетом требований ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

В качестве основы для сравнения при калибровке акселерометра (модуля TRIAX 2015) использовалось следующее оборудование: виброустановка МРА403-М124М (частотный диапазон от 5 Гц до 4000 Гц, максимальное перемещение 51 мм, пиковая скорость 1,8 м/с, пиковое ускорение 200 g, подвижная масса до 10 кг, усилитель мощности 13 кВА). Выбор виброустановки как основы для сравнения был обусловлен конструкцией (полусферическая форма) и массой самого модуля (масса 4,6 кг).

Дальнейшие этапы цепи калибровок проводятся в соответствии с приведенной на рисунке 1 схемой.

Литература

1. Velichko, O.N. Traceability of measurement results at different levels of metrological work / O.N. Velichko // Measurement Techniques. – 2009. – 52 (11). – P. 1242–1248.
2. Метрологическая прослеживаемость результатов испытаний / В.Г. Кутяйкин [и др.] // Компетентность / Competency (Russia). – 2020. – № 7.
3. Шитова, Д.С. Взаимное признание результатов измерений на международном уровне / Д.С. Шитова, Т.В. Шушкевич // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2016. – № 6. – С. 174–175.
4. Травма. В 3-х т. Т 1. / Дэвид В. [и др.] / пер. с англ.; под. ред. Л.А. Якимова, Н.Л. Матвеева – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – С. 520.
5. Holbourn. A. Mechanics of head injuries / A. Holbourn. // Lancet. – 1943. – Vol. 242, № 6267. – P. 438–441.
6. Zhang, L. A proposed injury threshold for mild traumatic brain injury / L. Zhang, K.H. Yang, A.I. King // J. Biomech. Eng. – 2004. – Vol. 126. – P. 226–236.
7. Беляева, Н.Н. Морфологические критерии риска вредного воздействия факторов окружающей среды на организм / Н.Н. Беляева // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 75–76.

УДК 539.3

ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ ДВУХОПОРНОЙ СОСТАВНОЙ БАЛКИ

Дудяк А.И., Хвасько В.М.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассматривается поперечный изгиб двухопорной балки, составленной из двух стержней, выполненных из одного материала. Приводятся два случая закрепления торцов стержней балки: 1) составные стержни не связаны между собой; 2) торцы составных стержней жестко соединены друг с другом сваркой или склеиванием. Были получены формулы для определения углов поворота торцов стержней и прогиба балки посередине пролета. Предложенная методика основана на методе начальных параметров, однако при этом учитывается влияние закрепления торцов стержней в составной балке.

Ключевые слова: изгибающий момент, угол поворота, прогиб, составная балка.

DEFORMATIONS DURING TRANSVERSE BENDING OF A TWO-SUPPORTED COMPOSITE BEAM

Dudjak A.I., Khvasko V.M.

*Belarussian national technical university
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The transverse bending of a two-supported beam composed of two rods made of the same material is considered. Two cases of fixing the beam rods ends are given: 1) composite rods are not connected to each other; 2) the ends of the composite rods are rigidly connected to each other by welding or gluing. Formulas were obtained to determine the angles of rotation of the rods ends and the beam deflection in the middle of the span. The proposed method is based on the initial parameters method however it takes into account the influence of fixing the rods ends in a composite beam.

Key words: bending moment, angle of rotation, deflection, composite beam.

*Адрес для переписки: Дудяк А.И., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: dudjak@mail.ru, smat@bntu.by*

В данной работе ставится цель разработать методику расчета деформаций при поперечном изгибе двухопорной балки, составленной из двух стержней, выполненных из одного материала, в зависимости от способов закрепления ее торцов.

В первом случае рассмотрим двухопорную балку, состоящую из двух стержней, не связанных между собой, а свободно лежащих друг на друге. В качестве нагрузки выберем поперечную силу F , приложенную посередине пролета балки

(рисунок 1, а). Примем, что оба стержня выполнены из одного и того же материала и имеют поперечные сечения прямоугольной формы с одинаковой шириной b и высотой h (рисунок 1, б).

