Лекция №7

Механические характеристики электродвигателей

Понятие механической характеристики

Механическая характеристика электродвигателя — это зависимость скорости вращения от момента на валу. Она является важнейшей характеристикой двигателя, так как определяет его поведение при изменении нагрузки. Знание механических характеристик необходимо для правильного подбора двигателя к рабочему механизму, для анализа режимов пуска и торможения, для расчёта динамики электропривода.

Механическая характеристика строится в координатах «скорость — момент» или «момент — скорость». По форме характеристики судят о свойствах двигателя: насколько жёстко он держит скорость при изменении нагрузки, какой момент развивает при пуске, что происходит при перегрузке.

Жёсткость механической характеристики

Жёсткость механической характеристики — это показатель, характеризующий степень изменения скорости при изменении момента нагрузки. Чем меньше изменяется скорость при изменении момента, тем характеристика жёстче. По жёсткости характеристики электродвигатели делятся на три группы.

Абсолютно жёсткая характеристика — скорость не зависит от нагрузки. Такую характеристику имеют синхронные двигатели: при любой нагрузке (в пределах устойчивой работы) скорость вращения остаётся неизменной.

Жёсткая характеристика — скорость незначительно снижается при увеличении нагрузки. Её имеют двигатели постоянного тока с параллельным возбуждением и асинхронные двигатели на рабочем участке характеристики. Снижение скорости от холостого хода до номинальной нагрузки составляет всего несколько процентов.

Мягкая характеристика — скорость значительно меняется при изменении нагрузки. Её имеют двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением: при увеличении нагрузки скорость резко падает, а при уменьшении — резко растёт. Это свойство ценно для транспортных механизмов — при трогании с места на больших нагрузках двигатель развивает большой момент, а при разгоне на малых нагрузках скорость растёт.

Механические характеристики рабочих механизмов

Для правильного подбора двигателя необходимо знать не только его механическую характеристику, но и характеристику рабочего механизма — зависимость момента сопротивления от скорости. Момент сопротивления механизма зависит от его типа и принципа действия.

Механизмы с постоянным моментом сопротивления: лебёдки, краны, подъёмники, конвейеры, поршневые насосы и компрессоры. Момент сопротивления этих механизмов не зависит от скорости и остаётся постоянным во всём диапазоне.

Механизмы с моментом, растущим пропорционально скорости: некоторые станки, где момент трения растёт с увеличением скорости. Механизмы с моментом, растущим пропорционально квадрату скорости (вентиляторная характеристика): центробежные насосы, вентиляторы, дымососы, центробежные компрессоры. Это самые распространённые механизмы, и они особенно выгодны для регулирования скорости, так как при снижении скорости мощность падает по кубическому закону.

Точка пересечения механической характеристики двигателя и характеристики механизма определяет установившуюся скорость работы. Если эта точка устойчива — малое отклонение скорости вызывает избыточный момент, возвращающий систему в исходное состояние — то электропривод будет работать стабильно.

Пуск и торможение электродвигателей

Пуск электродвигателя — это процесс разгона от нулевой скорости до рабочей. При пуске двигатель должен преодолеть момент сопротивления механизма и моменты инерции всех вращающихся масс. Пусковой момент должен быть больше статического момента сопротивления, иначе двигатель не запустится.

Торможение — это процесс остановки двигателя. Существует несколько способов торможения. Пассивное торможение — отключение двигателя от сети; остановка происходит за счёт сил трения. Этот способ медленный, но простой. Динамическое торможение — отключение двигателя от сети и замыкание обмоток на сопротивление; кинетическая энергия преобразуется в тепловую и рассеивается в сопротивлении.

Рекуперативное торможение — двигатель переходит в режим генератора и отдаёт энергию в сеть. Этот способ самый экономичный, но требует специальных условий (превышения скорости над синхронной). Торможение противовключением — изменение направления вращения магнитного поля так, что двигатель создаёт тормозной момент. Этот способ эффективен, но сопровождается большими токами и потерями.