Ув. студенты! Ознакомиться с лекционным материалом и ответить на контрольные вопросы письменно. Ответы на контрольные вопросы предоставить до **02.02** на электронный адрес преподавателя vika-lnr@mail.ru

Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

ЛЕКЦИЯ

Тема: Основные положения сопротивления материалов

Цель: изучение положений сопротивления материалов

План

1 Основные задачи сопротивления материалов

2 Силы и деформации

3 Основные гипотезы и допущения

Список использованных источников:

1 Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. - М: Высшая школа, 1989

2 Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. - М: Высшая школа, 1986

3 Эрдеди А.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования/ А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди - 9-е изд., стер.- М.- : Издательский центр «Академия», 2008.-320с.

1 Основные задачи сопротивления материалов

Во время эксплуатации машин и сооружений их конструктивные элементы испытать силовых нагрузок разнообразнейшего происхождения. Силовая нагрузка может быть приложена или непосредственно к конструктивному элементу, или передаваться через связанные с ним соседние элементы. Воспринимая силовые нагрузки, машины и сооружения должны отвечать целому ряду требований: быть надежными, трудоспособными, технологическими, экономическими.

Требования надежности по критериям прочности, жесткости и износоустойчивости, с одной стороны, и экономичности, с другой - часто

противоречат одна одной. Нередко надежность конструкции требует увеличения ее размеров, а экономичность - уменьшение материалоемкости. Такие противоречивые задачи в процессе изготовления и эксплуатации машин и сооружений невозможно выполнить без специальных знаний, которые дает дисциплина "Сопротивление материалов".

Сопротивление материалов *— это наука об инженерных методах расчета на прочность, жесткость и стойкость элементов конструкций машин и сооружений.* Путем расчета сопротивление материалов дает возможность подобрать оптимальные форму и размеры элементов конструкций и обеспечить прочность конструкции в целом. *Под* ***прочностью*** *понимают способность конструктивных элементов, не разрушаясь, оказывать сопротивление силовой нагрузке.*

Тем не менее прочность конструкции еще не гарантирует ее надежности. В целом конструкция может не разрушаться, однако под действием внешних влияний некоторые ее элементы могут деформироваться так, что дальнейшее использование конструкции становится невозможным. Итак, конструкцию следует рассчитывать и на ограничение деформаций, вследствие которых могут возникнуть перекосы, заклинивания и т.п.. Поэтому расчеты необходимо проводить и на жесткость.

Жесткость *— это способность элементов конструкций машин и сооружений противодействовать внешним силам с точки зрения допустимых изменений размеров и формы, т.е. деформации.*

Некоторые элементы конструкций имеют особую форму и работают под действием характерных нагрузок, например тонкие и длинные стержни при сжатии, тонкостенные цилиндрические конструкции и т.п.. Такие конструкции под нагрузкой без любых внешних причин могут внезапно терять упругое равновесие (или стойкость). После потери равновесия процесс разрушения происходит так быстро, что уже становится невозможным отвернуть катастрофу. Потеря стойкости может происходить под действием сил, намного меньше допустимых из расчетов на прочность и жесткость. Поэтому некоторые элементы конструкций следует специально рассчитывать на стойкость. *Под* ***стойкостью*** *понимают способность элементов конструкций сохранять положение упругого равновесия под действием внешних сил.*

Некоторые элементы машин и сооружений работают в условиях, когда приложенные силы периодически изменяются во времени. Вследствие такой периодически-сменной нагрузки в материалах накапливается усталость. Утомительное разрушение является особенно опасным, поскольку происходит внезапно. Поэтому необходимо проводить расчеты некоторых

деталей машин и элементов сооружений с учетом циклически-переменных нагрузок.

Сопротивление материалов и является той инженерной наукой, в которой на основе экспериментальных данных о свойствах материалов и законов теоретической механики и высшей математики рассматриваются общие методы расчета рациональных размеров и форм элементов машин и сооружений с учетом действующих на них нагрузок. Тем не менее сопротивление материалов не исчерпывает всех вопросов расчета на прочность, жесткость и стойкость, поскольку является составной частью более общей науки - прикладной механики.

Сопротивление материалов является первым разделом в цикле общетехнических дисциплин, которые служат базой для изучения специальных дисциплин.

Целью его изучения есть получения знаний об инженерных методах расчета типовых элементов машин и сооружений на прочность, жесткость и стойкость.

2 Силы и деформации

Реальный объект и расчетная схема

Расчет на прочность реального элемента конструкции начинают из выбора расчетной схемы. При этом отбрасывают все те факторы, которые незначительно влияют на работу элемента конструкции, оставляя только те, которые имеют существенное влияние на его трудоспособность. Выбор расчетной схемы связан со схематизацией свойств материалов элементов конструкций.

Материалы будем считать *сплошными, однородными, изотропными и упругими.*

Сплошной — материал, который сплошь заполняет всю форму тела.

Однородный и изотропный — материал, который во время деформирования во всех точках и по всем направлениям имеет одинаковые свойства.

