

PAPER

КРИВОЙ ИЗГИБ ЧЕТВЕРТЬ ОКРУЖНОСТИ СТЕРЖНЕЙ

С.А.Буронов^{1,*}

¹Бухарский государственной технической университет, Узбекистан

* burtonov@gmail.com

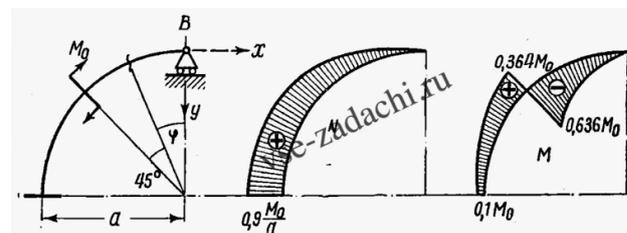
Abstract

Расчет деформации основывается на теории первого порядка, то есть в предположении недеформированной системы. Теория второго порядка, то есть расчет нагрузки на деформированной системы, не учитывается. По этой причине значения, рассчитанные для деформации ниже, чем измеренные значения. С увеличением значения силы увеличивается и деформация системы. Но это не влияет на расчетные значения деформации. Поэтому, с увеличением значения силы увеличиваются разницы между расчетными и опытными значениями деформации.

Key words: Стержни, четверть окружность, деформация, виртуальных перемещений, поперечной деформаций, продольной деформаций, виртуальной работа, окружность, полуокружность

Деформация изгиба призматического стержня с прямой осью происходит, если к нему в плоскостях, проходящих через ось стержня, будут приложены пары сил или силы, перпендикулярные к его оси. Стержень, работающий на изгиб, обычно называют балкой. Опыт показывает, что при указанном действии сил ось балки искривляется и балка изгибается. Балки являются наиболее часто встречающимися элементами сооружений и машин, принимающими давления от других элементов конструкции и передающими их тем частям, которые поддерживают балку. Следовательно, на балку действуют приложенные силы и реакции опор. Например, вагонная ось представляет собой балку, опирающуюся на колеса и нагруженную давлением букс; балки, входящие в состав крыла самолета, изгибаются давлением воздуха. Для определения неизвестных реакций необходимо использовать уравнения статики, выражающие условие, что балка в целом при действии всех сил и реакций, приложенных к ней, находится в равновесии. Поскольку эти силы лежат в одной плоскости, то уравнений равновесия для них можно написать три. Задача определения реакций из условий статики разрешима при наличии трех неизвестных реакций. Балки с устройством опор, дающим три реакции, являются статически определенными. К статически определенным балкам относятся многопролетные (многоопорные) балки с промежуточными шарнирами. Такие балки могут быть расчленены на основные

статически определимые балки и подвесные, опирающиеся на первые через шарнир. Другие балки относятся к категории статически неопределимых, расчет которых осуществляется по специально разработанным методам.



Экспериментальное устройство FL 170 предназначено для исследования деформации изогнутых стержней с малой кривизной, в форме окружности, полуокружности и четверть окружности.

В инструкциях для вычисления деформации использован принцип виртуальной работы. Можно пользоваться и другими математическими методами.

Устройство FL 170 может быть использовано для проведения практических опытов и в демонстрационных целях.

Технические характеристики следующие:

- стержни 3-х видов (окружность, полуокружность и четверть окружности).

- различные грузы входящие в комплект грузов.

- измерение поперечной и продольной деформаций измерительным прибором.

- для облегчения вычислений площади поперечных сечений стержней и их моменты инерций приняты постоянными.

Приведенные ниже основные понятия не являются полными. Дополнительные сведения можно найти в литературе по специальности.

В изучаемых задачах деформации стержней их кривизна мала, т.е. отношение наибольшего размера их поперечного сечения к радиусу мало. Одним из способов определения перемещения отдельной точки рассматриваемого стержня является **принцип виртуальных перемещений**. Его сущность заключается в том, что при произвольном (виртуальном) перемещении точек стержня сумма работ внешних $\delta W^{(e)}$ и внутренних $\delta W^{(i)}$ сил равна нулю.

