

Одесский Национальный Экономический Университет

Кафедра экспертизы товаров и услуг

Реферат

По дисциплине: «Строительная Механика»

Задачи и развитие строительной механики

Скомороха Тимофей Олегович

Содержание

Введение

1. Основные гипотезы в строительной механике
2. Классификация сооружений по геометрическому признаку. Связи и опоры
3. Расчетная схема сооружения

Заключение

Введение

Строительная механика - наука о методах расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость.

В начальный период (до XIX в) строительная механика развивалась в рамках общей механики. В науке она выделилась в первой половине XIX в. в связи с началом массового строительства железных мостов, плотин, мостов, крупных судов и промышленных сооружений;

У истоков науки о прочности стоит великий ученый Галилео Галилей (1554-1642 гг.). Ряд его выводов о сопротивлении балок изгибу являются ценными и сегодня. Однако создать цельную теорию изгиба балок ему так и не удалось, ибо он ошибочно считал, что при изгибе все волокна балок растянуты. Кроме того, в то время не была установлена связь между напряжениями и деформациями. Позже Р. Гуком (1678 г.) этот закон был сформулирован в простейшей форме: каково растяжение - такова сила, В последующем» во второй половине ХУТ11 в. были проведены экспериментальные исследования, установившие наличие в изгибаемой балке как сжимающих, так и растягивающих напряжений. Это, в свою очередь, привело к решению задачи об изгибе балки, поставленной Галилеем. Большое значение в тот период времени в развитие механики имели работы Эйлера и Лагранжа, успехи высшей математики.

Одним из первых ученых России проблемами прочности заинтересовался М.Ломоносов, в частности, сформулированный им закон сохранения энергии является одним из основополагающих в строительной механике, На базе его разработан универсальный метод определения перемещений.

Значителен вклад в развитие механики, особенно в области экспериментальных методов, русского механика И.Кулибина (1733 - 1818 гг.). Он разработал проект арочного деревянного моста пролетом 300 м через Неву, при этом он первым

применил при расчете усилий правило веревочного многоугольника сил. Одним из самых блестящих проектов металлического моста также принадлежит И.Кулибину. Он предложил его в виде трехарочной системы.

Дальнейшее развитие теория и практика мостостроения получили в работах Д.Журавского (1821 - 1891 гг.). Он разработал теорию расчета плоских ферм. Ему же принадлежит создание теории касательных напряжений при изгибе.

Большое количество работ посвятил статике сооружений замечательный инженер, академик В.Г.Шухов (1853-1939). Гиперболоидные ажурные башни, наливные речные и морские суда, сетчатые своды получили широкое распространение во всем мире благодаря его таланту. Он же положил начало развития актуальнейшего в настоящее время направления строительной механики - оптимизация конструкций. Профессор Л.Д.Проскураков (1858-1926) впервые предложил при строительстве моста через Енисей шпренгельные фермы, а усилия в них он определял посредством линий влияния.

Всеобщую признательность завоевали труды таких выдающихся ученых как Н.И.Мухелишвили (плоская задача теории упругости), М.В.Келдыш (задачи механики самолета), М.А.Лаврентьев (приложение функций комплексных переменных в механике) В.З.Власов (теория оболочек), И.М.Рабинович (теория стержневых систем) и др.

Исследования по механике в Молдавии были начаты в 50-х годах работами В.Г.Чебана по динамическим задачам теории упругости. С образованием в 1964 году КПИ им. С.Лазо, в республике интенсивно развиваются работы по актуальным направлениям механики - теории упругости неоднородных тел и теории оболочек. У истоков теории упругости неоднородных тел стоял профессор Колчин Глеб Борисович, создавший не только кафедру строительной механики, новое научное направление, но и воспитавший целую плеяду учеников. Ряд из них трудятся в Техническом Университете, другие успешно работают в учебных заведениях Украины, Канады, США.

Интересные прикладные задачи по расчету строительных конструкций и сооружений с учетом сейсмических воздействий решались в филиалах ЦНИИСКА и НИИ оснований, в ряде проектных институтов.

Работы ученых республики завоевали международное признание, о чем свидетельствуют доклады на представительных конференциях по механике, большое число монографий, проведение ряда всесоюзных конференций на базе кафедры строительной механики.

В связи с появлением ЭВМ существенные видоизменения произошли в статике и динамике сооружений. Широкое распространение получил метод конечных элементов, на базе которого создан ряд мощных автоматизированных комплексов по расчету зданий и сооружений (Лира, Феникс и др.), позволяющих с высокой степенью точности оценить напряженно-деформированное состояние конструкций, проектировать оптимальные сооружения.

Являясь самостоятельной наукой, механика деформируемых тел, а строительная механика - ее составная часть, не может развиваться вне связи с другими

дисциплинами.

Основу составляют физика и теоретическая механика, основные выводы и результаты которых используются широко в механике.

Ряд прикладных научных направлений вплотную примыкают к строительной механике. Так сопротивление материалов и теория упругости часто понимают как разделы строительной механики в широком смысле этого определения. В курсах строительных конструкций используются выводы и результаты строительной механики для решения конкретных инженерных задач.

