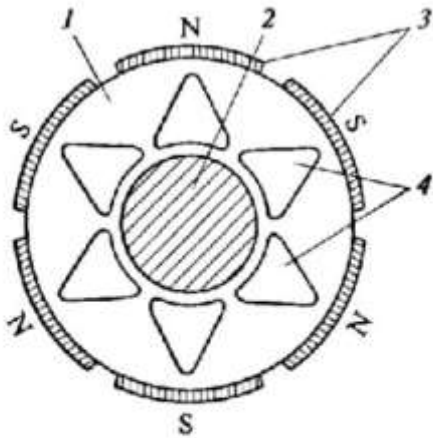


Конструктивные особенности синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов



Неявнополюсный ротор СДПМ в разрезе: 1 – пакет ротора; 2 – вал; 3 – постоянные магниты; 4 – отверстия.

Статор двигателя состоит из шихтованного пакета стали, в пазах которого укладывают обмотку. Ротор чаще выполняют неявнополюсным. Пакет ротора 1 располагают на валу 2 двигателя, постоянные магниты 3 наклеивают на поверхность пакета ротора. Листы пакета 1 имеют отверстия 4, улучшающие условия охлаждения ротора и уменьшающие его момент инерции.

Иногда применяют СДПМ с явнополюсным ротором, в которых постоянные магниты крепятся на валу двигателя в продольных пазах.

На валу двигателя обычно размещают «встроенный по умолчанию» датчик положения ротора, например, в виде вращающегося трансформатора (резольвера). Двигатель может быть снабжен встроенным электромагнитным тормозом. Принудительное охлаждение СДПМ обычно не требуется.

Трехфазный СДПМ как объект управления

Отличие от традиционного СД – поле ротора неизменно и создается потоком от постоянных магнитов, т.е. $\Psi_f = \text{const}$

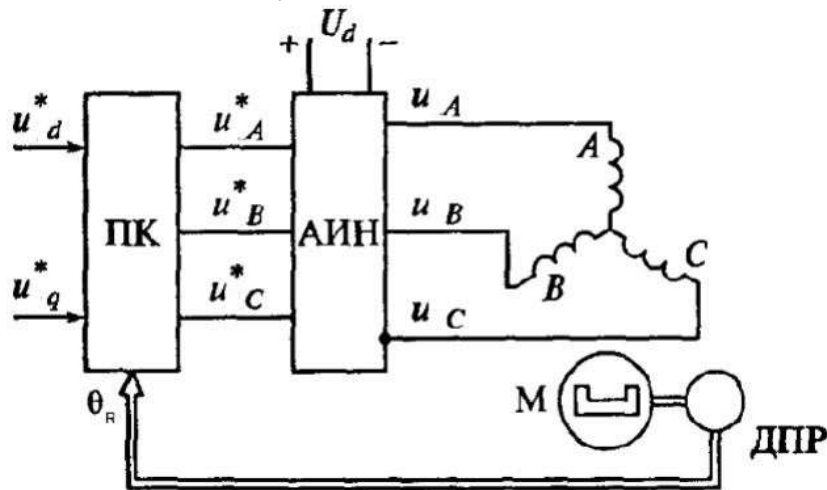


Схема питания и управления СДПМ

Обмотка статора питается от трехфазного ПЧ на основе АИН, коммутация ключей которого выполняется в функции угла поворота ротора. В результате частота сигналов управления u_A^* u_B^* u_C^* определяется скоростью двигателя.

Как и для традиционного СД, получение уравнений СДПМ с постоянными коэффициентами возможно лишь в системе координат d, q , вращающейся синхронно с ротором, ось d принимается сонаправленной с потоком постоянных магнитов.

Составляющие вектора потокосцепления по осям d, q запишутся в виде:

$$\Psi_d = \Psi_f + L_d i_d \quad (21) \quad \Psi_q = L_q i_q \quad (22)$$

Уравнения равновесия напряжений статора по осям d и q с учетом (21), (22) можно получить в виде:

$$u_d = R_S i_d + L_d \frac{di_d}{dt} - \omega_R L_q i_q \quad (23)$$

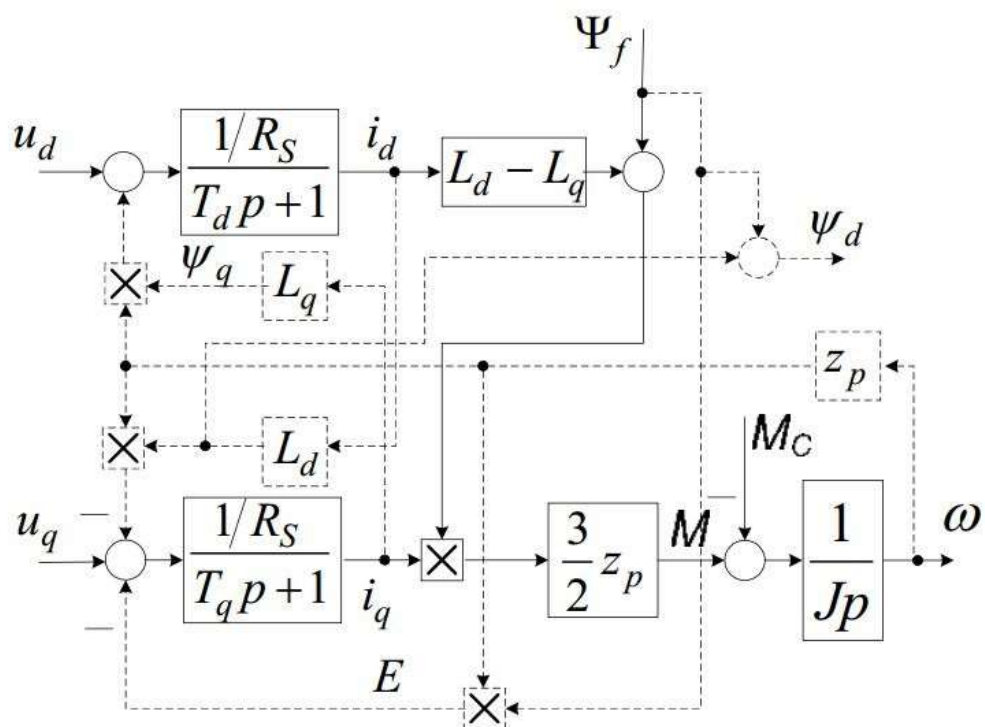
$$u_q = R_S i_q + L_q \frac{di_q}{dt} + \omega_R L_d i_d + E \quad (24)$$

где $E = \omega_R \Psi_f$ – амплитуда вектора ЭДС вращения, направленного по оси q . Уравнение для баланса напряжений цепи ротора отсутствует.

Подстановка в выражение для электромагнитного момента уравнений (21), (22) дает:

$$M = \frac{3}{2} z_p [\Psi_f + (L_d - L_q) i_d] i_q \quad (25)$$

Дополняя уравнения (21) – (25) уравнением движения (12), можно получить структурную схему СДПМ



Структурная схема СДПМ

$T_d = L_d / R_S$ – электромагнитные постоянные времени по осям d и q .
 $T_q = L_q / R_S$

Для неявнополюсной машины характерно $L_d = L_q$, следовательно, и $T_d = T_q$
 Для явнополюсной машины $T_d \neq T_q$ и $T_d \neq T_q$

Поскольку для СДПМ с неявнополюсным ротором характерно $L_d=L_q$, то выражение момента (25) приводится к виду:

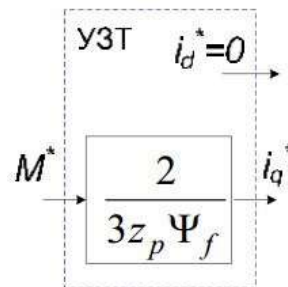
$$M = \frac{3}{2} z_p \Psi_f i_q \quad (25a)$$

т.е. при условии $\Psi_f = \text{const}$ момент пропорционален составляющей i_q тока статора и не зависит от составляющей i_d .

Следовательно, для достижения условия (26) необходимо обеспечить принудительное обнуление d-составляющей тока статора за счет формирования соответствующего сигнала задания:

$$i_d^* = 0 \quad (27)$$

При этом, как видно из выражения (25a), составляющая тока i_q приобретает смысл моментобразующей, следовательно, описанный алгоритм управления соответствует векторному управлению.

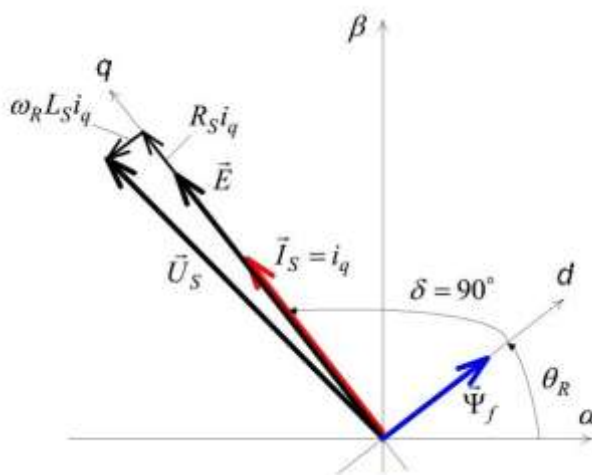


Соответствующая структура УЗТ

Рассматривая (23), (24) в установившемся режиме (принято $L_d=L_q=L_s$):

$$\left. \begin{aligned} u_d &= R_S i_d - \omega_R L_S i_q \\ u_q &= R_S i_q - \omega_R L_S i_d + E \end{aligned} \right\}$$

можно построить векторную диаграмму



Векторная диаграмма отражает взаимное расположение векторов: потокосцепления постоянных магнитов Ψ_f , ЭДС вращения E , напряжения U_s и тока I_s статора.

Векторная диаграмма СДПМ с неявнополюсным ротором при $i_d = 0$