

УДК 621.762.4

ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ В КОНСОЛЬНОЙ БАЛКЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА КРЕПЛЕНИЯ ТОРЦЕВ КОНСОЛИ

Дудяк А.И., Хвасько В.М., Сахнович А.Д.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрен вопрос напряженно-деформированного состояния консольной балки, состоящей из двух стержней и нагруженной сосредоточенной силой. В правой, подвижной по вертикали, части консольной балки концы прочно соединены между собой на небольшой длине. Установлено, что при таком способе закрепления концов консоли в зоне скрепления возникает сосредоточенный изгибающий момент. В результате этого уменьшаются максимальные нормальные напряжения в наиболее нагруженной части сечений стержней и уменьшаются прогибы сечений.

Ключевые слова: деформация, нормальное напряжение, поперечное сечение, изгибающий момент, упругая линия.

DEFORMATIONS AND STRESSES IN THE CANTILEVER BEAM DEPENDING ON THE METHOD OF ATTACHING BEAM ENDS

Dudjak A., Khvasko V., Sakhnovich A.

Belarussian national technical university
Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The question of the stress-strain state of a cantilever beam consisting of two rods and loaded with a concentrated force is considered. In the right, vertically movable part of the cantilever beam, the ends are firmly connected to each other over a short length. It was found that with this method of fixing the ends of the cantilever, a concentrated bending moment occurs in the bonding zone. As a result, the maximum normal stresses in the most loaded part of the cross-sections of the rods decrease and the deflections of the cross-sections decrease.

Key words: deformation, normal stress, cross section, bending moment, elastic line.

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

Рассмотрим деформацию и возникающие нормальные напряжения в поперечных сечениях консоли, состоящей из двух стержней прямоугольного сечения одинаковой высоты и ширины. Консоль состоит из двух стержней из одинакового материала, не связанных друг с другом какими-либо связями по длине. При деформации такой консоли каждый стержень изгибается самостоятельно под действием силы F (рис. 1). Внешняя сила, приходящаяся на один стержень, равна $F/2$ [1–2].

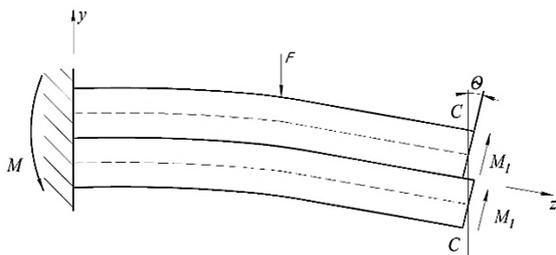


Рисунок 1 – Схема деформированной консоли

Максимальные нормальные напряжения в поперечных сечениях стержней будут равны:

$$\sigma_{max} = \frac{F \cdot \frac{l}{2}}{2W_x} = \frac{Fl}{4W_x}, \quad (1)$$

где $W_x = \frac{bh^2}{6}$ – момент сопротивления сечения одного стержня; b и h – соответственно ширина и высота прямоугольного сечения стержня.

Нейтральные слои стержней проходят через центры тяжести сечений и обозначены пунктирными линиями (рис. 1) на торцах консоли нейтральные слои будут находиться на одной вертикали $C-C$, а торцы консоли повернутся относительно нейтральных слоев на некоторый угол θ , который определяется методом начальных параметров [3]. Исходя из схемы действия сил (рис. 1) угол поворота θ определяется из выражения:

$$E2J_x\theta = R \frac{l^2}{2} - M \cdot l - \frac{F(\frac{l}{2})^2}{2} = -\frac{Fl^2}{8}, \quad (2)$$

или

$$\frac{\theta}{2} = -\frac{Fl^2}{32EJ_x}. \quad (3)$$

Рассмотрим условия приведения торцов стержней в одну плоскость. Для этого необходимо на оба торца стержней воздействовать одинаковыми изгибающими моментами M_1 , которые повернут их на угол $\theta/2$. В результате на консоль из двух стержней будет действовать суммарный изгибающий момент $M_c = 2M_1$.

