

Связи. Реакции связей.

Тела, ограничивающие перемещение изучаемого тела в пространстве, называются **связями**. Силы, с которыми связь действует на тело, называются **реакциями связи**. Реакции приложены к поверхности контакта тела со связью и образуют систему сил.

Рассмотрим связь, фиксирующую тело при любых нагрузках: **глухую заделку**. Такую связь можно осуществить, если к телу приварить загнутый стержень и забетонировать его в стене.

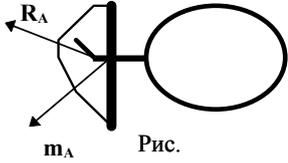


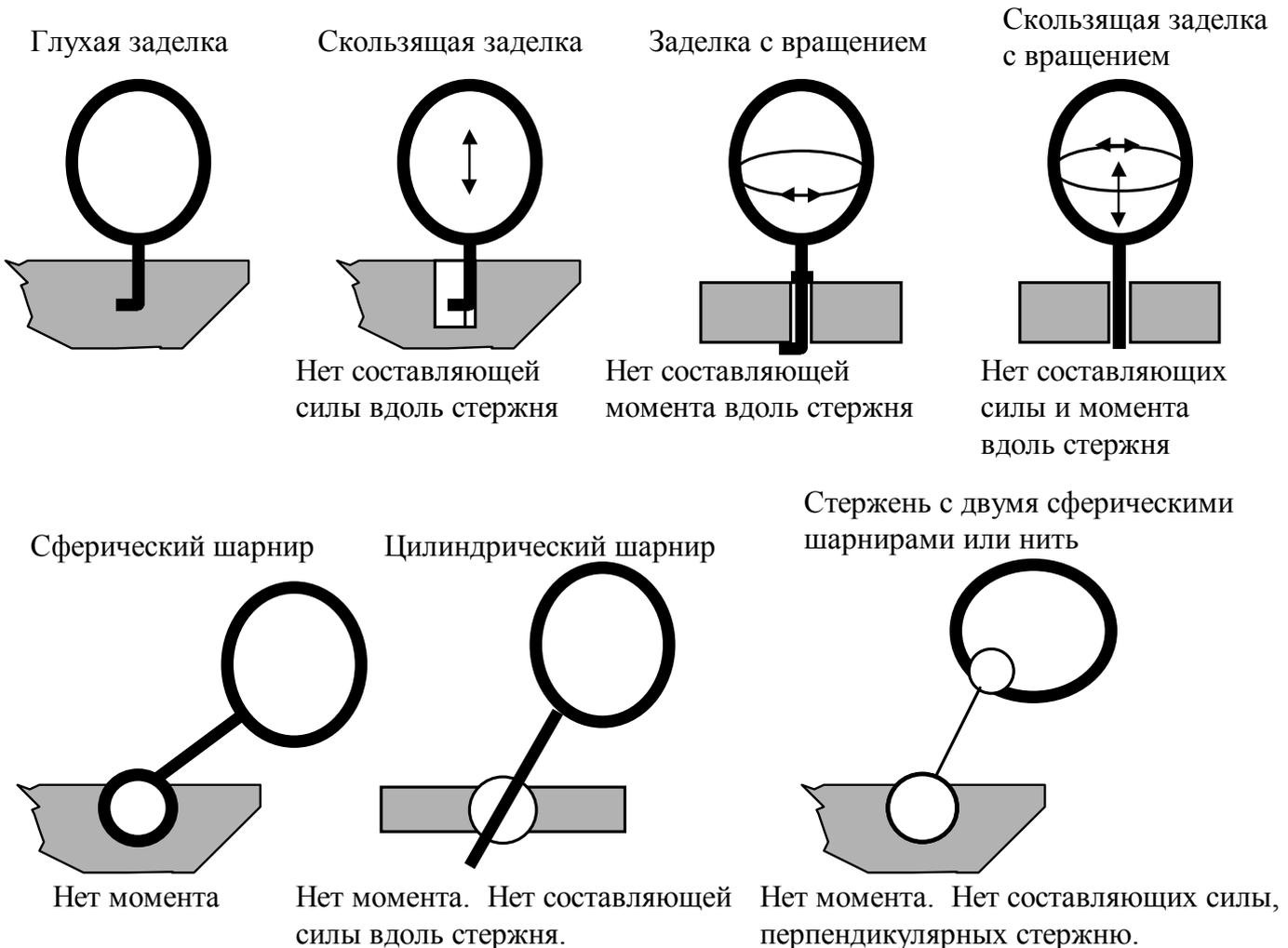
Рис.

Как будет показано ниже, любая система сил может быть приведена к произвольной точке, в которой заменена одной силой, равной главному вектору системы и одной парой с моментом, равным главному моменту системы (теорема Пуансо).

