

Основные термины в электроприводе

1. **Асинхронный двигатель** – двигатель переменного тока, в котором ротор вращается с частотой меньше частоты вращения электромагнитного поля статора (относительная разность этих частот - *скольжение*).

Асинхронные двигатели:

- С короткозамкнутым ротором (беличье колесо);
- С фазовым ротором.

Режимы работы:

- Двигательный режим $0 < s < 1$ $n < n_1$;
- Генераторный режим $s < 0$ $n > n_1$.

Преимущества АД с короткозамкнутым ротором:

- Нетребовательны к тех.обслуживанию;
- Эксплуатация во взрывоопасной зоне (т.к. отсутствуют щётки, а следовательно - искрение);
- Высокий КПД и коэффициент мощности;
- Низкая стоимость

2. **Синхронный двигатель** - двигатель переменного тока, в котором ротор вращается с той же частотой, что и электромагнитное поле статора. Имеют постоянную рабочую скорость, которая не меняется во время стандартных изменений нагрузки, скольжение $s=0\%$. Недостатком является сложность конструкции и вследствие этого высокая стоимость.

3. **Синхронный реактивный двигатель** – синхронный двигатель, в роторе которого отсутствует обмотка возбуждения (постоянные магниты). РД относительно недорогие и надёжные по сравнению с СД. Недостатками является низкий КПД и коэффициент мощности, большая масса.

4. **Синхронная скорость (n_1)** - частота вращения электромагнитного поля статора.

$$n_1 = \frac{f_1 \cdot 60}{p} \text{ [min}^{-1}\text{]} \quad \begin{array}{l} f_1 - \text{частота питающего напряжения} \\ p - \text{число пар полюсов двигателя} \end{array}$$

5. **Скольжение (s)**- отношение скольжения скорости к синхронной скорости:

$$s = \frac{n_s}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

6. **Скорость вращения ротора:**

$$n = n_1 \cdot (1-s)$$

7. **Коэффициент мощности:**

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad \begin{array}{l} P - \text{активная мощность} \\ S - \text{полная мощность} \end{array}$$

8. **Номинальный момент двигателя:**

$$M_n \text{ [Nm]} = \frac{P_n \text{ [kW]} \cdot 9550}{n_n \text{ [rpm]}} \quad \begin{array}{l} P_n - \text{номинальная мощность двиг.} \\ n_n - \text{номинальные обороты двигателя} \end{array}$$

9. **Полная мощность двигателя:** - мощность, потребляемая двигателем из сети и определяемая как геометрическая сумма активной и реактивной мощностей:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1$$

U_1 - номинальное напряжение
 I_1 - номинальный ток.
 P - активная мощность
 Q - реактивная мощность

10. **Активная мощность двигателя** – мощность, связанная с преобразованием электроэнергии в механическую энергию.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = P \cdot r = S \cdot \cos \varphi$$

φ - угол сдвига между векторами напряжения и тока;
 U, I – действующие значения напряжения и тока.

11. **Реактивная мощность двигателя** – мощность, связанная с созданием магнитных полей в обмотках двигателя и покрытием потерь на магнитные поля рассеяния.

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = P \cdot x_l$$

x_l – индуктивное сопротивление;
 φ - угол сдвига между векторами напряжения и тока;
 U, I – действующие значения напряжения и тока.

12. **КПД двигателя** – отношение номинальной мощности двигателя к активной мощности.

$$h = \frac{P_n}{P} [\%]$$

13. **Индуктивное сопротивление** – сопротивление обмоток двигателя, связанное с созданием вокруг них переменного магнитного поля.

$$x_l = 2\pi fL = \omega L$$

f – частота тока, Гц;
 ω - угловая частота, рад/с.

14. **Переменные токи и напряжения:**

$$f = \frac{\omega \cdot \rho}{2\pi}, \text{ Гц} - \text{частота тока и напряжения двигателя}$$

Мгновенные значения тока и напряжения: - значения тока и напряжения, определяемые для произвольного момента времени t .

$$i = I_m \sin(\omega t + \Psi_i), A$$

$$u = U_m \sin(\omega t + \Psi_u), B$$

I_m, U_m – амплитудные значения тока и напряжения;
 Ψ_i, Ψ_u - углы сдвига фаз тока и напряжения относительно начала координат;

$\Psi_u - \Psi_i = \varphi$ - угол сдвига фазы тока относительно фазы напряжения.

Действующие значения – значения такого периодического тока, который производит тот же тепловой эффект, что и равный ему по величине постоянный ток. Эти значения

являются среднеквадратичными значениями их мгновенных значений.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m, A$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot U_m, B$$

I_m, U_m – амплитудные значения тока и напряжения

15. Режимы работы двигателей:

- Продолжительный S1
- Кратковременный S2
- Прерывистый S3, S4, S5
- Продолжительный с периодической нагрузкой S6

16. Преобразователь частоты (ПЧ) – устройство для управления двигателями и позволяющее выполнять следующие основные функции:

- Плавное регулирование скорости двигателя;
- Возможность запитывать ПЧ однофазным или трёхфазным напряжением;
- Управление временем разгона и замедления;
- Управление торможением:
 1. Замедление переменным током;
 2. Торможение постоянным током.
- Электронное реверсирование;
- Увеличение мощности двигателя (87-герцовая характеристика);
- Защитные функции по току, напряжению, температуре и др.

Основные компоненты ПЧ:

- *Выпрямитель* – служит для преобразования переменного напряжения сети (однофазного или трёхфазного) в постоянное напряжение;
- *Промежуточный контур* – служит для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Состоит из сглаживающего конденсатора большой ёмкости и балластного резистора (для ограничения тока зарядки конденсатора);
- *Инвертор* – служит для инвертирования постоянного напряжения промежуточного контура в переменное по частоте и амплитуде напряжение при помощи силовых ключей (полевые или IGBT транзисторы) с использованием широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Несущая частота при этом достигает 16 кГц.

Параметры, измеряемые в ПЧ для реализации защитных функций:

- Напряжение промежуточного контура;
- Ток между конденсатором и инвертором;
- Сумма выходных напряжений;
- Токи выходных фаз.

17. *Буст* – увеличение входного напряжения двигателя для компенсации его падения на индуктивном сопротивлении обмотки статора на малых частотах.

18. *Пульт управления (оператор)* – устройство для ввода параметров.

Типы операторов:

- Цифровой;
- Интерфейс оператор;
- Оператор с памятью (COMBICARD);
- Интерфейсы (CAN; LON; InterBus; PropfiBus; LWL; BUS).

19. **PLC** – программируемый контроллер.
20. **Резольвер** – sin-cos датчик обратной связи для измерения скорости вращения ротора (аналог СКВТ).
21. **Энкодер** – оптический инкрементальный датчик обратной связи для измерения скорости вращения ротора путём подсчёта количества импульсов в единицу времени.