

УДК 539.413 (07)
ББК 30.121 я7
Ф 91

Рецензент
доцент П.Н. Ельчанинов

Ф 91 **Фролова О.А.**
Изгиб с кручением: методические указания к выполнению
расчетно-проектировочной работы /О.А. Фролова,
В.С. Гарипов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. - 63 с.

В методических указаниях по сопротивлению материалов приведены основные сведения из теории, варианты заданий к расчетно-проектировочной работе и примеры решения типовых задач с пояснениями.

Методические указания предназначены для выполнения расчетно-проектировочной работы для студентов инженерных специальностей.

ББК 30.121 я 7

© Фролова О.А.,
Гарипов В.С., 2009
© ГОУ ОГУ, 2009

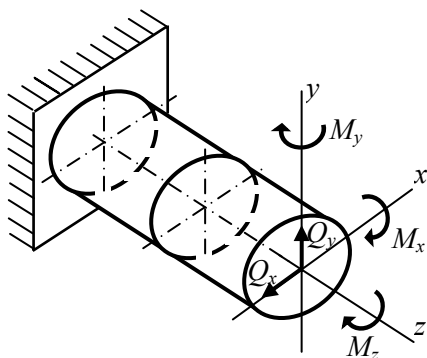
Содержание

1	Основные сведения из теории.....	4
1.1	Основные понятия.....	4
1.2	Механические передачи.....	9
1.2.1	Валы.....	9
1.2.2	Виды механических передач.....	11
1.2.3	Силы зацепления.....	15
2	Задания к расчетно-проектировочной работе.....	18
2.1	Расчетно-проектировочная работа «Расчет прямого вала по условию статической прочности на совместное действие изгиба и кручения».....	19
2.1.1	Задача №1.....	19
2.1.2	Задача №2.....	23
2.1.3	Задача №3.....	32
3	Пример выполнения расчетно-проектировочной работы «Расчет прямого вала по условию статической прочности на совместное действие изгиба и кручения».....	36
3.1	Задача № 1.....	36
3.2	Задача № 2.....	41
3.3	Задача № 3.....	52
4	Литература, рекомендуемая для изучения темы	63

1. Основные сведения из теории

1.1 Основные понятия

При совместном действии изгиба и кручения в поперечном сечении стержня возникают следующие силовые факторы: крутящий момент, изгибающие моменты и поперечные силы (рисунок 1.1)



M_z - крутящий момент;
 M_x, M_y - изгибающие моменты;
 Q_y, Q_x - поперечные силы.

Рисунок 1.1 – Внутренние силовые факторы

Результирующий изгибающий момент M_u , $H \cdot m$, определяется по формуле:

$$M_u = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}, \quad (1)$$

где M_x – изгибающий момент в вертикальной плоскости, $H \cdot m$;
 M_y – изгибающий момент в горизонтальной плоскости, $H \cdot m$.

В любом поперечном сечении возникают одновременно нормальные напряжения от изгиба в двух плоскостях и касательные напряжения от кручения и изгиба.

Результирующие нормальные напряжения σ_u от изгиба и касательные напряжения τ_k от кручения распределяются по круглому поперечному сечению по линейному закону, достигая соответственно наибольших значений в точках поверхностных слоев стержня (рисунок 1.2).

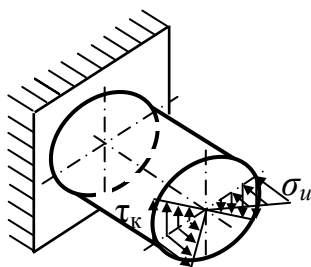


Рисунок 1.2 – Эпюры распределения напряжений по поперечному сечению стержня

Влиянием на прочность вала поперечных сил Q_y и Q_x пренебрегают, так как соответствующие им касательные напряжения невелики по сравнению с касательными напряжениями от кручения и нормальными напряжениями от изгиба.

Наибольшие нормальные напряжения σ_u^{max} , Па ($1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$) от изгиба определяются по формуле:

$$\sigma_{u \text{ max}} = \frac{M_u}{W} = \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{W}, \quad (2)$$

где M_x и M_y – изгибающие моменты, Н·м;

W – осевой момент сопротивления сечения (для круглого сечения $W = W_x = W_y$), м^3 .

Наибольшие касательные напряжения τ_k^{max} , Па от кручения определяются по формуле:

$$\tau_{k \text{ max}} = \frac{M_z}{W_p} = \frac{M_z}{2W}, \quad (3)$$

где M_z – крутящий момент, Н·м;

W_p – полярный момент инерции сечения ($W_p = 2W$), м^3 .

Опасное сечение стержня устанавливается путем построения эпюр крутящих моментов M_z и изгибающих моментов M_x и M_y . Опасным сечением будет то сечение, в котором одновременно возникают наибольшие крутящий M_z и результирующий изгибающий момент M_u при постоянном сечении по длине стержня. Для стержней, имеющих ступенчато-переменное сечение, опасным сечением является то сечение, в котором возникают наибольшие нормальные напряжения.

Опасными точками опасного сечения стержня являются точки, в которых одновременно и нормальные напряжения от изгиба и касательные напряжения от кручения имеют наибольшие значения, - это точки поверхности стержня.

Выделим у поверхности стержня элементарный объем в виде прямоугольного параллелепипеда (рисунок 1.3). На гранях кубика, совпадающих с поперечными сечениями, возникают наибольшие нормальные напряжения σ_u^{max} и наибольшие касательные напряжения τ_k^{max} .

Согласно закону парности касательных напряжений, на двух гранях кубика, параллельных оси вала, возникают наибольшие касательные напряжения τ_k^{max} . Две грани свободны от напряжений.

Таким образом, при изгибе с кручением элемент в опасной точке находится в плоском напряженном состоянии.

Расчет элементов конструкций, испытывающих одновременное действие изгиба и кручения, на прочность производится по эквивалентному напряжению с применением теорий прочности.