

# Калужский филиал ПГУПС

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических занятий

по учебной дисциплине

Техническая механика

программы подготовки специалистов среднего звена

по специальности СПО

*23.02.06. «Техническая эксплуатация подвижного*

*состава железных дорог»*

Базовая подготовка

***ТЕМА: Выполнение расчетов на прочность при растяжении и сжатии.***

Составил: преподаватель Степанян М.Г.

2016

**одобрено**

**цикловой комиссией  
общепрофессиональных  
дисциплин**

\_\_\_\_\_  
**Председатель \_\_\_\_\_ В.В. Куприянова**

**Пр. № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2015г.**

**Зам. директора филиала по УМР**

\_\_\_\_\_ **Г. Е. Калинкина**

**« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015г.**

**Разработчик:**

**Калужский филиал МИИТ**

**преподаватель М. Г. Степанян**

## Содержание

1. Введение	2
2. Краткие теоретические сведения.	2
3. Последовательность решения задачи	5
4. Литература.	5

## 1. Введение

Методическое пособие предназначено для проведения практического занятия: Выполнение расчетов на прочность при растяжении и сжатии. Для проведения практического занятия студенты должны предварительно подготовиться к проведению занятия: повторить теоретический материал, изучить содержание работы и порядок ее выполнения. После окончания практического занятия необходимо составить отчет, защитить его и получить оценку преподавателя.

## 2. Краткие теоретические сведения.

При проектировании элемента конструкции необходимо определить размеры, обеспечивающие его безопасную работу при заданных нагрузках. Для успешного решения этой задачи необходимо исходить из того, чтобы наибольшее расчетное напряжение в поперечном сечении элемента конструкции, возникшее при заданной нагрузке, было ниже того предельного напряжения, при котором возникает опасность появления пластической деформации или опасность разрушения.

Вид нагружения бруса, при котором в его поперечных сечениях возникает только один внутренний силовой фактор – нормальная сила  $N$ , называется **растяжением или сжатием**.

**Брус растянут**, если внешняя сила  $F$ , приложенная к его концам действует вдоль оси бруса и направлена в стороны от бруса.

**Брус сжат**, если внешняя сила  $F$ , приложенная к его концам действует вдоль оси бруса и направлена к брусам.

При таких нагружениях в поперечных сечениях бруса действует только продольная сила  $N$  (Н, кН).

Для нахождения нормальной силы  $N$  необходимо воспользоваться **правилом знаков**:

Проекции внешних сил, направленных от сечения – положительны.  
Проекции внешних сил, направленных к сечению – отрицательны.

2

Если в результате алгебраического сложения проекций внешних сил получилось, что  $N > 0$ , то нормальная сила  $N$  направлена от сечения и брус в этом сечении испытывает растяжение.

При значении  $N < 0$  нормальная сила  $N$  направлена к сечению и брус испытывает сжатие.

$$N = \sum F_{kx} = F$$

**Определение нормальных напряжений  $\sigma$**  в поперечных сечениях бруса.  
Нормальная сила  $N$  является равнодействующей внутренних сил в поперечном сечении.

Нормальное напряжение  $\sigma$  направлено также как и нормальная сила: при растяжении – от сечения, при сжатии - к сечению.

$\sigma = N/A$  (Па, МПа)  $1 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ Па}$ ,  $1 \text{ Мпа} = 10^6 \text{ Па}$ , где

$N$  - нормальная сила,

$A$  - площадь поперечного сечения бруса.

**Определение удлинений ступеней бруса:**

$$\Delta L = \sigma \cdot L / E \text{ (мм)},$$

$$\Delta L = \sigma \cdot L / E \cdot A, \text{ где}$$

$L$  – длина ступени бруса,

$A$  – площадь поперечного сечения бруса.

$E$  – модуль упругости ( Па, Мпа)

Произведение  $E \cdot A$  – называется жесткостью сечения бруса при растяжении или сжатии.

**Определение полного удлинения бруса, т.е. перемещение свободного конца бруса.**

Перемещение в заделке равно нулю, т.е.  $\lambda_3 = 0$ , перемещение крайнего сечения к заделке равно крайнему к заделке удлинению ступени бруса, удлинение следующего сечения равно сумме предыдущего перемещения и следующего удлинения ступени бруса и так до конца бруса. Если результат

сложения получился больше 0, то брус удлиняется, если меньше 0, то брус укорачивается.

3

### Расчеты на прочность

$S = \sigma_{\text{пред}} / \sigma_{\text{расч.}}$  – коэффициент запаса прочности

$s \geq [s]$  – условие прочности элемента конструкции

$$\sigma_{\text{пред}} / [s] = [\sigma]$$

$\sigma \leq [\sigma]$  – условие прочности элемента конструкции

Для пластических материалов, как при растяжении, так и при сжатии

предельным напряжением является предел текучести  $\sigma_{\text{пред}} = \sigma_{\text{T}}$ , поэтому

для них допускаемое напряжение получают, исходя из предела текучести  $\sigma_{\text{T}}$

$$\sigma_{\text{T}} / [s] = [\sigma],$$

$$[s] = 1.4 \dots 2.$$

Для хрупких материалов допускаемое напряжение растяжения

$[\sigma_{\text{р.}}]$  и допускаемое напряжение сжатия  $[\sigma_{\text{с.}}]$  получают, исходя из пределов прочности  $[\sigma_{\text{вр.}}]$  или  $[\sigma_{\text{вс.}}]$ :

$$[\sigma_{\text{р.}}] = \sigma_{\text{вр}} / [s] \text{ и } [\sigma_{\text{с.}}] = \sigma_{\text{вс}} / [s],$$

$$[s] = 2,5 \dots 5, \text{ а иногда и выше}$$

Условие прочности при растяжении (сжатии)

$$\sigma = N/A \leq [\sigma]$$

В тех случаях, когда при переходе от одного сечения к другому нормальная сила  $N$ , нормальное напряжение  $\sigma$  и перемещение сечений  $\lambda$  изменяются, строят графики изменений  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\lambda$  по длине. Такие графики называются эпюрами.

**Последовательность решения задачи**

1. Разделим брус на сечения по количеству внешних сил и определим нормальные силы на каждом сечении.
2. Определим значение нормальных напряжений в поперечных сечениях бруса.
3. Определим перемещение свободного конца бруса, предварительно определив удлинение ступеней бруса
4. Строим эпюры **N,  $\sigma$ ,  $\lambda$** , соблюдая масштаб.
5. Проводим расчеты на прочность, исходя из условия прочности конструкции.

**• Литература:**

1. Архуша А.И. Техническая механика. Высшая школа 1983
2. Архуша А.И. Руководство к решению задач по технической механике.  
Высшая школа 1971
3. Сборник задач по технической механике под ред. Г.М. Ицковича.  
Судостроение 1973