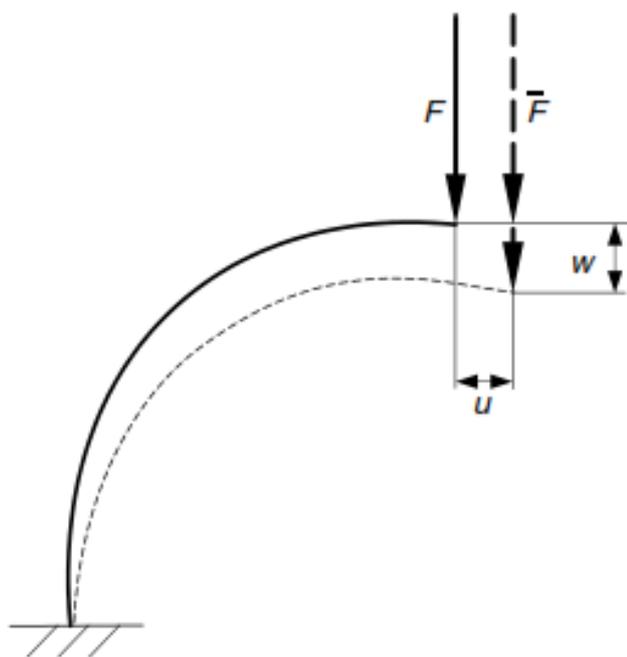


Рис. 1. Принцип виртуальных перемещений

$$\delta W^{(i)} + \delta W^{(e)} \tag{4.1}$$

Если только дополнительную силу $\bar{F} = 1$ принимать как внешнюю силу и реальный сдвиг принимать как виртуальное перемещение, то из (4.1) следует.

$$\bar{F}_W = 1 \cdot W = \int \frac{\overline{MM}_b \cdot M_b}{E \cdot I_y} dS \tag{4.2}$$

Перемещения различных стержней определяются как (w – вертикальное перемещение, u – горизонтальное перемещение).

- стержень в форме четверть окружности.

- w – вертикальное перемещение

$$\dot{W} = \frac{F \cdot r^3 \cdot \pi}{4 \cdot E \cdot I} \cdot K_W \tag{4.3}$$

u – горизонтальное перемещение.

$$u = \frac{F \cdot r^3 \cdot \pi}{2 \cdot E \cdot I} \cdot K_u \tag{4.4}$$

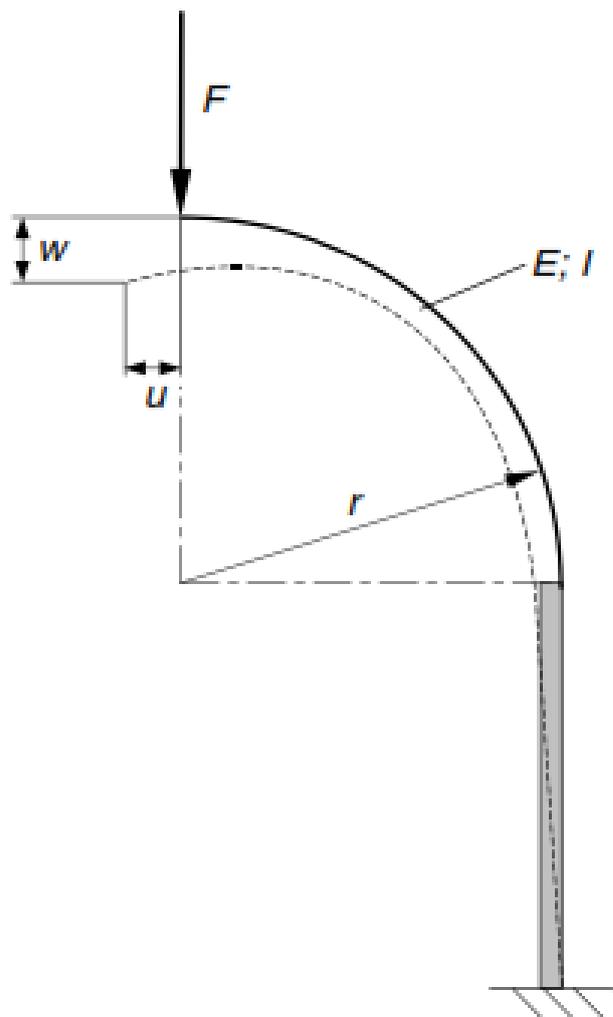


Рис. 2. Стержень в форме четверть окружности

Из-за сдвига блока со шкивом (прикреплен стержень в форме четверть окружности) в горизонтальном и вертикальном направлениях, относительно стойки крепления измерительного прибора, необходимо ввести поправочные коэффициенты. Они для установки FL 170 следующие.

