

УДК 539.414 (07)

ББК 30.121 я7

Ф 91

Рецензент

доцент П.Н. Ельчанинов

Ф 91

**Фролова О.А.**

**Кручение стержня: методические указания к выполнению  
расчетно-проектировочной работы /О.А. Фролова, В.С. Гарипов.  
- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. -50 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. Крутящий момент.....	4
1.2 Напряжения и деформации при кручении стержня круглого поперечного сечения.....	6
1.3 Виды расчетов на прочность и жесткость.....	12
1.4 Анализ напряженного состояния и разрушения при кручении.....	17
1.5 Кручение прямого стержня некруглого поперечного сечения.....	18
2. Задания к расчетно-проектировочной работе.....	21
2.1 Расчетно-проектировочная работа «Расчет на прочность и жесткость стержня при кручении».....	21
2.1.1 Задача №1.....	21
2.1.2 Задача №2.....	26
3. Пример выполнения расчетно-проектировочной работы работа «Расчет на прочность и жесткость стержня при кручении».....	31
3.1 Задача №1.....	31
3.2 Задача №2.....	40
4. Литература, рекомендуемая для изучения темы .....	48
Приложение А Размеры поперечных сечений круглых стержней .....	49

# 1. Основные сведения из теории

## 1.1 Основные понятия. Крутящий момент

**Кручение** – это такой вид нагружения, при котором в поперечном сечении бруса при приложении внешних крутящих моментов возникает только один внутренний силовой фактор – **крутящий момент  $M_z$** .

Для определения крутящего момента  $M_z$ , возникающего в поперечном сечении стержня применяют метод сечений. Мысленно рассекаем стержень плоскостью  $\alpha$ , перпендикулярной к его оси, на две части и рассматриваем равновесие одной из них (рисунок 1.1).

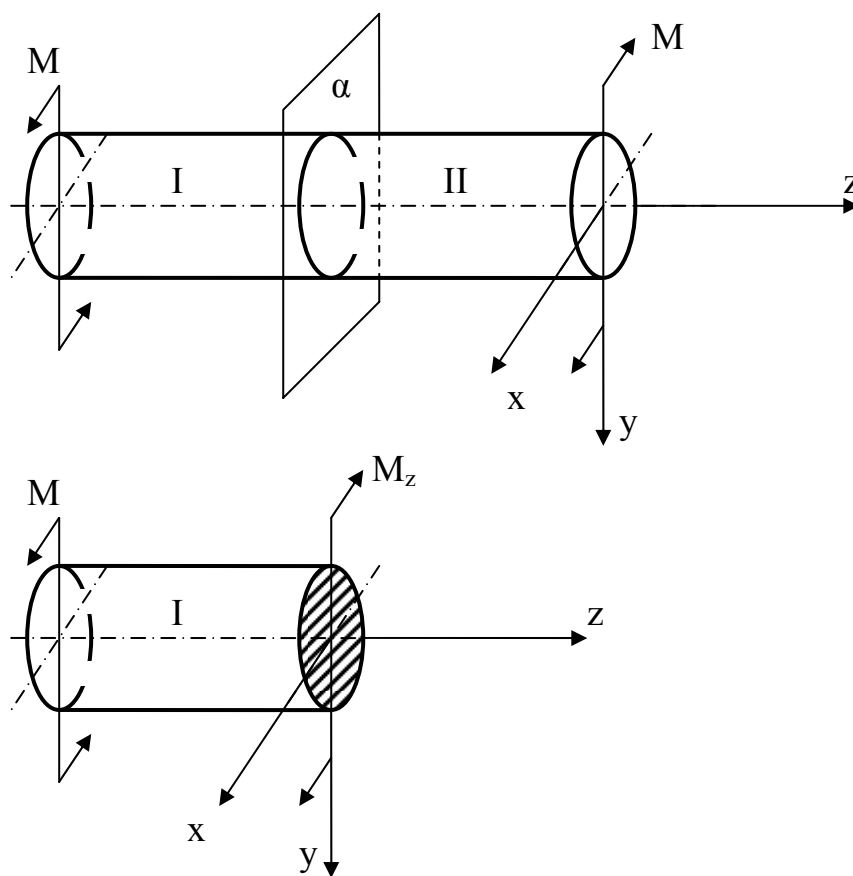


Рисунок 1.1

Крутящий момент  $M_z$ , Н·м, в произвольном поперечном сечении стержня численно равен алгебраической сумме внешних крутящих моментов, действующих на стержень по одну сторону от сечения:

