

## **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ НА РАБОТУ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С СИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ПРИ СКАЛЯРНОМ ЧАСТОТНОМ УПРАВЛЕНИИ**

**Александровский С.В.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

В процессе работы электропривода (ЭП) производственных машин и механизмов ряд параметров моделей электродвигателя изменяются в зависимости от времени, внешних воздействий и переменных состояния. Применительно к синхронному двигателю с постоянными магнитами (СДПМ) прежде всего такими параметрами являются активное сопротивление обмотки статора  $R_1$ , изменяющееся в зависимости от температуры, и суммарный приведенный момент инерции электропривода  $J_c$ , меняющийся при изменении момента инерции нагрузочного механизма. Очевидно, что изменениям подвержены и другие параметры моделей двигателя, но эти изменения, как правило, в гораздо меньшей степени сказываются на качестве регулирования [1].

СДПМ имеют схожую с асинхронным двигателем конструкцию статора и условия работы, поэтому можно считать, что изменения активного сопротивления статора СДПМ будут аналогичны изменениям активного сопротивления статора асинхронного двигателя. В [1] изменение активного сопротивления статора принимают в диапазоне от 0,8 до 1,5 номинального значения при рабочей температуре, что соответствует изменениям температуры обмоток двигателя от 293°К до 463°К. Следует отметить, что для ряда промышленных установок, например, кранов, работающих на открытом воздухе, этот температурный диапазон может быть увеличен поскольку в зимний период температура окружающей среды может принимать меньшие значения. Следовательно, диапазон изменения активного сопротивления обмотки статора СДПМ для таких механизмов может быть увеличен.

В [2] показано, что для СДПМ при скалярном частотном управлении (СЧУ) для обеспечения стабилизации момента может быть применен закон частотного управления с учетом параметров двигателя, в том числе от активного сопротивления обмотки статора. Вместе с тем по литературным источникам СЧУ не зависит от параметров электродвигателя и соответственно их изменений, что является преимуществом по сравнению с системами векторного управления. Поэтому представляет определенный интерес в определении степени влияния параметров двигателя на статические и динамические характеристики СДПМ при СЧУ.

Динамические характеристики и свойства ЭП переменного тока при СЧУ определяются соотношением постоянных времени двигателя (электромагнитной, электромеханической). Электромеханическая

постоянная времени  $T_m$  прямо пропорциональна суммарному моменту инерции электропривода  $J_c$ .

По характеру изменения суммарного момента инерции ЭП производственные машины и механизмы можно условно разделить на две группы. К первой группе отнесем машины, в которых суммарный момент инерции в ходе работы механизма является постоянным или изменяется незначительно, например, ножницы для резки металлов. Ко второй группе отнесем машины, в которых в ходе работы привода суммарный момент инерции на разных этапах производственного цикла может существенно изменяться от минимального до максимального значения в зависимости, например, для крановых механизмов от массы перемещаемого груза.

Для большинства производственных механизмов (в том числе, например, для одноконцевых лебедок) суммарный момент инерции ЭП составляет 1,2 – 1,6 момента инерции двигателя. В подъемных установках с двухконцевой лебедкой суммарный момент инерции превышает момент инерции двигателя в 2 – 5 раз. У механизмов передвижения и поворота кранов и для механизма поворота экскаваторов момент инерции движущихся масс может быть в 2 – 10 раз больше момента инерции двигателя, а для канатных и ленточных конвейеров большой протяженности – в 10 – 20 раз [3].

Для обеспечения стабилизации угловой скорости СДПМ в установившихся режимах при СЧУ необходимо использовать отрицательную обратную связь по угловому ускорению с коэффициентом  $T_0$ , оптимальное значение которого зависит от суммарного момента инерции ЭП [4].

1. Виноградов, А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока / А.Б. Виноградов. – ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново, 2008. – 298 с.
2. Фираго, Б. И. Свойства, характеристики и параметры синхронного двигателя с постоянными магнитами при векторном и скалярном частотном управлении / Б.И. Фираго, С.В. Александровский // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2019. Т. 62, № 3. С. 205–218.
3. Онищенко, Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок / Г.Б. Онищенко, [и др.]; Под общей редакцией Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН – 2001. – 520с.
4. Фираго, Б.И. Исследование переходных процессов электропривода с синхронным двигателем с постоянными магнитами при линейном изменении частоты питающего напряжения / Б.И. Фираго, С.В. Александровский // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2020. Т. 63, № 3. С. 197–211.