$$K_W = 1.45; K_u = 1.80$$

Данный опыт не обладает полнотой, но предназначен к использованию при проведении индивидуальных опытов. Приведенные опыты являются образцами. Установление индивидуальных компонент в устройства позволяет выработать экспериментальные навыки и провести опыты в других условиях, а также установить более точные закономерности.

Максимальная нагрузка четверть окружность: 100 Н.

Считать значения на стрелочных индикаторов. Различия между значениями без нагрузок и значений с нагрузками яв-

ляются вертикальные и горизонтальные деформации.

Результаты эксперимента.

Ниже сравнены расчетные и опытные результаты.

Проведение опыта

Отрегулируйте измерительные приборы и запишите значения.

Изменяйте значения силы с помощью грузов.

Сведения

Максимальная нагрузка:

окружность; 100 Н

полуокружность; 70 Н

четверть окружности: 100 Н

Считать значения на стрелочных индикаторов. Различия между значениями без нагрузок и значений с нагрузками являются вертикальные и горизонтальные деформации.

Сравнение расчетных и опытных результатов для стержня в форме четверть окружности.

Таблица 1

Сила F, Н	$W_{измер.}$, мм	$W_{расч.}$, мм	Разница, %	$U_{измер.}$, мм	$U_{расч.}$, мм	Разница, %
10	0.4	0.41	2.5	0.38	0.39	2.63
20	1.27	1.37	7.87	0.8	0.82	2.5
50	3.2	3.42	6.87	2.07	2.10	1.45
100	6.58	6.85	4.10	4.35	4.40	1.15

Расчет деформации основывается на теории первого порядка, то есть в предположении недеформированной системы. Теория второго порядка, то есть расчет нагрузки на деформированной системы, не учитывается. По этой причине значения, рассчитанные для деформации ниже, чем измененные значения.

С увеличением значения силы увеличивается и деформация системы. Но это не влияет на расчетные значения деформации. Поэтому, с увеличением значения силы увеличиваются разницы между расчетными и опытными значениями деформации.

Поперечная сечение; $b=20\text{mm}$, $h=5\text{mm}$; Материал St 37, никель.

Модуль упругости ; $E=200000 \text{ N/mm}^2$, Нейтральная ось; $r=150\text{mm}$.

Момент инерции;

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{20 \cdot 5^3}{12} = 280.33 \text{ mm}^4$$

Использованная литература

- Н.С.Бибутов, А.Х.Ҳожиёв,
Х.Р.Рўзиёв,С.М.Хасанов.Материаллар қаршилиги тажриба ишлари Тошкент-2019 йил
- С.А. Буранов.Методические советы по разложение функций многих переменных в ряд тейлора. <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-sovety-po-razlozhenie-funktsiy-mnogih-peremennyh-v-ryad-teylora/viewer0842,2022>.
- S.A. Buronov.Monoton Funktsiyalar mavzusini o'tishda ilg'or pedagogik texnologiyalarni qo'llash. <https://cyberleninka.ru/article/n/monoton-funktsiyalar-mavzusini-tishda-il-or-pedagogik-tehnologiyalarni-llash-a-ida/viewer>
- S.A. Bo'ronov.static and dynamic calculation of strength of pipelines. <https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/2019>
- intellectual determination of the coefficient of oil extraction in the semi-industrial installation of oil-containing material pressing. 197-1592567843.pdf (jcreview.com).
- S.A. Bo'ronov.Analysis of the process of preparation of local soybean seeds for oil. <http://summusjournals.uz/index.php/ijdiie>.
- S.A. Bo'ronov.Metod of finite elements in the calculations of pipelines. Lap Lambert(Academic publishing) 2017.