

ЛЕКЦИЯ 8

Электропривод с синхронным двигателем

Преимущества синхронных двигателей:

- высокий КПД (96-98%);
- высокий коэффициент мощности $\cos\varphi \rightarrow 1$;
- способен работать с опережающим $\cos\varphi$ (как компенсатор);
- возможность регулировки перегрузочной способности посредством изменения тока возбуждения $I_{в}$;
- перегрузочная способность меньше зависит от напряжения сети, чем у АД;
- большой воздушный зазор, а поэтому характеристики и свойства мало зависят от неточности монтажа ротора и износа подшипников;
- механическая характеристика абсолютно жесткая.

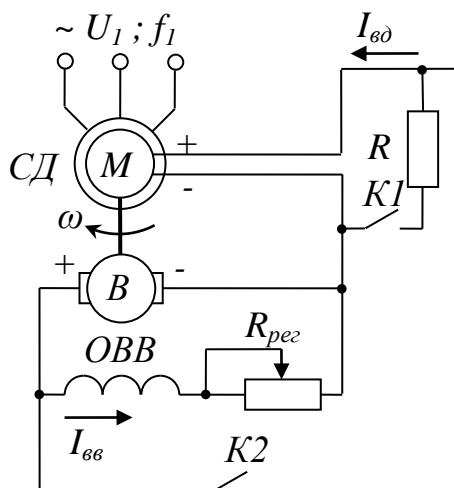
Недостатки:

- наличие контактных колец;
- дорогие и сложные;
- отсутствие собственного пускового момента.

Применяется в нерегулируемых ЭП (компрессоры, насосы, мельницы), большой мощности, длительного режима работы.

Схема включения

Схема включения СД приведена на рисунке 1:



В – возбудитель (генератор постоянного тока, мощностью $P=(0,3..3\%)\cdot P_{СД}$), установленный на одном валу с СД

Статор СД аналогичен статору АД, подключается к трехфазной сети переменного тока.

Рисунок 1 – Схема включения СД

Ротор имеет обмотку возбуждения и пусковую короткозамкнутую обмотку в виде беличьей клетки. Обмотка возбуждения ротора питается от возбудителя. Вращающий момент СД обусловлен взаимодействием

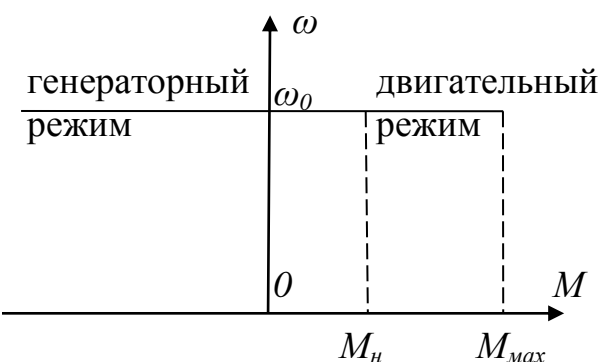


Рисунок 2 – Механическая характеристика СД

вращающегося магнитного поля статора и ротора. Максимальный момент M_{max} определяется по угловой характеристике $M=f(\theta)$ (рисунок 3).

Участок 1 – режим устойчивой работы. Участок 2 (при $\theta > \pi/2$) – режим неустойчивой работы (выход из синхронизма).

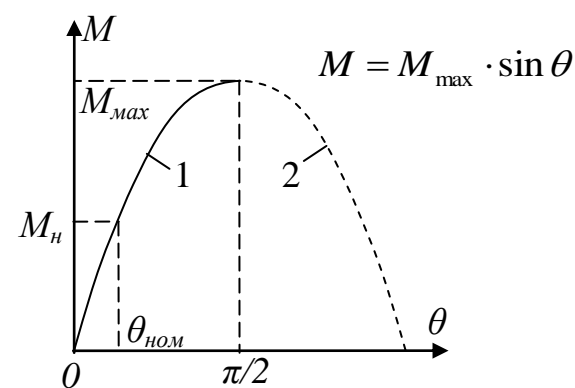


Рисунок 3 – Угловая характеристика СД

$$M = \frac{3U_{\phi} E}{\omega_0 X_1} \sin \theta$$

θ – угол между напряжением U_{ϕ} и ЭДС E

При $\theta = \pi/2$ – $M = M_{max}$;

Номинальный угол $\theta_n = 25 \dots 30^\circ$.

