

Дата **28.11.2022.** Группа: ХКМ 2/1. Курс второй. Семестр:3

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Растяжение и сжатие

Цель занятия:

–*методическая*– совершенствование методики проведения лекционного занятия; сочетание инновационных методов обучения с традиционной методикой преподавания;

–*учебная*– дать представление студентам о растяжение и сжатии, внутренних силовых факторах, напряжении;

–*воспитательная*– воспитывать культуру общения с использованием специальной терминологии, усидчивость, внимательность, графические и аналитические способности, чувство гордости за выбранную профессию.

Вид занятия: лекция

Форма проведения занятия: объяснительно - иллюстративная

Междисциплинарные связи:

Обеспечивающие: Инженерная графика, Физика, Математика

Обеспечиваемые: Техническая механика, Детали машин, Курсовое и дипломное проектирование,

Рекомендуемая литература

Основная литература:

- 1.Никитин Е.М.Теоретическая механика для техникумов. М.: Высшая школа, 2014
- 2.Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.
3. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2013.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.

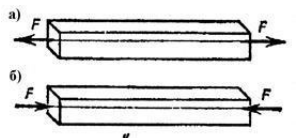
Тема: Растяжение и сжатие (6 часов)

1. Растяжение и сжатие. Внутренние силовые факторы, напряжение.
2. Продольные и поперечные деформации.
3. Закон Гука. Коэффициент Пуассона
4. Построение эпюр. Эпюры продольных сил.
5. Эпюры нормальных напряжений.
6. Определение осевых перемещений поперечных сечений бруса.
7. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов.
8. Коэффициент запаса прочности.
9. Условие прочности, расчёты на прочность.

1. Растяжение и сжатие. Внутренние силовые факторы, напряжение

Растяжение и сжатие – это наиболее простые и часто встречающиеся виды деформации, поэтому изучение курса сопромата начинается именно с изучения этих видов деформации.

Растяжение и сжатие – такой вид нагружения, при котором в поперечном сечении стержня возникают только нормальные силы N , а все остальные внутренние силовые факторы (поперечные силы, крутящий и изгибающий моменты) равны нулю. Прямой брус, работающий на растяжение – сжатие, называется *стержнем*. Продольная сила направлена вдоль оси и удерживает стержень от разрушения.



Брус растянут, если внешние силы F , приложенные к его концам, действуют вдоль бруса и направлены в стороны от бруса. При действии осевых нагрузок F , направленных к брусу, он сжат.

Процессы, которые происходят при растяжении и сжатии в большинстве случаев являются идентичными. Поэтому эти противоположные виды — растяжение и сжатие — описывают одними и теми же математическими зависимостями и объединяют в один вид деформаций под названием растяжение–сжатие. При этом всё, что касается растяжения (силы, напряжения, деформации и т.п.), имеет знак «+», а то, что касается сжатия — знак «-».

К внутренним силовым факторам в поперечном сечении бруса относятся внутренние силы и напряжения.

Внутренние силы при растяжении-сжатии.

Центральное растяжение-сжатие возникает в случае, когда на концах стержня вдоль его оси действуют две равные противоположно направленные силы.

При определении внутренних продольных сил при простом нагружении (брус однороден) используют *метод сечений*. Суть метода: рассечём стержень плоскостью (рис.1,в,г) и отбросим, например, его левую часть. Для уравнивания внешней силы F достаточно в сечении приложить только один внутренний силовой фактор (ВСФ) – нормальную силу N . Из условий равновесия отсеченной части стержня $N=F$.

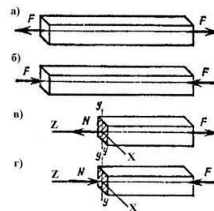


Рисунок 1- Суть метода сечений

В тех случаях, когда при переходе от одного сечения к другому нормальная сила изменяется, строят график изменения значения нормальной силы N по его длине. Такие графики называются *эпюрами*. Эпюра необходима для расчета бруса на прочность. Она позволяет быстро находить опасные сечения, т.е. сечения, где продольная сила достигает наибольших абсолютных значений.

Построение эпюр нормальных сил мы рассмотрим на следующем занятии.