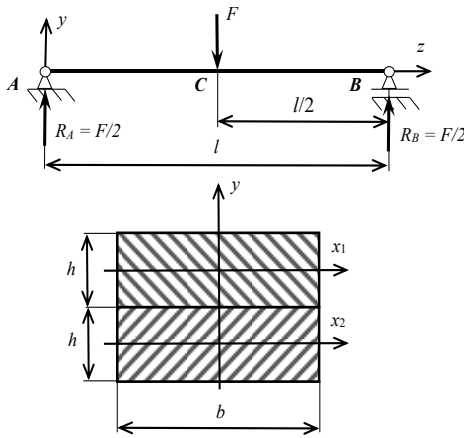


Рисунок 1 – Схема нагружения балки, составленной из стержней, не связанных между собой (а) и поперечное сечение балки (б)

Углы поворота торцов стержней θ можно определить с помощью метода начальных параметров, который можно представить в следующем виде [1]:

$$(EI_x)_c \cdot y_B = (EI_x)_c \cdot y_A + (EI_x)_c \cdot \theta_A l + R_A \frac{l^3}{6} - F \frac{(l/2)^3}{6} = 0, \quad (1)$$

где y_B, y_A – прогибы на опорах B и A соответственно;

Суммарная жесткость сечения балки [2]:

$$(EI_x)_c = E(I_{x1} + I_{x2}) = E \left(\frac{bh^3}{12} + \frac{bh^3}{12} \right) = E \frac{bh^3}{6},$$

где l – длина пролета балки.

С учетом, что на опорах $y_B = y_A = 0$, то окончательно получим:

$$\theta_A = \theta_B = \theta = - \frac{Fl^2}{16(EI_x)_c}. \quad (2)$$

Во втором случае рассмотрим способ соединения составных стержней балки в единое целое торцевой сваркой или склеиванием. Расчетная схема полученной таким способом балки, подвергнутой поперечному изгибу силой F , показана на рисунке 2.

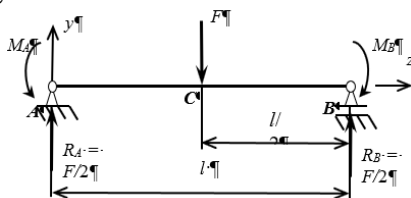


Рисунок 2 – Схема нагружения балки, составленной из жестко связанных между собой стержней

При деформации такой балки составные стержни будут изгибаться независимо друг от друга, при этом торцы стержней повернутся относительно первоначального положения на одинаковые углы $\theta_A = \theta_B = \theta$, что обусловлено симметрией нагружения балки.

В результате такого соединения стержней и одновременном действии поперечного изгиба в окрестности торцов стержней будут возникать одинаковые по величине изгибающие моменты $M_A = M_B = M$ (рисунок 2).

При составлении торцов стержней в одну плоскость для случая их жесткого соединения угол поворота сечения относительно вертикали станет равным $\frac{\theta}{2}$. Используя это условие и формулу (2), запишем выражение для прогиба сечения B балки согласно методу начальных параметров [1]:

$$(EI_x)_c \cdot y_B = (EI_x)_c \cdot y_A + (EI_x)_c \cdot \frac{\theta_A}{2} l - M \frac{l^2}{2} + R_A \frac{l^3}{6} - F \frac{(l/2)^3}{6} = 0. \quad (3)$$

Так как на опорах $y_B = y_A = 0$, то из уравнения (3) можно получить выражение для определения величины торцевого изгибающего момента:

$$M = \frac{Fl}{16}. \quad (4)$$

Следовательно, становится возможным определение прогибов составной балки в любом сечении по длине балки. Наиболее опасным сечением будет окрестность точки C , где согласно методу начальных параметров [1] и формул (2), (4), можно получить следующее соотношение:

$$(EI_x)_c \cdot y_C = (EI_x)_c \cdot \left(- \frac{Fl^2}{32(EI_x)_c} \right) \cdot \frac{l}{2} + \frac{F}{2} \cdot \frac{l^3}{48} - \frac{Fl}{16} \cdot \frac{l^2}{8}, \quad (5)$$

откуда следует, что:

$$y_C = - \frac{5Fl^3}{384(EI_x)_c}, \quad (6)$$

где y_C – прогиб балки посередине пролета.

Таким образом, предложена методика определения деформаций при изгибе составной балки, которая основана на методе начальных параметров, но при этом учитывается влияние закрепления торцов составных стержней.

Литература

1. Подскребко, М.Д. Сопrotивление материалов: учебник / М.Д. Подскребко. – Минск : Высш. шк., 2007. – 800 с.
2. Дудяк, А.И. Изгиб составных балок / А.И. Дудяк, В.М. Хвасько // Теоретическая и прикладная механика: международный научно-технический сборник / БНТУ; редкол.: Ю.В. Василевич (пред. редкол., гл. ред.). – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 36. – С. 118–120.