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

ЛЕКЦИЯ 6

Динамика. Работа, мощность и энергия

6.1. Основные законы динамики

Динамика изучает движение тел под действием сил. В основе динамики лежат законы Ньютона.

Первый закон (закон инерции): тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока на него не подействует сила. Инерция — свойство тела сохранять скорость неизменной.

Второй закон (основной закон динамики): ускорение тела прямо пропорционально действующей силе и обратно пропорционально массе тела. Чем больше масса, тем труднее разогнать или остановить тело. Масса — мера инерции тела.

Третий закон (закон равенства действия и противодействия): силы, с которыми тела действуют друг на друга, всегда равны по модулю и противоположны по направлению.

Масса измеряется в килограммах (кг). Сила тяжести, действующая на тело, равна произведению массы тела на ускорение свободного падения (примерно 9,8 м/с за секунду).

6.2. Силы инерции

При ускоренном движении тела возникает сила инерции, направленная в сторону, противоположную ускорению. При торможении ротора сила инерции стремится продолжить вращение. При пуске двигателя сила инерции сопротивляется разгону.

При вращательном движении мерой инерции является момент инерции — он зависит от массы тела и её распределения относительно оси вращения. Чем дальше масса от оси, тем больше момент инерции. Сплошной ротор имеет меньший момент инерции, чем полый того же веса и наружного диаметра, потому что у сплошного часть массы расположена ближе к оси.

6.3. Работа силы

Работа силы — это мера действия силы на некотором перемещении. Работа равна произведению силы на перемещение и на косинус угла между ними. Если сила направлена в сторону движения — она совершает положительную работу (двигатель толкает механизм). Если против движения — отрицательную (сила трения тормозит). Если сила перпендикулярна перемещению — работа равна нулю (сила тяжести при движении по горизонтали не совершает работы).

Единица измерения работы — джоуль (Дж). Один джоуль — это работа силы в один ньютон на перемещении в один метр.

Работа при вращательном движении равна произведению момента силы на угол поворота. Это аналогично работе при поступательном движении, но вместо силы — момент, а вместо перемещения — угол поворота.

6.4. Мощность

Мощность — это работа, совершаемая за единицу времени. Чем больше мощность, тем быстрее совершается работа. Единица измерения — ватт (Вт). Один ватт — это один джоуль в секунду. На практике используют киловатты (кВт) и мегаватты (МВт).

Мощность при вращательном движении равна произведению вращающего момента на угловую скорость. Это важнейшее соотношение для электромонтёра: оно связывает механическую мощность на валу двигателя с его электрической мощностью. При одной и той же мощности двигатель с большей частотой вращения развивает меньший момент, и наоборот.

Коэффициент полезного действия (КПД) — отношение полезной мощности к затраченной. Часть энергии всегда теряется на трение, нагрев и другие потери. КПД электродвигателя обычно составляет от 80 до 95 процентов. Чем выше КПД, тем меньше электроэнергии тратится впустую.

6.5. Энергия

Энергия — это способность тела совершать работу. Различают кинетическую и потенциальную энергию.

Кинетическая энергия — энергия движущегося тела. Она зависит от массы тела и скорости: чем больше масса и скорость, тем больше кинетическая энергия. Для вращающегося тела кинетическая энергия зависит от момента инерции и угловой скорости. Маховик, накопивший кинетическую энергию, может продолжать вращать механизм некоторое время после отключения двигателя.

Потенциальная энергия — энергия, обусловленная положением тела. Поднятое на высоту тело обладает потенциальной энергией силы тяжести. Сжатая или растянутая пружина обладает потенциальной энергией упругости.

Закон сохранения механической энергии: в системе без трения сумма кинетической и потенциальной энергии остаётся постоянной. При падении тела потенциальная энергия переходит в кинетическую; при подъёме — наоборот.

6.6. Профессиональные примеры

Электродвигатель и нагрузка. Номинальная мощность двигателя (указанная на табличке) — это механическая мощность на валу. Электрическая мощность, потребляемая из сети, больше — разница уходит на потери в двигателе (нагрев обмоток, трение в подшипниках, магнитные потери). КПД позволяет рассчитать, сколько электрической энергии нужно для получения заданной механической мощности.

Вентилятор после отключения. При выключении вентилятора его рабочее колесо продолжает вращаться некоторое время за счёт кинетической энергии. Чем больше момент инерции колеса, тем дольше оно вращается. Это свойство учитывают при проектировании систем вентиляции — для быстрой остановки колеса устанавливают тормоза.

Подъём груза электроталью. При подъёме груза двигатель тали совершает работу против силы тяжести. Мощность, необходимая для подъёма, зависит от веса груза и скорости подъёма. Чем тяжелее груз или чем быстрее подъём, тем больше нужна мощность двигателя. Если двигатель перегружен (груз слишком тяжёлый), он перегревается и может сгореть.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте второй закон Ньютона. Как масса тела влияет на его ускорение?
2. Что такое работа силы и в каких единицах она измеряется?
3. Как связана мощность при вращательном движении с моментом и частотой вращения?
4. Что такое КПД механизма и почему он всегда меньше 100%?
5. Объясните, почему после отключения вентилятор продолжает вращаться. Какая энергия при этом используется?