Действующие и допускаемые напряжения

Переходим теперь к определению напряжений в поперечных сечениях бруса.

Эта задача решается с помощью *гипотезы плоских сечений* Якоба Бернулли (шведский ученый 1654-1705). *Зарисовать в рабочей тетради*. Применительно к рассматриваемому виду нагружения гипотеза гласит: сечение бруса, плоское и перпендикулярное оси до нагружения (рис.2,а), остается таким же и при нагружении (рис.2,б).

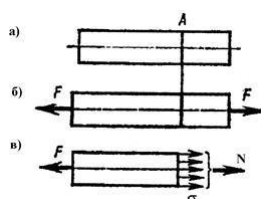


Рисунок 2-Гипотеза плоских сечений

Исходя из того, что в растянутом (сжатом) брусе поперечные сечения остаются параллельными друг другу, естественно предположить, что внутренние силы распределены по сечению равномерно (рис.2,в), а так как нормальная сила N является равнодействующей внутренних сил в поперечном сечении, нормальное напряжение в любой точке сечения

$$\sigma = N / A,$$

где A – площадь поперечного сечения.

Напряжения – это внутренние силы, приходящиеся на единицу площади сечения. Напряжения, направленные перпендикулярно (по нормали) к сечению называются нормальными.

Единицы измерения напряжений - Па, кПа, МПа [$\text{Н/мм}^2 = \text{МПа}$]. Знаки напряжений принимают такие же, как и для продольной силы.

Действующие напряжения - напряжения, которые возникают в рассматриваемом сечении.

Любой стержень в момент разрушения имеет определенные напряжения, которые зависят только от материала стержня и не зависят от площади сечения.

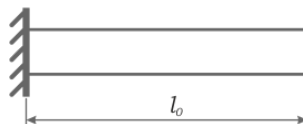
Допускаемые напряжения $[\sigma]$ – такие напряжения, которые не должны быть превышены в запроектированных конструкциях. Допустимые напряжения зависят от прочности материала, характера его разрушения, степени ответственности конструкции.

Если нормальные напряжения в разных сечениях бруса не одинаковы либо из-за изменения нормальных сил вдоль оси бруса, либо из-за изменения площади поперечных сечений, то строят эпюру нормальных напряжений (эпюру σ).

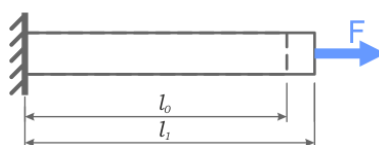
2.Продольные и поперечные деформации

Абсолютная и относительная деформация

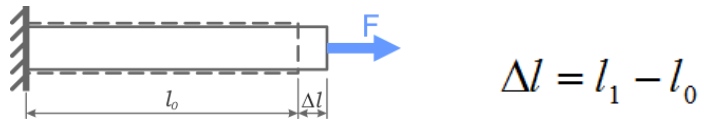
Рассмотрим прямой стержень, длину которого до нагружения обозначим как l_0 .



После приложения к стержню продольной растягивающей силы F его длина увеличится до некоторого значения l_1 .



Разность между конечным и начальным продольными размерами стержня - одна из его *абсолютных деформаций* при растяжении.



Единица измерения абсолютных деформаций: линейные – метр [м] или миллиметр [мм].

Отношение величины абсолютных деформаций к соответствующим начальным размерам тела называют *относительными деформациями*.

Другими словами относительные деформации показывают насколько изменился размер тела в сравнении с его размерами до нагружения.

При растяжении (сжатии) прямого стержня его относительное удлинение ε находится отношением абсолютного удлинения Δl к начальной длине l_0 .

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{или} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$$

Одновременно с продольной деформацией, при действии на брус сжимающей или растягивающей силы, наблюдается также поперечная деформация. При сжатии бруса его поперечные размеры увеличиваются, а при растяжении – уменьшаются.

Относительная поперечная деформация

$$\varepsilon' = \frac{\Delta h}{h_0} \quad \text{или} \quad \varepsilon' = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\%$$

где Δh – абсолютная поперечная деформация,

Δh_0 – начальный поперечный размер (до деформации).

Измеряется в единицах или процентах (%).

