

6.ТРЕНИЕ

6.1. Законы трения скольжения

Законы Ш.Кулона (XVIII век):

1. Если одно тело стремится сдвинуться относительно другого, то в плоскости их соприкосновения возникает **сила трения скольжения в покое**, F , величина которой может изменяться от нуля до некоторого предельного значения, $0 \leq F \leq F_{пр}$.

2. Величина $F_{пр}$ равна произведению статического коэффициента трения, f_0 , на величину нормального давления, N .

$$F_{пр} = f_0 \cdot N$$

3. Величина предельной силы трения не зависит от размеров соприкасающихся при трении поверхностей.

Отмеченные выше закономерности относятся к случаю, когда тела не перемещаются друг относительно друга.

В случае перемещения тел друг относительно друга, т.е. применительно к *трению скольжения при движении* установлено следующее:

1. Силы трения в движении направлены противоположно векторам скоростей точек соприкасающихся тел.
2. Величина силы трения в движении пропорциональна нормальному давлению, N , одного из трущихся тел на другое; пропорциональность устанавливается посредством коэффициента трения скольжения в движении, f'
$$F = f' \cdot N$$
3. Коэффициент f' несколько меньше коэффициента f и зависит от материалов трущихся тел и состояния их поверхностей.
4. Коэффициент f' зависит от относительной скорости трущихся тел. В большинстве случаев с увеличением скорости величина коэффициента убывает.

6.2. Угол и конус трения

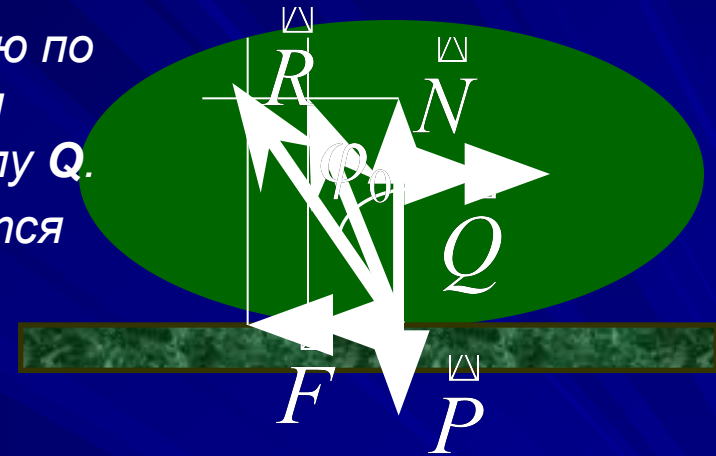
На покоящееся тело со стороны поверхности (связи) действует сила реакции N , уравнивающая силу тяжести тела P .

Попытаемся сдвинуть тело, приложив небольшую по модулю силу Q . Мгновенно появится касательная составляющая реакции F , уравнивающая силу Q .

Полная реакция поверхности на тело складывается из двух составляющих:

нормальной, N , и касательной (силы трения), F

$$\vec{R} = \vec{F} + \vec{N}$$



Увеличение модуля Q приводит к увеличению модуля силы трения F и, соответственно, к отклонению вектора R от вертикали.

Максимальное отклонение R от вертикали соответствует максимальному модулю $F=F_{пр}$ и соответствует наибольшему модулю Q при котором тело еще находится в покое, т.е. при дальнейшем увеличении Q тело придет в движение. Наибольший угол отклонения R от вертикали и называют **углом трения** φ_0

На рисунке видно, что $\operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{F_{пр}}{N} = \frac{f_0 \cdot N}{N}$, откуда $\operatorname{tg}\varphi_0 = f_0$

Представьте геометрическую фигуру, которая получится при вращении вектора R вокруг вертикали; получим конус с вершиной в точке приложения R . Это и есть **конус трения**.

6.3. Трение качения

Пока величина силы Q и, соответственно, пара сил не столь велики, она не сможет преодолеть пластически образованную поверхность другого. Пусть тело и поверхность будут абсолютно твердыми. Тогда местом контакта в плоскости будет точка A . К покоящемуся телу приложены сила тяжести P и сила реакции N при этом $N = -P$. В большей мере правую ее часть и разгрузив левую, как это показано на рисунке в виде трапеции.

Важно помнить, самой малой по модулю силой Q будет смещаться равнобедренная распределенная нагрузка. Будет смещаться вправо же возникнет сила трения F пытающаяся удержать тело в покое, но вместо этого возникает пара сил (Q, F) , приводящая к качению тела по поверхности.

В случае АТТ никакого сопротивления качению нет. Откуда получаем коэффициент трения качения $\delta = QR / P$

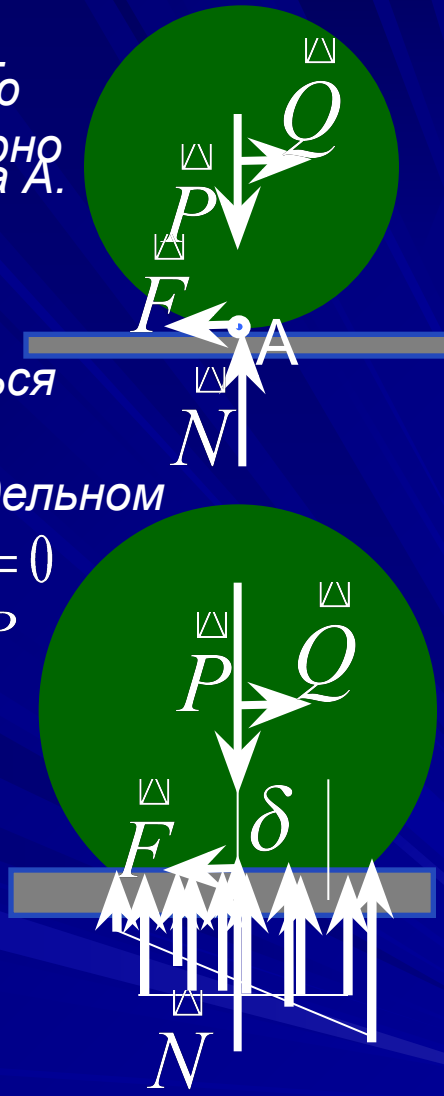
Рассмотрим реальные деформируемые тела. В этом случае местом контакта будет уже площадка, представленная на рисунке линией. Это можно представить, вспомнив деформацию колеса автомобиля.

Та же сила тяжести, P , действует на тело.

А вот нормальная составляющая реакции связи равномерно распределена по линии контакта.

Если просуммировать эту распределенную силу, то получим величину N .

При приложении к телу малой силы Q возникнет такая же по величине и противоположная по направлению сила трения F , уравнивающая действие Q , но создающая пару (Q, F) , которая пытается покатить тело по поверхности в сторону действия пары.



7. ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ТЕЛА

Центром тяжести твердого тела называется точка, через которую проходит линия действия равнодействующей сил тяжести частиц данного тела, при любом его расположении в пространстве

$$x_c = \frac{\sum p_k x_k}{P}$$

$$y_c = \frac{\sum p_k y_k}{P}$$

$$z_c = \frac{\sum p_k z_k}{P}$$

$$\bar{P} = \sum_n \bar{p}_k$$