Основным инструментом решения задач механики является современный математический аппарат. Механика и математика теснейшим образом исторически взаимосвязаны. Многие ученые-математики были и замечательными механиками, достаточно вспомнить имена И.Ньютона, Л.Эйлера, Коши, Пуассона, Мусхелишвили, Келдыша и др.

1. Основные гипотезы в строительной механике

Объектом исследования в строительной механике является идеально упругое тело, наделенное следующими свойствами:

- сплошности - тело, сплошное до деформации, остается сплошным и в деформируемом состоянии;
- изотропности - физико-механические свойства тела во всех направлениях одинаковы;
- однородности - свойства тела одинаковы во всех точках тела.

Принято считать, что при рассмотрении задач строительной механики, деформации малы по сравнению с единицей, а перемещения - по сравнению с размерами тела. Эта гипотеза позволяет рассматривать в нагруженном состоянии недеформированную форму тела. Кроме того, в основу положена линейная связь между внешними силами и перемещениями или между деформациями и напряжениями. Указанные гипотезы упрощают решение задач строительной механики, не искажая при этом действительную картину напряженно-деформированного состояния тела. В силу введенных гипотез уравнения, описывающие это состояние, являются линейными, что позволяет, в свою очередь, применить принцип независимости действия сил (суперпозиции): результат действия на сооружение системы сил равен сумме результатов действия на это сооружение каждой силы в отдельности.

2. Классификация сооружений по геометрическому признаку. Связи и опоры

Большое разнообразие сооружений, элементов конструкций привело к развитию специфических методов расчета, связанных с геометрией рассматриваемого объекта исследований. В большинстве случаев в настоящем курсе речь пойдет о расчете стержневых систем, т.е. систем, "набранных" из отдельных стержней, тем или иным образом соединенных между собой. Напомним, что стержнем называется элемент конструкции, у которого размеры поперечного сечения много меньше (по крайней мере, в 4-6 раз) его длины.

В последние годы в строительстве широко применяются элементы конструкций, называемые пластинками и оболочками. Пластинкой называют тело, у которого один размер (толщина) намного меньше других (ширины и длины). Криволинейная

пластинка называется оболочкой. В основе методов расчета пластинок и оболочек лежит аппарат теории упругости.

Сооружения, у которых все три размера одного порядка, называются массивами.

Стержневые системы разделяются на пространственные и плоские. В настоящем курсе рассматриваются в основном плоские стержневые системы, т.е. такие, в которых оси всех стержней, включая и опорные, а также линии действия внешних сил лежат в одной плоскости.

Различают следующие основные виды соединения стержней между собой:

шарнирное:

жесткое:

комбинированное:

Устройства, соединяющие конструкцию с основанием (землей), называются опорами.

Различают следующие виды опор:

1. Шарнирно подвижная (рис. 1.1). С кинематической точки зрения такая опора характеризуется тем, что препятствует только поступательному перемещению перпендикулярно оси стержня опоры.

2. Шарнирно неподвижная (рис. 1.2).

С кинематической точки зрения такая опора характеризуется отсутствием линейных смещений.

3. Защемление (рис. 1.3).

Эта опора не допускает ни линейных, ни угловых перемещений.

На схематичных рисунках опор показаны направления действия опорных реакций, вызванных внешними нагрузками.

3. Расчетная схема сооружения

Реальное сооружение представляет собой весьма сложный объект, поведение которого определяется практически бесконечным числом различных факторов. Одни из них являются основными, другие - второстепенные. Для описания поведения таких систем, для прогноза их состояния современная наука и техника использует понятие модели. В нашем случае речь пойдет не о модели конструкции, выполненной в отличии от реального масштаба, а о так называемой математической модели сооружения.

Естественно, что всякая математическая модель есть идеализация: реального сооружения.

Таким образом, расчетная схема сооружения - это его математическая модель, в которой схематизируется, упрощается физическое явление, заключающееся во взаимодействии сооружения с окружающей средой. Она получается путем выделения основных факторов, обуславливающих работу сооружения.

Выбор и обоснование расчетной схемы - задача чрезвычайно ответственная, сложная, требующая высоких профессиональных навыков, опыта, интуиции, в определенной мере - искусства.

Особенностью выбора расчетной схемы состоит диалектическая противоречивость задачи. С одной стороны естественно желание учесть в расчетной схеме как можно большее число факторов, определяющих работу сооружения, так как в таком случае модель становится близкой к реальному сооружению. В то же время стремление

учесть множество факторов, среди которых есть и основные и второстепенные, перегружают математическую модель, она становится чрезмерно сложной, для ее решения потребуются большие затраты времени, применение приближенных методов, что в свою очередь может увести далеко от реальной картины. Актуальны и по сей день рекомендации С.П.Тимошенко в отношении процесса вычислений, которые можно перенести и на выбор расчетной схемы: "...Можно считать заведомо неточно, а лишь приближенно. Нужно только точность вычислений согласовать с необходимой для приложений точностью результатов".

Рассмотрим простой, но достаточно яркий пример, иллюстрирующий этапы выбора расчетной схемы. Предположим, что надо рассчитать балку прямоугольного сечения (axb) пролетом l , шарнирно опертую по концам и нагруженную равномерно распределенной нагрузкой p (рис.1.4). Примем, что материал балки идеально упругий, т.е. следует закону Гука, а нагрузка p приложена к верхней грани.

Для удобства рассуждений отнесем балку к декартовой системе координат x, y, z .

Подобная задача хорошо изучена в курсе сопротивления материалов. Попробуем рассмотреть ее решение с учетом высказанных соображений о расчетной' схеме.

В самом общем случае указанная задача является пространственной, т.е. трехмерной, так как напряженно-деформированное состояние ее определяется функциями трех координат. Из курса теории упругости известно, что напряженно-деформированное состояние пространственной задачи определяется шестью неизвестными

функциями напряжений (три нормальных и три касательных), шестью неизвестными функциями деформаций (три линейных и три угловых), а также тремя перемещениями (вдоль осей x, y, z). Все неизвестные 15 функций связаны между собой 15 дифференциальными и 6 линейными алгебраическими уравнениями, представляющих вместе математическую модель пространственной задачи. Решение подобной математической модели точно невозможно, а приближенно - достаточно трудоемко. Ясно, что для инженерных приложений подобная расчетная схема неприемлема, имея в виду широкое распространение подобного типа конструкций.

Попробуем упростить расчетную схему, исходя из особенностей работы конструкции, т.е. путем выделения основных факторов. Так как длина балки существенно больше ее ширины, а нагрузка p по ширине балки не меняется, и продольные грани свободны от нагрузки, то все компоненты напряженно-деформированного состояния не зависят от координаты y , а нормальные и касательные напряжения в площадках, перпендикулярных этой оси, равны нулю. В результате задача становится двумерной, т.е. все неизвестные функции зависят только от двух координат x и z .

Тогда число искомых функций сократится до 8: три напряжения, три деформации и два перемещения. Упростятся и граничные условия. Сформулированная таким образом задача называется плоской и математически описывается тремя линейными алгебраическими уравнениями и 8 дифференциальными. Решение такой задачи также оказывается достаточно сложным.

Следующий шаг - сведение рассматриваемой задачи к одномерной. С этой целью, исходя из соотношений высоты балки и ее пролета, вводятся две гипотезы: строительная механика сооружения геометрический

- гипотеза «ненадавленности», согласно которой нормальные и касательные напряжения по площадкам с нормалью z считаются равными нулю;
- гипотеза плоских сечений, согласно которой сечения, перпендикулярные оси x , при изгибе не искажаются, остаются плоскими и лишь поворачиваются, оставаясь нормальными к изогнутой оси балки.

Именно такая модель и используется в инженерных расчетах и вы хорошо знакомы с ней из курса сопротивления материалов. Ее достоверность и пределы применимости определяются из сравнения с более точным решением в рамках теории упругости и данными эксперимента.

Можно попытаться выделить следующие основные моменты процедуры выбора расчетной схемы:

- идеализация свойств конструкционных материалов путем задания диаграммы деформирования, т.е. закона связи напряжений и деформации при нагружении;
- схематизации геометрии конструкции, состоящая в представлении ее в виде набора одно- двух- и трехмерных элементов, тем или другим образом связанных между собой;
- схематизация нагрузки, например, выделение сосредоточенной силы, распределенной и т.д.;
- ограничение на величину возникающих в конструкции перемещений, например, по сравнению с размерами конструкции.

На практике широкое распространение получили стандартные расчетные схемы - стержни и системы из них, плиты, оболочки, массивы т.д.

Заключение

Значительный вклад в становление и развитие строительной механики внесли Х.С.Головин (1844-1904) (расчет арок и кривых стержней методами теории упругости), Н.А.Белелюбский (1845-1922) (мостостроение, применение в мостах железобетона, литого железа, издание курса строительной механики), Ф.С.Ясинский (1856-1899) (исследования по теории устойчивости стержней), В.Л.Кирпичев (1845-1913)(законы подобия, превосходные учебники по строительной механике).

В конце XIX - начале XX вв. значительный вклад в развитие механики внесли такие всемирно известные ученые как А.Н.Крылов (теория корабля, приближенные методы решения задач механики), С.П.Тимошенко (теория изгиба и устойчивости, задачи теории пластин и оболочек, выдающиеся учебники, не потерявшие своего значения и в настоящее время), Г.В.Колосов (плоская задача теории упругости), И.Г.Бубнов (вариационные методы), Б.Г.Галеркин (теория пластин и оболочек, приближенные методы).

Основные задачи строительной механики: разработка методов определения внутренних усилий в частях сооружений от различных внешних нагрузок, температурных воздействий и т. п.; разработка методов определения деформаций; изучение условий устойчивости; исследование различных изменений в деформациях при длительной эксплуатации сооружений.

Строительная механика - прикладная наука, призванная обеспечить инженера современными методами статического и динамического расчета. Фундаментальные

знания в этой области способствуют грамотному, экономному, качественному решению задач строительства и проектирования зданий и сооружений.