Рассмотрим методику определения изгибающего момента M_c в прочно соединенных стержнях в зоне A на конце консоли (рис. 2). В заделке будет возникать реактивный изгибающий момент M_B .

Статическое условие равновесия в заделке можно представить следующим уравнением:

$$M_B + M_c - F \frac{l}{2} = 0. \quad (4)$$

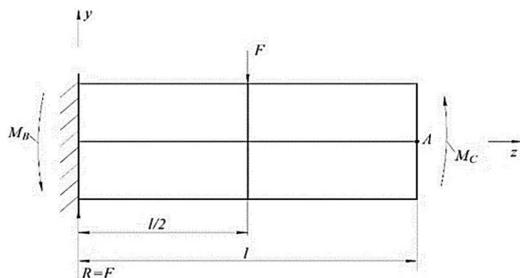


Рисунок 2 – Схема действия сил на консольную балку при прочном соединении стержней в зоне А

При воздействии силы F плоскость торца сечения повернется на угол $\theta/2$, при таком закреплении стержней в зоне А, а торец будет представлять плоскость, образованную двумя торцами стержней. Методом начальных параметров угол поворота торца $\theta/2$ можно представить уравнением:

$$E2J_x \frac{\theta}{2} = R \frac{l^2}{2} - M_B \cdot l - \frac{F(\frac{l}{2})^2}{2} = (\frac{3Fl^2}{8} - M_B l), \quad (5)$$

или

$$\frac{\theta}{2} = \frac{1}{2EJ_x} \left[\frac{3Fl^2}{8} - M_B l \right]. \quad (6)$$

Приравнивая между собой правые части уравнений (3) и (6), будем иметь:

$$\frac{1}{2EJ_x} \left[\frac{3Fl^2}{8} - M_B \cdot l \right] = -\frac{Fl^2}{32EJ_x}. \quad (7)$$

Решая уравнение (7) относительно изгибающего момента M_B , получим:

$$M_B = \frac{7Fl}{16}. \quad (8)$$

Рассматривая совместно полученное уравнение (8) и уравнение статического равновесия (4), будем иметь:

$$M_C = \frac{Fl}{16}. \quad (9)$$

Максимальные нормальные напряжения в поперечных сечениях такой консоли будут возникать в окрестности заделки и равны:

$$\sigma_{max} = \frac{M_B}{2W_x} = \frac{7Fl}{32W_x}. \quad (10)$$

Из сравнения напряжений в стержнях со свободными концами консоли (1) и с жестко закрепленными между собой концами такой же консоли (10) следует, что скрепление концов способствует снижению максимальных напряжений.

Литература

1. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – М.: Наука, 1972. – 541 с.
2. Писаренко, Г. С. Сопротивление материалов / Г. С. Писаренко, А. Л. Квитка. – Киев: Техника, 1967. – 783 с.
3. Татур, Г. К. Общий курс сопротивления материалов / Г. К. Татур. – Минск: «Вышэйшая школа», 1974. – 462 с.

УДК 621.31/36

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ковалёнок А.А., Коробко Ю.С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы обеспечения единства измерений при калибровке средств измерения температуры – обеспечение метрологической прослеживаемости. На основании поверочной схемы разработана методика калибровки термометров определенного типа и предложена схема метрологической прослеживаемости калибровки. Разработан вариант реализации рабочего места для проведения калибровок.

Ключевые слова: температура, измерение, калибровка, метод калибровки, метрологическая прослеживаемость, рабочее место калибровщика.

ENSURING METROLOGICAL TRACEABILITY OF CALIBRATION OF TEMPERATURE MEASURING INSTRUMENTS

Kovalyonok A., Korobko Yu.

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Topical issues of ensuring the uniformity of measurements during calibration of temperature measuring instruments – ensuring metrological traceability are considered. On the basis of the calibration scheme, a method for calibrating thermometers of a certain type has been developed and a scheme for metrological traceability of calibration has been proposed. A variant of the workplace implementation for calibrations has been developed.

Key words: temperature, measurement, calibration, calibration method, metrological traceability, calibrator's workplace.

Адрес для переписки: Коробко Ю.С., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: korobko.u@bntu.by