

РАЗДЕЛ II

Сопротивление материалов

ЛЕКЦИЯ 18

Тема 2.1. Основные положения.

Гипотезы и допущения

Иметь представление о видах расчетов в сопротивлении материалов, о классификации нагрузок, о внутренних силовых факторах и возникающих деформациях, о механических напряжениях

Знать основные понятия, гипотезы и допущения в сопротивлении материалов.

«Сопротивление материалов» — это раздел «Технической механики», в котором излагаются теоретико-экспериментальные основы и методы расчета наиболее распространенных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

В сопротивлении материалов пользуются данными смежных дисциплин: физики, теоретической механики, материаловедения, математики и др. В свою очередь сопротивление материалов как наука является опорной базой для целого ряда технических дисциплин.

Любые создаваемые конструкции должны быть не только прочными и надежными, но и недорогими, простыми в изготовлении и обслуживании, с минимальным расходом материалов, труда и энергии.

Расчеты сопротивления материалов являются базовыми для обеспечения основных требований к деталям и конструкциям.

Основные требования к деталям и конструкциям и виды расчетов в сопротивлении материалов

Механические свойства материалов

Прочность — способность не разрушаться под нагрузкой.

Жесткость — способность незначительно деформироваться под нагрузкой.

Выносливость — способность длительное время выдерживать переменные нагрузки.

Устойчивость — способность сохранять первоначальную форму упругого равновесия.

Вязкость — способность воспринимать ударные нагрузки.

Виды расчетов

Расчет на прочность обеспечивает неразрушение конструкции.

Расчет на жесткость обеспечивает деформации конструкции под нагрузкой в пределах допустимых норм.

Расчет на выносливость обеспечивает необходимую долговечность элементов конструкции.

Расчет на устойчивость обеспечивает сохранение необходимой формы равновесия и предотвращает внезапное искривление длинных стержней.

Для обеспечения прочности конструкций, работающих при ударных нагрузках (при ковке, штамповке и подобных случаях), проводятся *расчеты на удар*.

Основные гипотезы и допущения

Приступая к расчетам конструкции, следует решить, что в данном случае существенно, а что можно отбросить, т. к. решение технической задачи с полным учетом всех свойств реального объекта невозможно.

Допущения о свойствах материалов

Материалы *однородные* — в любой точке материалы имеют одинаковые физико-механические свойства.

Материалы представляют *сплошную среду* — кристаллическое строение и микроскопические дефекты не учитываются.

Материалы *изотропны* — механические свойства не зависят от направления нагружения.

Материалы обладают *идеальной упругостью* — полностью восстанавливают форму и размеры после снятия нагрузки.

В реальных материалах эти допущения выполняются лишь отчасти, но принятие таких допущений упрощает расчет. Все упрощения принято компенсировать, введя запас прочности.

Допущения о характере деформации

Все материалы под нагрузкой деформируются, т. е. меняют форму и размеры.

Характер деформации легко проследить при испытании материалов на растяжение.

Перед испытаниями цилиндрический образец закрепляется в захватах разрывной машины, растягивается и доводится до разрушения. При этом записывается зависимость между приложенным усилием и деформацией. Получают график, называемый диаграммой растяжения. Для примера на рис. 18.1 представлена диаграмма растяжения малоуглеродистой стали.

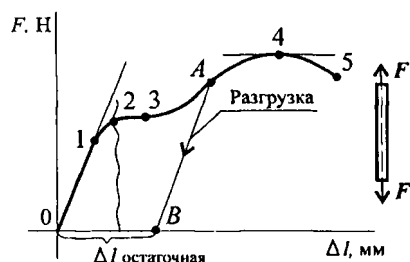


Рис. 18.1

На диаграмме отмечают особые точки:

— от точки 0 до точки 1 — прямая линия (деформация прямо пропорциональна нагрузке);

— от точки 2 до точки 5 деформации быстро нарастают и образец разрушается, разрушению предшествует появление утончения (шейки) в точке 4.

Если прервать испытания до точки 2, образец вернется к исходным размерам; эта область называется *областью упругих деформаций*. Упругие деформации полностью исчезают после снятия нагрузки.

При продолжении испытаний после точки 2 образец уже не возвращается к исходным размерам, деформации начинают накапливаться.

При выключении машины в точке А образец несколько сжимается по линии АВ, параллельной линии 01. Деформации после точки 2 называются *пластическими*, они полностью не исчезают; сохранившиеся деформации называются *остаточными*.

На участке 01 выполняется закон Гука:

В пределах упругости деформации прямо пропорциональны нагрузке.

Считают, что все материалы подчиняются закону Гука.

Поскольку упругие деформации малы по сравнению с геометрическими размерами детали, при расчетах считают, что размеры под

нагрузкой не изменяются.

