

УДК 621.313

С.А.Корний (6 курс, каф. САУ), И.М.Семенов, к.т.н., проф.

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОМЕНТА ВЕНТИЛЬНО – ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Электромагнитный момент вентильно-индукторного двигателя (ВИД) определяется суммой моментов отдельных фаз, находящихся одновременно под током. Момент каждой фазы ВИД в общем случае определяется из уравнения: $M = -\left. \frac{\partial W_M}{\partial \theta} \right|_{\psi=const}$.

Для линейного участка кривой намагничивания при пренебрежении падением МДС в стали уравнение может быть представлено в виде: $M = \frac{1}{2} (I_w)^2 \frac{d\Lambda(\theta)}{d\theta}$.

Анализ уравнений показывает, что мгновенное значение момента, создаваемого каждой фазой, зависит от мгновенного значения тока, а также от знака и значения производной функции $d\Lambda(\theta)/d\theta$. При взаимном перемещении полюсов ротора и статора чередуются интервалы, когда фаза развивает движущий момент, тормозной момент или не развивает момента (в случае $d\Lambda(\theta)/d\theta = 0$). Разное количество зубцов на роторе и статоре создает фазовый сдвиг кривой проводимости $\Lambda(\theta)$ для двух соседних фаз (см. рис. 1, 2). Для получения однонаправленного момента, создаваемого обмотками ВИД, необходимо, чтобы ток обмотки каждой фазы существовал только на участках с $d\Lambda(\theta)/d\theta > 0$. Однако при этом условии даже при $d\Lambda(\theta)/d\theta = const$ момент двигателя во время спада и нарастания тока не остается постоянным. Поэтому для повышения эффективности электромеханического преобразования необходимо включать обмотки с упреждением на интервале углов, где $d\Lambda(\theta)/d\theta = 0$, а отключать при таком положении ротора, чтобы при изменении знака производной $d\Lambda(\theta)/d\theta$ ток фазы имел минимальное значение. Следовательно, можно сказать, что моменты включения и отключения обмоток фаз зависят от скорости вращения двигателя.

Постоянство момента, создаваемого каждой фазой на ее рабочем этапе, не является достаточным условием для отсутствия пульсаций суммарного момента, поскольку на интервалах углов $\gamma_{вкл}$, $\gamma_{отк}$ результирующий момент двигателя не удастся сделать постоянным при любых углах включения и отключения. Дополнительные трудности возникают из-за того, что проводимость магнитной цепи (а значит и индуктивность) у включаемой фазы много меньше, чем у отключаемой. Это вызывает более быстрое нарастание тока при включении фазы, чем его уменьшение при отключении. Медленное спадание тока может приводить к созданию тормозного момента отключаемой фазой на интервале $d\Lambda(\theta)/d\theta < 0$.

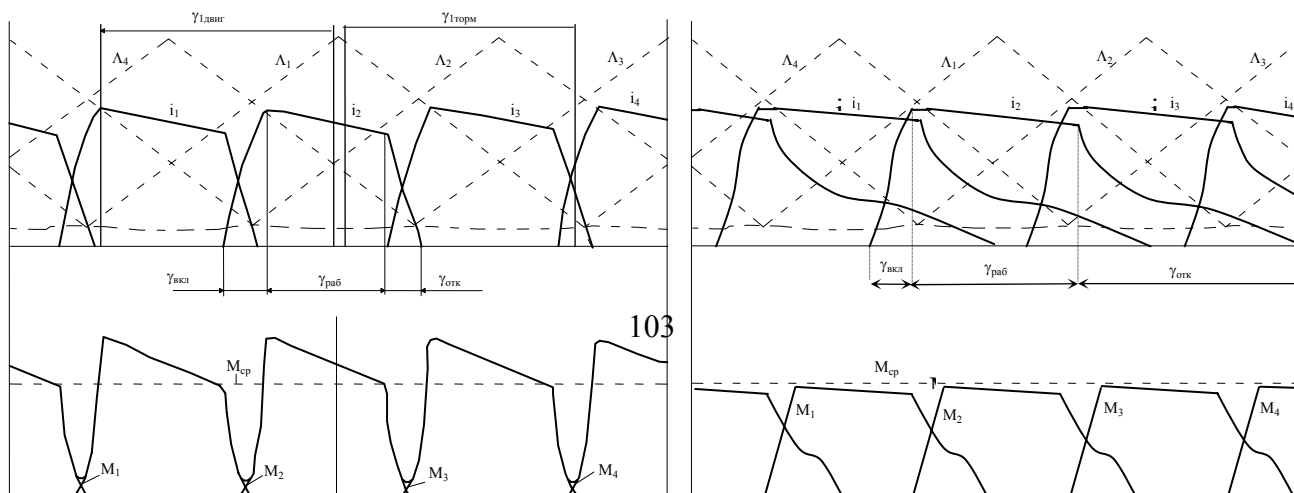
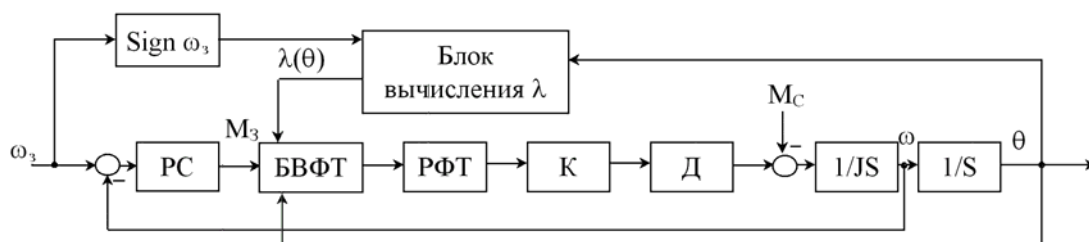


Рис. 1 Низкая скорость и одиночная коммутация

Рис. 2 Высокая скорость и комбинированная симметричная коммутация

При одиночной коммутации фаз (включается только одна обмотка) и относительно низких скоростях вращения длительность интервалов $\gamma_{вкл}$ и $\gamma_{отк}$ много меньше интервала работы $\gamma_{раб}$, поэтому и токи одновременно протекают в двух соседних фазах только на этих интервалах (рис 1). При высоких скоростях фактически исчезает интервал автономной работы фазы (рис. 2).

Для исключения пульсаций суммарного момента необходимо согласованное изменение токов $i_{вкл}$ и $i_{отк}$ так чтобы $M_{вкл} + M_{отк} = M_{\Sigma} = M_{зад}$ и обеспечение постоянства тока во включенной фазе на интервале автономной работы.



РС – регулятор скорости, БВФТ – блок вычисления фазных токов, РФТ – регулятор фазных токов, К – коммутатор, Д – двигатель.

Рис. 3. Функциональная схема системы управления ВИД

В простейших системах управления, позволяющих только изменять углы включения и отключения обмоток, не удастся полностью устранить пульсации момента. Данная задача может быть решена с помощью системы управления, функциональная схема которой приведена на рисунке 3. Отличительной особенностью схемы является возможность задавать форму фазных токов во время включения и отключения обмоток.