

Занятие № 3 Связи их реакции

Задание № 3

Изучить (законспектировать) вопросы занятия.

Ответить на вопросы:

- что такое связи
- что такое сила реакции (реакция)

Литература

- Эрдеди А.А. Теоретическая механика.
Сопротивление материалов

Занятие № 3. Связи и реакции связей.

1. Принцип освобождаемости, силы активные и реактивные.

СВЯЗЯМИ называют ограничения, налагаемые положения и скорости точек тела в пространстве. Сила, с которой тело действует на связь, называют силой давления; сила, с которой связь действует на тело, называется силой реакции или просто реакцией.

Согласно аксиоме взаимодействия, эти силы по модулю равны и действуют по одной прямой в противоположные стороны. Силы реакций и давлений приложены к различным телам и поэтому не представляют собой систему сил.

Силы, действующие на тело, делятся на активные и реактивные. Активные силы стремятся перемещать тело, к которому они приложены, а реактивные препятствуют этому перемещению. Принципиальное отличие активных сил от реактивных заключается в том, что значение реактивных сил, вообще говоря, зависит от значения активных сил, но не наоборот. Активные силы часто называют нагрузками.

При решении большинства задач статики несвободное тело условно изображают как свободное с помощью принципа освобождаемости, который формулируется так: всякое несвободное тело можно рассматривать как свободное, если отбросить связи, заменив их реакциями.

В результате применения этого принципа получаем тело, свободное от связей и находящееся под действием некоторой системы активных и реактивных сил. Направление реакций определяется тем, в каком направлении данная связь препятствует перемещению тела.

Правило для определения направления реакций можно сформулировать так: направление реакции связи противоположно направлению перемещения, уничтожаемого данной связью.

2. Виды связей и их реакции.

Если связи считать идеально гладкими, то во многих случаях можно сразу указать направление их реакций. Рассмотрим направление реакций основных видов связей, встречающихся в различных конструкциях.

ИДЕАЛЬНО ГЛАДКАЯ ПЛОСКОСТЬ (рис. 1.7). В этом случае реакция R направлена перпендикулярно опорной плоскости в сторону тела, так как такая связь не дает телу перемещаться только в сторону опорной плоскости и перпендикулярно ей.

Если тело находится на наклонной плоскости, то, разложив силу тяжести G на две составляющие G_1 и G_2 , параллельную и перпендикулярную опорной плоскости, можно видеть, что составляющая G_1 будет двигать тело вдоль плоскости, а составляющая G_2 будет прижимать тело к плоскости и уравновешиваться реакцией R .

ИДЕАЛЬНО ГЛАДКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (рис 1.12). В этом случае реакция R направлена перпендикулярно касательной плоскости, т.е. по нормали к опорной поверхности в сторону тела, так как нормаль есть единственное направление перемещение тела, которое не допускает данная связь.

ГИБКАЯ СВЯЗЬ (рис 1.13). Реакция R гибкой связи не дает телу лишь удалиться от точки подвески и поэтому направлена вдоль связи от тела к точке подвески. Гибкая связь, перекинута через блок, изменяет направление передаваемого усилия (натяжения нити).

В конструкциях широкое распространение имеют связи, которые называются шарнирами.

ШАРНИР представляет собой подвижное соединение двух тел, допускающее только вращение вокруг общей оси (цилиндрический шарнир) или общей точки (шаровой шарнир).

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ШАРНИР (рис 1.13 А ^{рис 1.14 В}). В этом случае заранее известно, что реакция R проходит через ось шарнира и перпендикулярно этой оси, так как шарнирное соединение допускает вращение вокруг оси, но допускает любое перемещение тела, перпендикулярное этой оси.

ШАРОВОЙ ШАРНИР. В этом случае заранее известно только, что реакция проходит через центр шарнира, так как тело, закрепленное в шаровом шарнире, может поворачиваться в любом направлении, но не может совершать никаких линейных перемещений в пространстве.

ПОДПЯТНИК (рис 1.14 А) можно рассматривать как сочетание цилиндрического шарнира и опорной плоскости. Поэтому будем считать реакцию подпятника состоящей из двух составляющих – X и Y . Полная реакция подпятника равна векторной сумме этих составляющих: $R = X + Y$

ЖЕСТКИЙ СТЕРЖЕНЬ С ШАРНИРАМИ ПО КОНЦАМ (рис 1.14 ^{схемка в с}). В этом случае реакция стержня, согласно аксиоме 3, может быть направлена только по прямой, соединяющей оси шарниров.

ЖЕСТКАЯ ЗАДЕЛКА. Брусом принято считать твердое тело, у которого длина значительно больше поперечных размеров; множество (геометрическое место) центров тяжести всех поперечных сечений называется осью бруса. Брус с прямолинейной осью, положенный на опоры и изгибаемый

5. Аксиома 5 (аксиома параллелограмма).

Равнодействующая двух сил, приложенных к телу в одной точке, равна по модулю и совпадает по направлению с диагональю параллелограмма, построенного на данных силах, и приложена в той же точке.

Построение диагонали параллелограмма, сторонами которого являются заданные векторы, называется векторным или геометрическим сложением.

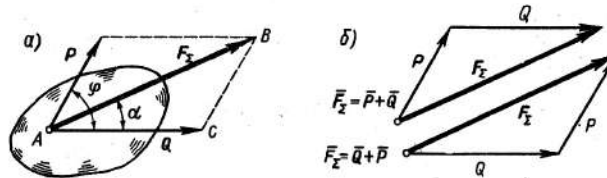


Рис. 1.4

Таким образом, можно сказать, что равнодействующая двух сил, приложенных в одной точке, равна их векторной сумме:

$$F = P + Q$$

и приложена в той же точке.

IV - голые векторы: $\varphi = 0$; $\varphi = 180^\circ$; $\varphi = 90^\circ$

6. Разложение силы на две составляющие.

Разложить силу на составляющие – это значит найти систему сил, эквивалентную данной силе. В общем случае задача разложения силы на две составляющие есть задача неопределенная, имеющая бесчисленное множество решений. Для того, чтобы задача имела определенное решение, необходимо задать два условия, например, направления или модули двух составляющих и т.п.

§ 1.3. Теорема о равновесии плоской системы трех непараллельных сил

Теорема. Для равновесия плоской системы трех непараллельных сил необходимо, но недостаточно, чтобы линии действия этих сил пересекались в одной точке.

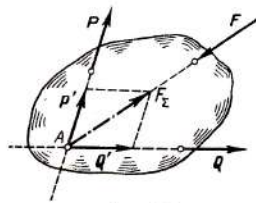


Рис. 1.5

Пусть даны силы P , Q и F , причем линии действия сил P и Q не пересекаются в точке A (рис. 1.5). На основании следствия из аксиом III и IV перенесем силы P и Q вдоль линий их действия в точку A и на основании аксиомы параллелограмма найдем равнодействующую F_Σ этих сил. В результате получаем систему двух сил (F_Σ, F) , эквивалентную данным трем силам:

$$(P, Q, F) \equiv (F_\Sigma, F).$$

Но, согласно аксиоме III, равновесие возможно, если силы F_Σ и F лежат на одной прямой, следовательно, линия действия силы F также пройдет через точку A .

Данная теорема дает лишь необходимое условие равновесия, но недостаточное, так как три силы могут сходиться в одной точке, но не быть в равновесии (силы, линии действия которых пересекаются в одной точке, называют сходящимися).