Расчеты ведут используя принцип начальных размеров. При работе конструкции деформации должны оставаться упругими.

К нарушению прочности следует относить и возникновение пластических деформаций. Хотя в практике бывают случаи, когда местные пластические деформации считаются допустимыми.

Классификация нагрузок и элементов конструкции

Классификация нагрузок

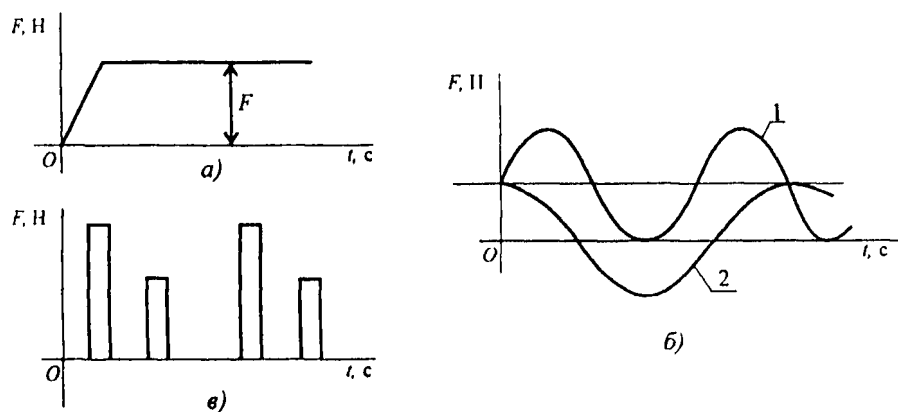


Рис. 18.2

Статические нагрузки (рис. 18.2а) не меняются со временем или меняются очень медленно. При действии статических нагрузок проводится расчет на прочность.

Повторно-переменные нагрузки (рис. 18.2б) многократно меняют значение или значение и знак. Действие таких нагрузок вызывает усталость металла.

Динамические нагрузки (рис. 18.2в) меняют свое значение в короткий промежуток времени, они вызывают большие ускорения и силы инерции и могут привести к внезапному разрушению конструкции.

Из теоретической механики известно, что по способу приложения нагрузки могут быть *сосредоточенными* или *распределенными* по поверхности.

Реально передача нагрузки между деталями происходит не в точке, а на некоторой площадке, т. е. нагрузка является распределенной.

Однако если площадка контакта пренебрежительно мала по сравнению с размерами детали, силу считают сосредоточенной.

При расчетах реальных деформируемых тел в сопротивлении материалов заменять распределенную нагрузку сосредоточенной не следует.

Аксиомы теоретической механики в сопротивлении материалов используются ограниченно.

Нельзя переносить пару сил в другую точку детали, перемещать сосредоточенную силу вдоль линии действия, нельзя систему сил заменять равнодействующей при определении перемещений. Все вышеперечисленное меняет распределение внутренних сил в конструкции.

Формы элементов конструкции

Все многообразие форм сводится к трем видам по одному признаку.

1. *Брус* — любое тело, у которого длина значительно больше других размеров.

В зависимости от форм продольной оси и поперечных сечений различают несколько видов брусев:

— прямой брус постоянного поперечного сечения (рис. 18.3а);

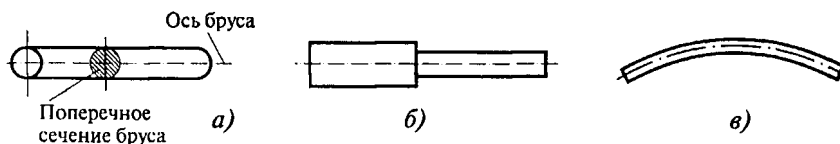


Рис. 18.3

— прямой ступенчатый брус (рис. 18.3б);

— криволинейный брус (рис. 18.3в).

2. *Пластина* — любое тело, у которого толщина значительно меньше других размеров (рис. 18.4).



Рис. 18.4

3. *Массив* — тело, у которого три размера одного порядка.

Контрольные вопросы и задания

1. Что называется прочностью, жесткостью, устойчивостью?
2. По какому принципу классифицируют нагрузки в сопротивлении материалов? К какому виду разрушений приводят повторно-переменные нагрузки?
3. Какие нагрузки принято считать сосредоточенными?
4. Какое тело называют брусом? Нарисуйте любой брус и укажите ось бруса и его поперечное сечение. Какие тела называют пластинами?
5. Что называется деформацией? Какие деформации называют упругими?
6. При каких деформациях выполняется закон Гука? Сформулируйте закон Гука.
7. Что такое принцип начальных размеров?
8. В чем заключается допущение о сплошном строении материалов? Поясните допущение об однородности и изотропности материалов.