Если поперечный размер бруса до приложения к нему сжимающих сил F обозначить h , а после приложения этих сил $h + \Delta h$ (рис.3), то величина Δh будет обозначать абсолютную поперечную деформацию бруса

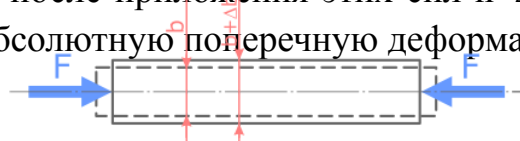


Рисунок 3 - Абсолютная поперечная деформация бруса

Отношение $\Delta h/h_0$ является относительной поперечной деформацией и обозначается как ε' .

3. Закон Гука. Коэффициент Пуассона

Опыт показывает, что при напряжениях, не превышающих предела упругости относительная поперечная деформация ε' прямо пропорциональна относительной продольной деформации ε , но имеет обратный знак:

$$\varepsilon' = -\mu \varepsilon$$

Коэффициент пропорциональности μ зависит от материала бруса. Он называется коэффициентом поперечной деформации или коэффициентом Пуассона. Представляет собой отношение относительной поперечной деформации к относительной продольной, взятое по абсолютной величине (модулю), т.е.

$$\mu = |\varepsilon' / \varepsilon|$$

Коэффициент Пуассона μ характеризует упругие свойства материала и определяется экспериментально. Для различных материалов он изменяется от нуля (для пробкового дерева) до 0,5 (для резины, парафина). Для металлов значения μ лежат в пределах 0,25 – 0,35.

Модуль Юнга (модуль упругости I рода, модуль продольной упругости) – механическая характеристика материалов, определяющая их способность сопротивляться продольным деформациям. Показывает степень жесткости материала. Назван в честь английского ученого Томаса Юнга.

Обозначается латинской прописной буквой E .

Единица измерения – Паскаль [Па].

В пределах упругих деформаций между нормальным напряжением и продольной деформацией существует прямо пропорциональная зависимость, носящая название *закона Гука*.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon,$$

где σ — нормальные напряжения,

E — модуль упругости I рода,

ε — относительные деформации.

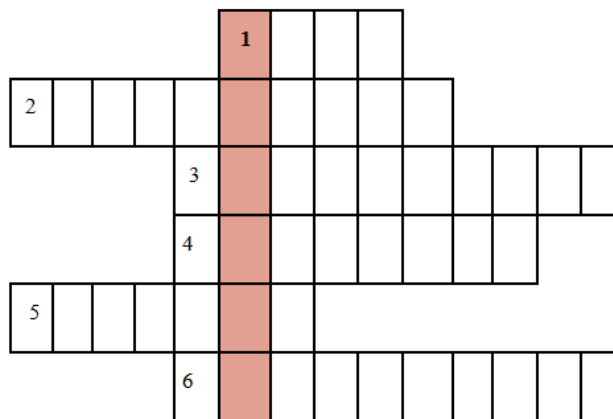
Коэффициент пропорциональности E называется модулем упругости, и его значение выражается, как и напряжение в МПа.

Закон Гука гласит: при одних и тех же значениях нормального напряжения в поперечных сечениях брусков их продольные деформации тем меньше, чем больше модуль упругости.

Контрольные вопросы

1. **Задача.** Проволока длиной 5,4 м под действием нагрузки удлинилась на 2,7 мм. Определить абсолютное и относительное удлинение проволоки.
2. Решить кроссворд

Кроссворд



По горизонтали:

1. Векторная величина, характеризующая взаимодействие между телами
2. Вид деформации, при котором в поперечном сечении бруса возникает один внутренний фактор - продольная сила
3. Величина, численно равная внутреннему силовому фактору, действующему на единицу геометрической характеристики сечения
4. Прямой брус, работающий на растяжение – сжатие, называется
5. Для определения величины и направления внутренних сил упругости используют метод
6. Изменение формы и размеров тела под действием нагрузки
- 7.

Ключевое слово по вертикали будет зачтенным ответом.

Задание для самостоятельной работы:

1. Краткий конспект лекции (определения)
2. Ответить письменно на контрольные вопросы
3. Фотографии отчета прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографиях сверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **28.11.2022**, группа ХКМ 2/1, Техническая механика».