Реакции связи глухой заделки можно привести по теореме Пуансо к точке А, в которой получить силу R_A и момент m_A . Они могут иметь произвольное направление, поскольку глухая заделка препятствует перемещению в любом направлении и повороту вокруг произвольно направления.

Если связь не препятствует перемещению (повороту) тела вдоль (вокруг) некоторого направления, то составляющая сил (момента) реакции вдоль этого направления отсутствует. Так, преобразуя глухую заделку, можно получить новые типы связей (Рис.).

Перемещения (повороты), разрешаемые связью, вдоль которых отсутствует составляющая силы (момента) реакции.



Постановка задачи статики. Связи, совместимые с нагрузкой. Избыточные связи. Статическая определимость задачи.

Постановка задачи. Дано тело, находящееся под действием заданных **активных сил (нагрузок)** и сил реакций связей. Требуется найти реакции связей из уравнений статики. Уравнения равновесия представляют собой линейную систему независимых алгебраических уравнений. Число их зависит от типа системы сил, приложенных к телу (пространственная, плоская и т.д.). Эту систему уравнений для искомых реакций можно записать в матричном виде:

$$Ax=b \quad (1)$$

Здесь A - матрица коэффициентов, x - столбец искомых реакций, b - столбец проекций главного вектора и главного момента нагрузки.

Решение системы существует, если уравнения совместны. Они могут быть не совместными только, если матрица A имеет нулевую строчку там, где существует ненулевой элемент нагрузки. Иначе говоря, если связи не создают реакции в направлении действия какой-либо составляющей нагрузки. В этом случае равновесие невозможно и уравнения статики неприменимы.

Назовем связи **совместимыми** с данной нагрузкой, если они обеспечивают равновесие тела при действии данной нагрузки. Заделка, например, совместима с произвольной пространственной нагрузкой. Очевидно, что одна нить не является достаточной связью для произвольной нагрузки. Однако, если нагрузкой является одна сила (например тяжести), то нить на которой тело (люстра) висит, обеспечит равновесие тела. Таким образом, уравнения статики совместны, если связи совместимы с нагрузкой.

Пусть связи совместимы с нагрузкой. Как известно из алгебры, система алгебраических уравнений имеет единственное решение только в том случае, если число неизвестных равно числу уравнений. Такую задачу назовем **статически определимой**. Условием статической определимости является отсутствие **избыточных связей**.

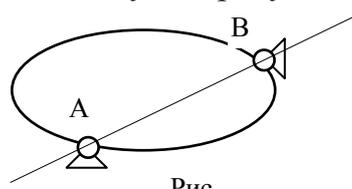
В классической механике рассматривается твердое тела. Расстояние между точками и углы между направлениями в таком теле остаются неизменными благодаря внутренним связям. Поэтому, если указанное расстояние или угол пытаться зафиксировать еще и внешними связями, то последние будут избыточными.

Признаком избыточности связей служит возможность возникновения реакций при отсутствии нагрузки. Чтобы проверить, избыточны связи или нет, можно совершить один из двух мысленных экспериментов:

1. Произвольно немного сместить основание одной из связей (монолит, на который опирается сама связь) или
2. Нагреть тело.

Если при этом реакции изменятся, то связи избыточны.

Пусть требуется закрепить тело связями, совместимыми с произвольной нагрузкой.



Рис

Глухая заделка конечно подойдет, но не интересна, поэтому в задачке вы ее не встретите. Поставим в произвольной точка А тела сферический шарнир. Если в другой точке В поставить второй сферический шарнир, то число неизвестных станет равным шести, и может показаться, что задача окажется статически определимой. Однако это не так.

При установке двух сферических шарниров, появляется избыточность связей вдоль соединяющей их линии, поскольку шарниры второй раз фиксируют расстояние между точками. В то же время указанные шарниры не совместны с произвольной пространственной нагрузкой, поскольку возможен поворот тела вокруг оси, проходящей через шарниры.

Избыточность связей исчезнет, если вместо второго сферического шарнира поставить цилиндрический шарнир. Ось цилиндрического шарнира не может быть перпендикулярна

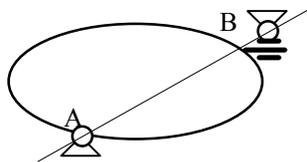


Рис.2

линии АВ, иначе опять возникнет избыточность связей.

Теперь число неизвестных станет равным пяти, но несовместимость связей с произвольной нагрузкой сохранится.

Чтобы окончательно закрепить тело поставим в точке С еще

одну связь. Ясно, что она должна создать лишь одну неизвестную, иначе число неизвестных станет больше шести. Такой связью может быть шарнир на двух шарнирах в точке С. Стержень нельзя располагать в плоскости АВС, иначе он будет избыточным и, одновременно, несовместным с произвольной нагрузкой.

