**Лекция 1 Основы теоретической механики**

**Статика. Аксиомы статики. Связи и реакции связей**

*Подробно тема лекции изложена в учебных пособиях, указанных в «Литературе»*

Статика

Статика – раздел теоретической механики, в котором изучается статическое равновесие материальных тел, находящихся под действием приложенных к ним сил.

Основные понятия статики:

1. Если некоторое тело не перемещается по отношению к другому телу, то говорят, что первое тело находится в состоянии относительного равнове­сия. Любое тело под действием приложенных к нему сил изменяет свои гео­метрические размеры и форму, т.е. деформируется. В теоретической ме­ханике эти деформации не учитываются и рассматриваются только недеформируемые – абсолютно твердые тела. Тело называется абсолютно твердым, если расстояние между его любыми двумя точками остается по­стоянным.
2. Мерой механического взаимодействия тел является сила. Сила – вели­чина векторная, она характеризуется точкой приложения, направлением и модулем. Единица измерения силы – нью­тон (Н).



# 

1. Совокупность сил, действующих на какое-либо тело, называется системой сил. Обозначается сис­тема сил {, , , …} – система, состоящая из n сил.
2. Уравновешенной, или эквивалентной нулю, системой сил называется та­кая система сил, которая, будучи приложенной к твердому телу, не нару­шает его состояния. То есть, если некоторое тело не изменяло свое поло­жение относительно тела отсчета до приложения уравновешенной сис­темы сил, то оно не изменит его и после приложения к нему этой сис­темы. Обозначается уравновешенная система сил так: {, , , …}<=>0 (<=> - знак эквивалентности).
3. Если к некоторому телу приложена система сил {, , , …} и к нему прикладываем еще одну систему сил {, , , …}, такую, что вместе с первой она будет составлять уравновешенную систему сил. В этом случае систему {, , , …}называют уравновешивающей системой сил. Если уравновешивающая система состоит из одной силы , то эта сила называется уравновешивающей силой для системы сил {, , , …}.
4. Если каждая из двух систем сил {, , , …} и {, , , …} уравновешиваются одной и той же системой сил {, , , …}, то первые две системы сил эквивалентны между собой {, , , …} <=>{, , , …}. Вывод: замена системы сил, действующей на тело, системой ей эквивалентной не изменяет состояния, в котором находится данное тело.
5. Если система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется равнодействующей данной системы сил.

Аксиомы статики

1. Свободное абсолютно твердое тело находится в равновесии под действием двух сил, тогда и только тогда, когда силы действуют по одной прямой в противоположные стороны и имеют равные модули.





Аксиома 2. Действие данной системы сил на абсолютно твердое тело не изменится, если к ней присоединить или от нее отбросить систему сил эквивалентную нулю.

{, , , …} <=> {, , , …, , , , …};

{, , , …} <=> 0

Аксиома 3. Две силы, приложенные в одной точке тела, эквивалентны равнодействующей, приложенной в той же точке и определяемой как диагональ параллелограмма, построенного на силах как на сторонах.



{, } <=> 





Аксиома 4. Силы взаимодействия двух тел равны по величине и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

Тело называется свободным, если его перемещения в пространстве ничем не ограничены. Если на перемещение точек тела накладываются ограничения, то тело называется несвободным или связанным. Материальные тела, ограничивающие перемещения данного тела называются связями. Сила, с которой связь действует на данное тело, называется реакцией связи. Сила действует на связь, а реакция связи на тело.

Аксиома 5. (Аксиома освобождения от связей). Равновесие тела не нарушится, если наложенные на него связи заменить реакциями связей.

Аксиома 6. (Аксиома о затвердевании). Равновесие деформируемого тела не изменится, если на него наложить дополнительные связи или оно станет абсолютно твердым.

Следствия из аксиом

Следствие 1. Силу, приложенную к абсолютно твердому телу, можно переносить в любую точку ее линии действия. При этом действие силы на тело не изменится.

Доказательство:

Пусть на твердое тело действует сила , приложенная к точке **А** . Приложим в некоторой точке **В** линии действия силы F систему сил {, } <=> 0, что допускается на основании Аксиомы 2. Примем ==. В результате получим систему сил {,,} <=> .







Заметим, что {, } <=> 0, на основании аксиомы 2 эту систему сил можно отбросить. Получаем <=>{,,}<=> .

Вывод: Сила является скользящим вектором.

Следствие 2. Теорема о необходимом условии равновесия тела, находящимся под действием трех непараллельных сил, лежащих в одной плоскости.

Если свободное тело находится в состоянии равновесия под действием трех непараллельных сил, лежащих в одной плоскости, то линии действия этих сил пересекаются в одной точке.

Доказательство:

Пусть к телу приложены три силы ,,. {,,} <=> 0. По­скольку линии действия сил непараллельны, то любые две из них (пусть  и ) пересекутся в некоторой точке **О**. Перенесем F1 и F2 в точку **О** и заменим эти силы равнодействующей . Получим {,,} <=> {, }, а для того чтобы тело находилось в равновесии, необходимо выполнение условия: = , и они должны быть направлены по одной прямой в противоположные стороны. То есть линия действия силы  должна проходить через точку пересечения линий действия сил  и .







# 

**О**

Связи и реакции связи

При решении технических задач возникает необходимость поиска реакций различных связей. Общее правило, которое следует применять, состоит в следующем: если ограничиваются перемещения какой-либо точки тела, то реакцию следует прикладывать в этой точке в сторону, противоположную направлению, в котором ограничивается перемещение.

Основные типы связей:

1. Гладкая поверхность или опора. Гладкой считается поверхность, трением о которую можно пренебречь. Реакция гладкой поверхности сводится только к реакции , направленной по общей нормали к контактирующим поверхностям, в предположении, что эта нормаль существует. Если общей нормали не существует, то есть одна из поверхностей имеет угловую точку или «заострение», реакция направлена по нормали к другой поверхности.

|  |  |
| --- | --- |
| **А**  **В**  *RА*  *RB* |  |

1. Шероховатая поверхность - это поверхность трением, по которой пренебрегать нельзя. Реакция  шероховатой поверхности складывается из нормальной реакции  и силы трения . Модуль *R* определяется по формуле:

.

*N*

*N*

*Fтр*

*R*

1. Гибкая связь. К этому типу связи относятся связи, осуществляемые с помощью цепи, троса, каната и т. д. Реакция такой связи всегда направлена вдоль связи.
2. Цилиндрический шарнир и подшипник. Цилиндрическим шарниром на­зывается соединение двух или более тел по­средством цилиндрического стержня, так называемого пальца, вставленного в отверстия в этих телах. Цилиндрический шарнир препятствует перемеще­нию по любому направ­лению в плоскости ХОY. Реакция  неподвижного цилиндрического шарнира (шарнирно-неподвижной опоры) представляется в виде неиз­вестных составляющих  и , линии действия которых парал­лельны или совпадают с осями ко­ординат.

*Ry*

*Rx*

*R*

y

x

1. Подпятник (опора А ) и сферический шарнир. Та­кой вид связи можно представить в виде стержня, имеющего на конце сферическую поверхность, которая крепится в опоре, представляющей собой часть сферической полости. Сферический шарнир препятствует пере­мещению по любому направлению в пространстве, поэтому реакция его представляется в виде трех составляющих , , , параллельных соответ­ствующим координатным осям.
2. Шарнирно-подвижная опора. Этот вид связи конструктивно выполняется в виде цилиндрического шарнира, кото­рый может свободно переме­щаться вдоль поверхности. Реакция шарнирно-подвижной опоры всегда направлена перпендикулярно опорной поверх­ности (опора А).

y

x

B

RBx

RBy

RА

А

z

x

Y

Rz

Ry

Rx

# A

# В

RAx

# *x*

# *y*

RAy

# RB

1. Шарнирно-неподвижная опора. Реакция  шарнирно-неподвиж­ной опоры представляется в виде неизвестных составляющих  и , линии действия которых па­раллельны или совпадают с осями коорди­нат (опора В).
2. Невесомый стержень (прямолинейный или криволинейный), закреплен­ный по концам шарнирами. Реакция такого стержня является определен­ной и направлена вдоль линии, соединяющей центры шарниров.

Rах

Rаy

Mpа

**А**

x

y

А

В

RА

RB

# 

1. Жесткая заделка. Это необычный вид связи, так как кроме препятствия перемещению в плоскости ХОY, жесткая заделка препятствует повороту стержня (балки) относительно точки **А**. Поэтому реакция связи сводится не только к реакции R (Rаx, Rаy), но и к реактивному моменту Мра.