ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

# ЛЕКЦИЯ 3

## *Момент силы относительно точки. Пара сил*

### 3.1. Момент силы относительно точки

Когда сила приложена к телу так, что может вызвать его вращение, её действие удобно характеризовать моментом. Момент силы относительно точки — это произведение модуля силы на длину перпендикуляра, опущенного из этой точки на линию действия силы. Этот перпендикуляр называется плечом силы.

Момент характеризуется знаком: если сила стремится повернуть тело по часовой стрелке, момент считается положительным; если против — отрицательным. Единица измерения момента — ньютон-метр (Н·м).

Профессиональный пример: при затяжке болта гаечным ключом сила руки приложена к концу ключа. Чем длиннее ключ (больше плечо), тем больший момент создаётся при той же силе. Именно поэтому для тугих болтов используют длинные ключи или удлинители — чтобы увеличить плечо и получить больший момент без увеличения усилия руки.

### 3.2. Теорема Вариньона

Момент равнодействующей силы относительно любой точки равен сумме моментов составляющих сил относительно той же точки. Это значит, что если силу можно разложить на составляющие, то вместо момента самой силы можно вычислить сумму моментов её составляющих — результат будет тем же. Это упрощает расчёты, когда линия действия силы неудобно расположена для определения плеча.

### 3.3. Пара сил и её свойства

Пара сил — это две равные по модулю, параллельные и противоположно направленные силы, приложенные к телу. Пара сил не имеет равнодействующей — её нельзя заменить одной силой. Действие пары сил на тело сводится к вращению.

Момент пары сил равен произведению модуля одной из сил на расстояние между линиями действия сил (плечо пары). Момент пары не зависит от точки, относительно которой он вычисляется — это постоянная величина для данной пары.

Основные свойства пары сил:

- Пару сил можно переносить в плоскости её действия — момент при этом не меняется.
- Можно изменять модуль силы и плечо пары, сохраняя их произведение (момент) — эффект на тело не изменится.
- Несколько пар сил, действующих в одной плоскости, можно заменить одной эквивалентной парой, момент которой равен сумме моментов всех пар.

### 3.4. Произвольная плоская система сил

Произвольная плоская система сил — это система, силы которой лежат в одной плоскости, но их линии действия не пересекаются в одной точке. Для определения равновесия такой системы используются три условия равновесия.

Основная форма условий равновесия: сумма проекций всех сил на ось X равна нулю, сумма проекций всех сил на ось Y равна нулю, сумма моментов всех сил относительно любой точки равна нулю. Эти три уравнения позволяют найти до трёх неизвестных реакций.

Существуют и другие формы условий равновесия (две формы из трёх уравнений каждая), но все они приводят к одному результату. Главное правило — точки, относительно которых берутся моменты, не должны лежать на одной прямой.

## 3.5. Профессиональные примеры

Кронштейн для крепления светильника. Кронштейн вмурован в стену (жёсткая заделка). На его свободный конец действует вес светильника. Эта сила создаёт момент относительно места заделки. Чем дальше светильник от стены (больше плечо), тем больше момент, стремящийся вырвать кронштейн. Поэтому тяжёлое оборудование крепят как можно ближе к стене или усиливают кронштейн дополнительными поддержками.

Вал электродвигателя. На вал действует вращающий момент от электромагнитных сил в двигателе и момент сопротивления нагрузки (например, вентилятора или насоса). В установившемся режиме эти моменты уравновешены — их сумма равна нулю. Если момент двигателя больше момента сопротивления, вал ускоряется; если меньше — замедляется.

***Контрольные вопросы***

1. Что такое момент силы относительно точки и от чего он зависит?
2. Почему для затяжки болтов используют длинные ключи?
3. Что такое пара сил? Почему её нельзя заменить одной силой?
4. Сформулируйте условия равновесия произвольной плоской системы сил.
5. Как влияет расстояние от стены до светильника на нагрузку кронштейна? Объясните с точки зрения момента силы.