$$M_z = \sum_{i=1}^n M_i. \quad (1)$$

Знак крутящего момента физического смысла не имеет и общепринятого правила знаков не существует. Однако иногда для удобства построения эпюры крутящего момента внешние крутящие моменты подставляют в формулу (1) в

соответствии с правилом знаков: если наблюдатель смотрит на поперечное сечение со стороны внешней нормали и видит внешний крутящий момент  $M$  направленным против часовой стрелки, то его значение подставляют в формулу со знаком «+»; если наблюдатель смотрит на поперечное сечение со стороны внешней нормали и видит внешний крутящий момент  $M$  направленным по часовой стрелке, то его значение подставляют в формулу со знаком «-» (рисунок 1.2 а, б).

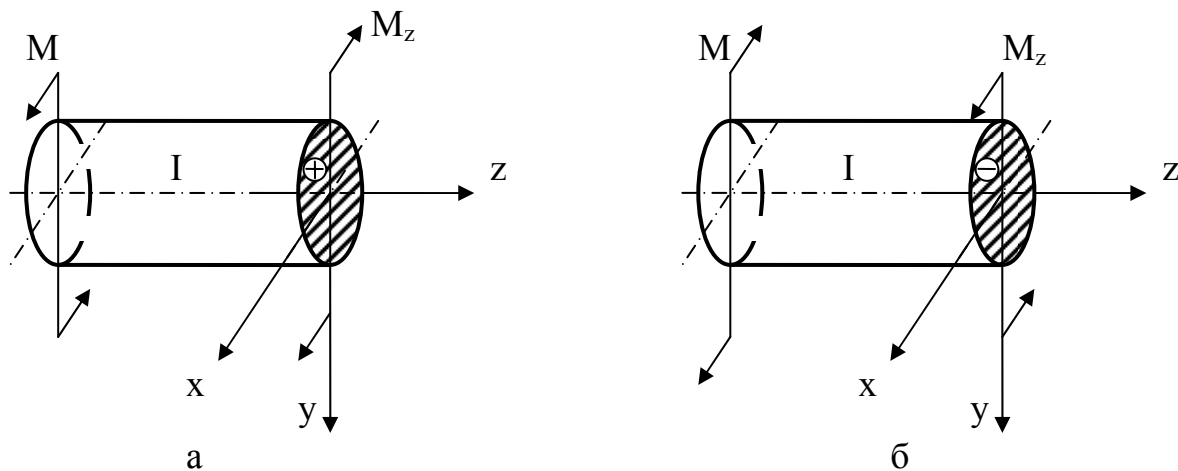


Рисунок 1.2

Изменение крутящих моментов по длине стержня изображается графически путем построения *эпюры крутящих моментов*.

Деформации кручения подвергаются многие элементы различных конструкций и деталей машин: валы различных приводных устройств, трансмиссионные валы, пружины, болты, вертолетные лопасти, лопатки вращающихся деталей. Однако на практике чаще всего встречается одновременное действие кручения и изгиба. При относительно небольших изгибающих моментах деформацию изгиба можно не учитывать и рассчитывать стержень только на кручение.

Валы – детали, предназначенные для передачи крутящего момента вдоль своей оси и поддержания вращающихся деталей машин: зубчатых колес, шкивов, звездочек.

Известно, что крутящий момент  $M$  определяется по формуле:

$$M = \frac{P}{\omega}, \quad (2)$$

где  $P$  – мощность вала;

$\omega$  – угловая скорость вращения вала.

Если вал делает в минуту  $n$  оборотов, то угол поворота вала за  $1$  с, выраженный в радианах, равен  $\frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$ .

Тогда угловая скорость вала  $\omega$ , рад/с: