

Строительная механика энергетических установок

Строительная механика энергетических установок

Профессиональный цикл

Трудоемкость – 3 ЗЕ (108 час.)

- **Лекции – 6 час.**
- **Практические занятия – 4 час.**
- **Лабораторные работы – 2 час.**
- **СРС – 90 час.**
- **КСР – 2 час.**
- **Зачет – 4 час.**

Литература

- 1. Саргсян А.Е. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов. М.: Высшая школа, 2000. – 416 с.**
- 2. Саргсян А.Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2008. – 462 с.**
- 3. Усюкин В.И. Строительная механика конструкций космической техники. М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.**

Предмет и задачи строительной механики

Предмет строительной механики

Строительная механика – наука, которая разрабатывает принципы и методы расчета различных инженерных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость.

Строительная механика – это наука о принципах и методах определения НДС инженерных конструкций, анализа их устойчивости и динамического поведения.

Строительная механика – это наука о прочности, жесткости, устойчивости, долговечности и надежности инженерных конструкций и сооружений.

Предмет строительной механики



Предмет и задачи строительной механики

Сопротивление материалов – наука об инженерных методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов сооружений и машин.

Строительная механика – наука, занимающаяся расчетом инженерных сооружений на прочность, устойчивость и жесткость.

В отличие от сопротивления материалов, строительная механика рассматривает не отдельный элемент (стержень, балку, вал и т.д.), а систему элементов в целом.

Обе эти дисциплины стремятся решать свои задачи сравнительно простыми методами.

В отличие от них, теории упругости, пластичности и вязкоупругости используют более сложный математический аппарат.

Предмет и задачи строительной механики

Прочность – способность конструкции, ее частей и деталей выдерживать определенную нагрузку, не разрушаясь.

Расчет на прочность служит для определения минимально необходимых размеров элементов конструкций, исключая возможность разрушения под действием нагрузок.

Жесткость – способность конструкции и ее элементов противостоять внешним нагрузкам в отношении деформации (изменения формы и размеров).

Расчет на жесткость связан с определением деформаций и перемещений, возникающих в элементах конструкций. Жесткость считают обеспеченной, если упругие перемещения не превосходят заданных величин, допустимых при эксплуатации конструкции.

Устойчивость – способность конструкции и ее элементов сохранять определенную начальную форму упругого равновесия.

Предмет и задачи строительной механики

В настоящее время значительная часть курса строительной механики посвящена расчету стержневых систем.

Строительная механика ЭУ – область строительной механики сооружений, в которой в качестве объекта исследования рассматриваются конструкции отдельных агрегатов и частей ЭУ или конструкция ЭУ в целом.

Предмет и задачи строительной механики

Задачи расчета сооружений

Основной целью расчета любого сооружения является обеспечение его надежности и долговечности при экономически обоснованном расходе материалов.

Под надежностью сооружения здесь понимается практическое исключение возможности разрушения несущих конструкций.

Надежность и долговечность будут обеспечены, если сооружение будет достаточно прочным, жестким и устойчивым.

Расчет на прочность предполагает определение внутренних усилий и напряжений в элементах конструкции и выяснение ее несущей способности.

Цель расчета на жесткость – не допустить больших перемещений (прогибов, горизонтальных отклонений и т. п.), обеспечив тем самым требуемые эксплуатационные показатели объекта.

При расчете на устойчивость устанавливается величина нагрузки, при которой может быть соблюдена первоначальная устойчивая форма равновесия.

Кроме этого, изучаются колебания конструкций, чтобы предупредить возникновение резонанса, приводящего иногда к их разрушению.

Предмет и задачи строительной механики

Задачи расчета сооружений

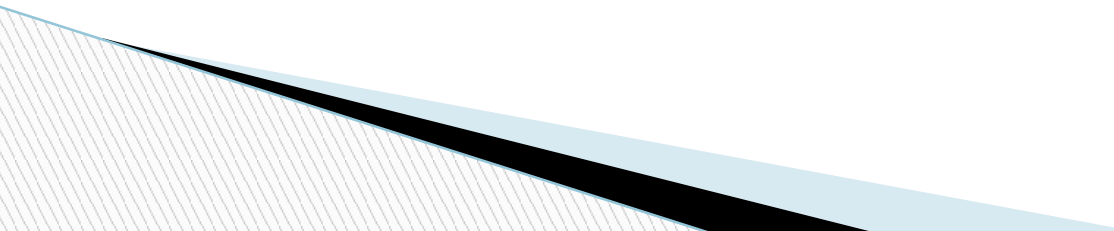
- **определение нагрузок, действующих на конструкцию в нормальных условиях ее эксплуатации, а также учет случайных факторов;**
- **выбор расчетных схем и моделей, адекватно описывающих реальные конструкции;**
- **выбор расчетных случаев;**
- **анализ НДС, устойчивости и динамического поведения отдельных моделей и их совокупности;**
- **переход от расчетных моделей к реальным объектам и оценка их работоспособности;**
- **выдача рекомендаций конструктивного и технологического характера.**

Русские ученые и инженеры

Формирование науки

- Бубнов Иван Григорьевич.
- Галеркин Борис Григорьевич.
- Тимошенко Степан Прокофьевич.

Развитие

- Вольмир Арнольд Сергеевич.
 - Балабух Лев Иванович.
 - Григолюк Эдуард Иванович.
 - Ромашевский Антон Юлианович.
- 

Бубнов Иван Григорьевич

1872 - 1919

Выпускник Морского инженерного училища (Кронштадт, 1891) и кораблестроительный отдел Николаевской морской академии (Петербург, 1896). Имя занесено на мраморную доску Морской академии.

В 1891–1893 служил младшим судостроителем на Новом Адмиралтействе, участвовал в постройке эскадренного броненосца «Полтава».

Во время обучения в Морской академии разработал проект океанского быстроходного крейсера, удостоенный первой премии. Разработал первый в России прибор для измерения деформаций.

Возглавлял комиссию по разработке проекта первой российской ПЛ с двигателями внутреннего сгорания – «Дельфин». В 1901 году назначен её строителем, руководил испытаниями и сдачей. С 1903 года начальник кораблестроительной чертежной (КБ) МТК, где разработал проекты ПЛ «Касатка», «Минога», «Акула», типов «Барс», «Морж» («Нерпа»). По его проектам было построено 32 субмарины.

С 1904 – преподаватель в Петербургском политехническом институте. В 1907 г. зачислен в списки офицеров подводного плавания. С 1909 – профессор. С 1910 – преподаватель в Морской академии (одновременно преподавая в Морском корпусе и Политехническом институте). С 1912 – генерал-майор корпуса корабельных инженеров.

Руководил на Балтийском заводе переделкой легких крейсеров в нефтеналивные суда, разрабатывал программу для речного флота.

Впервые создал методы расчёта пластин, работающих в составе корпуса судна («Напряжения в обшивке судов от давления воды», 1902).

Его теоретические работы использовались при проектировании линейных кораблей и подводных лодок с 1902 г.

Галёркин Борис Григорьевич

1871 - 1945

Российский и советский инженер, учёный в области теории упругости и математик, академик АН СССР (с 1935, член-корреспондент с 1928), инженер-генерал-лейтенант.

С 1909 года преподает в Петербургском технологическом институте. В 1920 г. избран заведующим кафедрой строительной механики и теории упругости на механическом факультете. В 1924–1929 гг. преподавал также в ЛГУ.

В 1934 г. получил две ученые степени: доктора технических наук и доктора математики, а также звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

Один из создателей и первый директор Института механики АН СССР (1939). Главный редактор журнала Прикладная математика и механика.

В 1939 году возглавил кафедру строительной механики Военного инженерно-технического университета в Ленинграде, получил звание инженер-генерал-лейтенанта.

Борис Галёркин разработал методы решения дифференциальных уравнений теории упругости: его именем назван метод конечных элементов математического анализа, применяемый для численного и аналитического решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Один из создателей теории изгиба пластинок.

Методы Галёркина включают в себя:

- **собственно метод Галёркина, или метод Бубнова – Галёркина,**
- **метод Петрова – Галёркина.**

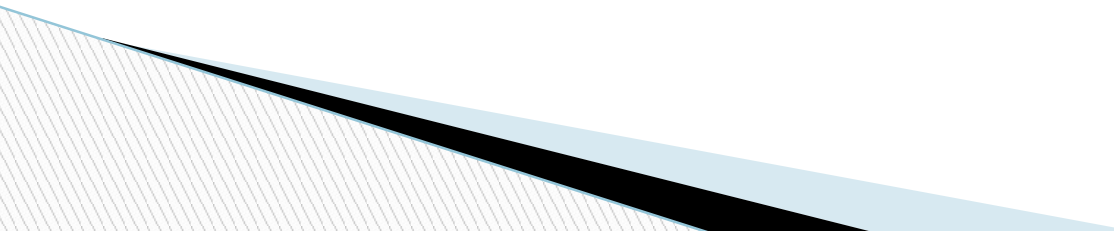
Тимошенко Степан Прокофьевич (1878 – 1972)

Русский учёный в области механики, считается создателем современной механики сплошных сред.

Является автором множества трудов в области механики сплошных сред и сопротивления материалов

- ▣ разработал теорию устойчивости упругих систем;
- ▣ развил вариационные принципы теории упругости и применил их в решении различных инженерных задач;
- ▣ произвёл расчёт отдельных конструкций (висячих мостов, рельсов, валов, осей, зубчатых колёс и др.);
- ▣ разработал теорию изгиба стержней и пластин с учетом сдвиговых деформаций (в современной строительной механике широко употребляются понятия «плита Тимошенко», «балка Тимошенко»);
- ▣ выполнил цикл работ по кручению, удару и колебаниям стержней;
- ▣ решил задачу о концентрации напряжений вблизи отверстий (задача Тимошенко);
- ▣ оказал влияние на инженерное образование, создал классические учебные пособия
 - «Курс сопротивления материалов»
 - «Курс теории упругости»
 - «Колебания в инженерном деле»
 - «Пластинки и оболочки»

Методы исследования

- **аналитические;**
 - **использование инженерных методик;**
 - **использование численных методов расчета (МКЭ, МГЭ, МКР и т.д.);**
 - **использование систем инженерных расчетов (CAE-системы – Computer Aided Engineering) – ANSYS, ABAQUS, NASTRAN, SolidWorks Simulation и т.д.;**
 - **экспериментальные методы исследования.**
- 

Классификация сил

По характеру действия

- ▣ **сосредоточенные;**
- ▣ **поверхностные;**
- ▣ **массовые.**

По скорости изменения

- ▣ **статические;**
- ▣ **динамические.**

Циклические нагрузки

Температурные нагрузки

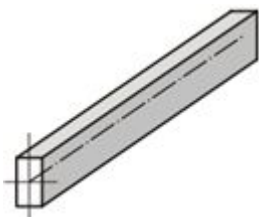
Сооружение и его расчетная схема

Элементы сооружений

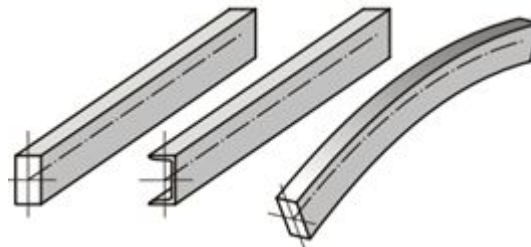
Всякая конструкция представляет собой совокупность отдельных элементов, работающих под внешней нагрузкой как единое целое.

Конструктивные элементы:

стержни



балки



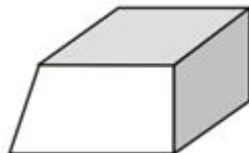
пластины



оболочки



массивные тела



Схематичное изображение элементов



Стержень

Стержни и балки применяются в качестве *подкрепляющих или соединительных элементов*.

Стержнем принято считать всякую деталь удлиненной формы, которая имеет малую жесткость на изгиб и кручение и вследствие этого работает главным образом на растяжение или сжатие.

Длина стержня значительно (в десятки, сотни раз) больше его поперечных размеров.

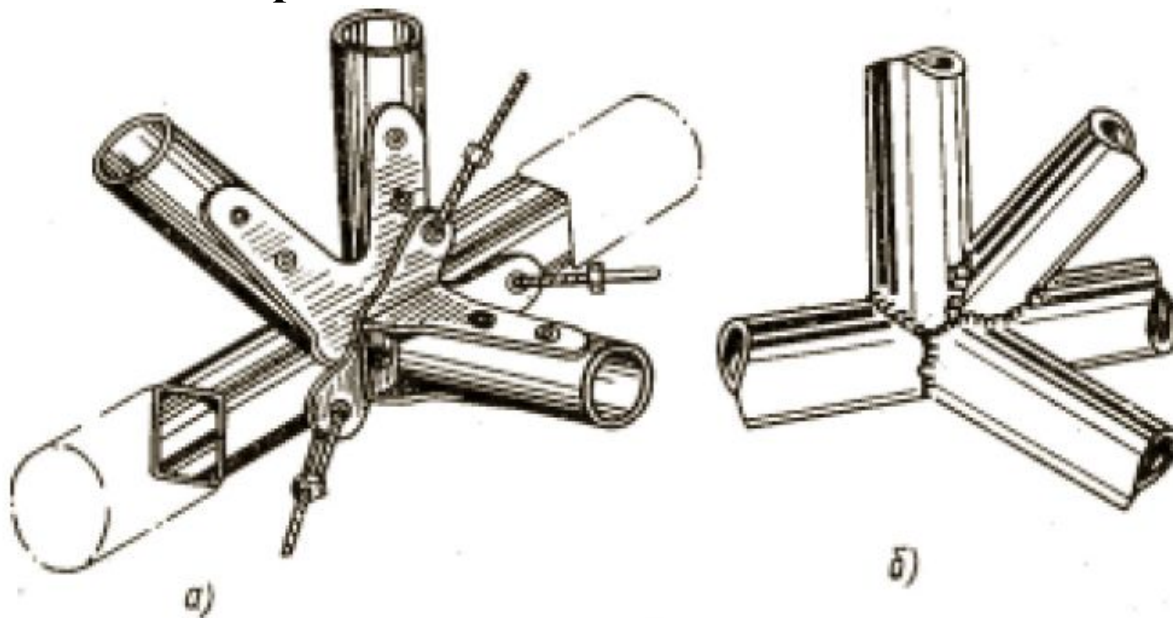
Для обеспечения выгодных условий нагружения стержней (нагрузку продольными силами), их *концы снабжают шарнирами* (цилиндрические или шаровые шарниры), исключающими передачу изгибающего и крутящего моментов.

Основные (расчетные) напряжения – напряжения от растяжения (сжатия).

В случае *сжатия* стержень необходимо проверить на устойчивость по формуле Эйлера.

Стержень

При соединении нескольких стержней в один узел, на который действует внешняя сила, следует располагать стержни таким образом, чтобы их оси пересекались в точке, лежащей на линии действия внешней силы (избежать внецентренного нагружения стержней и сводит к минимуму возможные дополнительные напряжения изгиба).



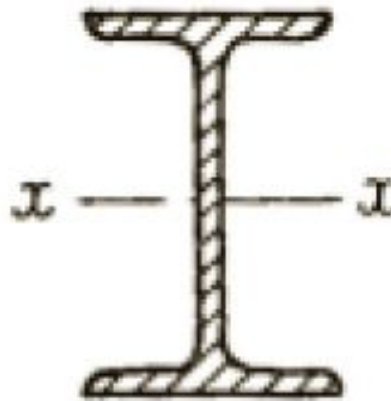
При правильном расположении стержней узел считают шарнирным, несмотря на наличие жесткой косынки или сварных швов, соединяющих стержни.

Балка

Балка (в отличие от стержня), представляет собой конструктивный элемент, способный воспринимать изгибающие моменты.

Сечение балки выбирается так, чтобы обеспечить наибольшую жесткость изгиба в плоскости действия наибольших эксплуатационных нагрузок.

Наиболее рациональной формой сечения балки является двутавр.



Расчетная схема

Сочетания этих элементов образуют силовые схемы отдельных агрегатов ЭУ.

Расчетная схема – упрощенная идеализированная схема, учитывающая только основные данные о поведении сооружения при тех или иных нагрузках и воздействиях.

Классификация задач

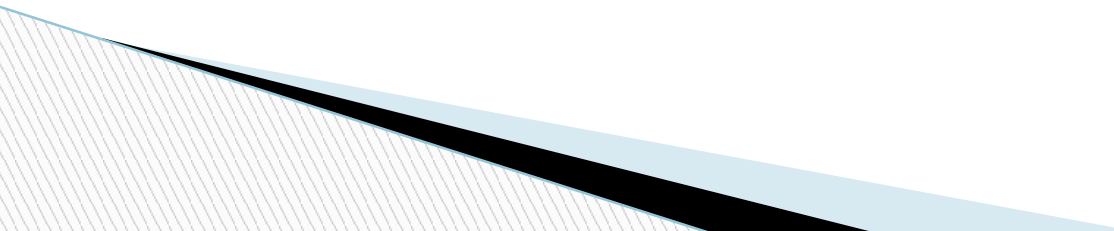
В зависимости от мерности решаемой задачи

- ▣ нульмерные;
- ▣ одномерные;
- ▣ плоские (ПНС, ПДС);
- ▣ осесимметричные;
- ▣ трехмерные.

В зависимости от учета или неучета нелинейностей

- ▣ линейные;
- ▣ нелинейные.

В зависимости от скорости изменения нагрузки

- ▣ статические (стационарные);
 - ▣ квазистационарные;
 - ▣ динамические.
- 

**Благодарю
за внимание!**