СД может работать во всех основных энергетических режимах.

Пуск синхронного двигателя

1. СД разгоняется с помощью вспомогательного двигателя до $\omega = 0,95\omega_0$, а затем дают ток возбуждения в обмотку ротора и ротор втягивается в синхронизм.

2. Асинхронный пуск СД – для этого служит КЗ обмотка. СД разгоняется как АД (в обмотке ротора нет питания) до подсинхронной скорости $\omega = 0,95\omega_0$, а затем на обмотку ротора подается ток возбуждения, ротор втягивается в синхронизм.

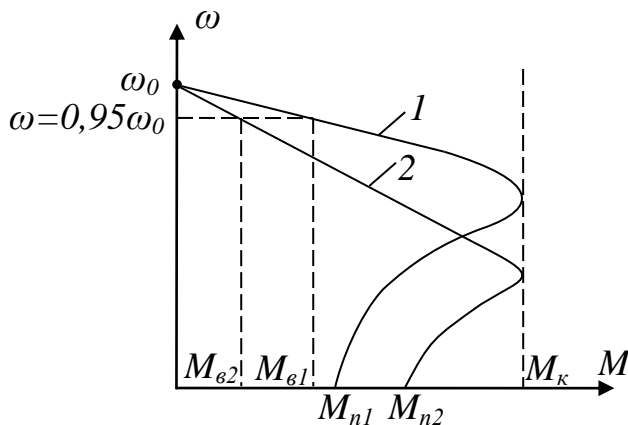


Рисунок 4 – Механические характеристики при асинхронном пуске СД

В зависимости от своих параметров пусковая обмотка СД обеспечивает 2 основных вида механической характеристики (рисунок 4). Выбор характеристики определяется условиями работы СД. Для тяжелых условий пуска выбирают характеристику 2, т.к. $M_{п2} >$

$M_{п1}$, но на характеристике 1 СД легче втягивается в синхронизм, т.к. $M_{вх1} >$ $M_{вх2}$.

При пуске используются две основные схемы возбуждения:

- с глухоподключенным возбуждением (см. схему рисунка 1 без К1, R, К2), для легких условий пуска (характеристика 1, рисунок 4);
- возбудитель подключается в конце пуска контактом К2 (см. схему рисунка 1). В начале пуска К1 замкнут, К2 разомкнут; в конце наоборот (характеристика 2, рисунок 4).

Для небольших мощностей при мощной питающей сети пуск СД происходит без ограничений пускового тока ($I_{пуск}=(4..5) I_n$)

При больших мощностях (МВт), соизмеримых с мощностью питающей сети, возникает необходимость ограничения пусковых токов, что чаще всего достигается использованием добавочных сопротивлений $R_{доб}$, реакторов и автотрансформаторов.

Регулирование скорости и торможение

До недавнего времени СД использовался только в нерегулируемых ЭП, но с появлением частотных преобразователей (ПЧ) применение СД расширилось.

$$f_1 = \text{var} \rightarrow \omega_0 \frac{2\pi f_1}{p} = \text{var} \rightarrow \omega = \text{var}$$

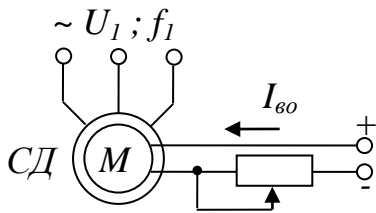


Рисунок 5 – Схема включения СД в режиме динамического торможения

Для торможения СД применяется метод динамического торможения (рисунок 5).

Противовключение СД используется редко, т.к. большие броски токов и моментов и как следствие сложная схема управления.

Задание:

1. Начертить схему включения СД.
2. Начертить механическую и угловую характеристики СД.
3. Назвать два основных способа пуска СД. Кратко пояснить.