Упругий — материал, который восстанавливает свою форму при снятии сил, которые действовали на него. Практически все материалы владеют этим свойством.

$$\begin{cases} \sum X = 0; \ \sum Y = 0; \ \sum Z = 0; \\ \sum M_x = 0; \ \sum M_y = 0; \ \sum M_z = 0. \end{cases}$$

Силы и деформации

Силы бывают внешние и внутренние.

Внешние силы — это силы, которые действуют на данное тело со стороны других тел. Если внешние силы распределены по всему объему тела — то это *объемные силы,* а если по поверхности тела — *поверхностные силы.* Система внешних сил называется *нагрузкам.* Нагрузки бывают статическими и динамическими. *Статическая* — это такая нагрузка, при действии которой в теле не возникает ускорений движения его точек, или они очень малы и ими можно презреть. *Динамическими* называют нагрузки, при которых возникают значительные ускорения и связанные с ними *силы инерции. Единицы силы* в международной системе единиц (СИ): ньютон (Н), килоньютон (1 кН=10^3 Н) и меганьютон (1 МН=10^6 Н).

Внутренние силы — это силы, которые возникают внутри данного тела под действием внешних сил.

Под действием приложенных к телу нагрузок оно изменяет свои размеры и форму, т.е. деформируется. Деформации бывают упругими и пластическими. *Упругой* называется деформация тела, которая исчезает после прекращения действия нагрузки. *Пластическая* деформация остается в теле после снятия нагрузки. При нормальной эксплуатации элементов конструкций, как правило, нельзя допускать появления пластических деформаций. Упругие деформации являются малыми. их можно разложить на две составляющие: линейную деформацию ε и деформацию сдвига *у. Линейная деформация* — это относительное изменение длины отрезка между точками внутри тела. *Деформация сдвига* — это изменение прямого угла между отрезками внутри тела, которые до деформирования были перпендикулярными между собой.

3 Основные гипотезы и допущения

Для упрощения расчетов, в сопротивлении материалов применяют ряд *допущений и гипотез,* полученных путём экспериментальных исследований и математического анализа.

1 Гипотеза о сплошном строении тела – предполагает, что материал полностью занимает объём тела, пустоты отсутствуют.

2. Об идеальной упругости материала: материал полностью восстанавливает свою форму и размеры после снятия нагрузки.

3. Гипотеза об однородности и изотропности материала – все частицы материала обладают одинаковыми свойствами, во всех направлениях свойства не меняются.

4. Гипотеза о плоских сечениях: сечения плоские и нормальные к оси

бруса до деформации остаются такими же и после приложения нагрузки.

Если в теле до деформации мысленно провести плоское сечение, то после деформации это сечение может не остаться плоским. Существует много практически важных случаев, где сечения после деформации остаются плоскими или мало отклоняются от плоскости. В курсе сопротивления материалов, за исключением поперечного изгиба, приходится делать предположение о том, что*плоские сечения, проведенные в теле до деформации, остаются плоскими и после деформации* (гипотеза Я. Бернулли).

5. Гипотеза о малых перемещениях: перемещения или деформации малы по сравнению с размерами тела и не учитываются в расчётах на прочность. *Перемещения считаем малыми, если тело по отношению к своим общим размерам под нагрузками незначительно изменяет геометрическую форму.* Это допущение неприменимо к гибким телам, которые сильно деформируются под нагрузками

6. Допущение о линейной зависимости сил и деформаций: деформация считается строго прямо пропорциональной приложенной нагрузке.

7. Принцип суперпозиции (принцип независимости действия сил):

Результат воздействия на тело системы сил равен сумме результатов воздействия тех же сил, прилагаемых к телу последовательно и в любом порядке.

Под словами «результат воздействия» в зависимости от конкретной задачи следует понимать деформации, внутренние силы, возникающие в теле, и перемещения отдельных точек. Необходимо иметь в виду, что действие отдельных сил системы должно рассматриваться вместе с соответствующими им реакциями связей.

Принцип независимости сил, используемый в теоретической механике для абсолютно твердых тел, к деформируемым телам применим только при следующих условиях:

– перемещения точек приложения сил малы по сравнению с размерами тела;
– перемещения, являющиеся результатом деформации тела, линейно зависят от действующих сил. Такие тела (системы*) называют линейно деформируемыми* или*подчиняющимися закону Гука*.

В обычных конструкциях оба эти условия выполняются и поэтому принцип независимости действия сил при расчетах на прочность и жесткость широко применяется.

8. Принцип Сен-Венана. точках тела, достаточно удаленных от мест приложения нагрузок, величина внутренних сил весьма мало зависит от конкретного способа приложения этих нагрузок. Этот принцип во многих случаях позволяет производить замену одной системы сил другой системой, статически эквивалентной, что позволяет упростить расчет.

Контрольные вопросы:

1 Что такое прочность, жесткость, стойкость?
2 Чем отличается расчетная схема от реального объекта?
3 Какими свойствами наделяется тело при расчете?
4 Какими бывают силы?
5 Что такое внутренние силы?