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

Лекция 9. Асинхронные и синхронные машины переменного тока

9.1. Асинхронный двигатель: устройство и принцип

Асинхронный двигатель — самый распространённый электродвигатель в промышленности. Состоит из:

- Статор — неподвижная часть с трёхфазной обмоткой, создающая вращающееся магнитное поле.
- Ротор — вращающаяся часть. Бывает короткозамкнутый (беличья клетка — литая алюминиевая или медная) и фазный (обмотка с контактными кольцами).

Принцип: вращающееся поле статора пересекает проводники ротора и наводит в них ЭДС. По замкнутым проводникам ротора течёт ток, который взаимодействует с полем статора — создаётся вращающий момент. Ротор вращается медленнее поля (асинхронно) — это и есть скольжение.

9.2. Скольжение

Скольжение — относительная разность скоростей поля статора и ротора:

$$s = (n_1 - n_2) / n_1 \times 100\%$$

где n_1 — синхронная скорость поля, n_2 — скорость ротора.

- Холостой ход: s → 0 (ротор почти догоняет поле)
- Номинальный режим: s = 2–8%
- Пуск: s = 100% (ротор неподвижен)

$$n_2 = n_1 \times (1 - s) = 60f(1 - s) / p$$

9.3. Пуск асинхронного двигателя

Пусковой ток короткозамкнутого двигателя в 5–7 раз превышает номинальный. Способы снижения пускового тока:

Способ	Пусковой ток	Пусковой момент	Применение
Прямой пуск	5–7 × I_ном	1–1,5 × M_ном	Малые двигатели (< 5 кВт)
Звезда → треугольник	1,5–2 × I_ном	0,3–0,4 × M_ном	Двигатели с выведенными обмотками
Автотрансформатор	2–3 × I_ном	0,4–0,6 × M_ном	Средние двигатели
Частотный преобразователь	≤ I_ном	регулируемый	Современный способ, любой двигатель

9.4. Регулирование скорости

- Изменением числа пар полюсов (переключение обмоток статора) — ступенчатое.
- Изменением частоты питающего напряжения (частотный преобразователь) — плавное, самое современное.

- Изменением скольжения (для фазного ротора — реостат в цепь ротора) — с потерями.
- Изменением напряжения статора — ограниченно, с потерями.

9.5. Реверс асинхронного двигателя

Для изменения направления вращения нужно поменять чередование фаз: переключить любые две фазы на клеммной колодке статора.

9.6. Синхронный двигатель

Ротор синхронного двигателя вращается с той же скоростью, что и магнитное поле статора ($s = 0$). Ротор имеет обмотку возбуждения (питается постоянным током через контактные кольца) или постоянные магниты.

- Скорость строго постоянна, не зависит от нагрузки (до предела опрокидывания).
- Можно работать с $\cos \varphi = 1$ или опережающим (компенсация реактивной мощности).
- Применяется для мощных приводов: насосы, компрессоры, генераторы на электростанциях.

Синхронные генераторы — основные источники электрической энергии на всех типах электростанций.

9.7. Практика электромонтёра

- Перед пуском двигателя — проверка сопротивления изоляции ($\geq 0{,}5$ МОм), отсутствия затирания ротора (прокрутка от руки).
- Перегрев двигателя: проверка тока по фазам (должен быть равным), наличия перекоса фаз, загрязнения вентиляционных каналов.
- Гудение двигателя при недогрузке или перекосе фаз — признак несимметрии.
- Выбор способа пуска зависит от мощности двигателя, сети и условий пуска (под нагрузкой или без).
- Для фазного ротора: проверка контактных колец, щёток, реостата; обеспечить хороший контакт.
- Смазка подшипников по графику, контроль температуры подшипниковых узлов.