

А.С. Сурмак, аспирант; И.Ф. Кузьмицкий, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НЕСКОЛЬКИХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКОЙ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ОДНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

The article considers the possibility of feeding of several AC – motors by one frequency converter. Dynamic modes of operations of AC – motors under impulse feeding I examine.

Большинство промышленных регулируемых электроприводов может быть объединено в группы. В принципе в группы могут объединяться электроприводы любых механизмов, расположенные в одном месте и имеющие общий график работы. Это многодвигательные электроприводы, связанные обрабатываемым материалом, и независимые регулируемые электроприводы производственных установок близкой мощности, связанные единым технологическим процессом. В таком случае, с целью снижения количества преобразователей частоты, а также экономии электроэнергии, представляется целесообразным объединить в группу несколько асинхронных электродвигателей и подключить их статорные цепи через прерыватели (ключи) к одному преобразователю частоты. При этом питание и управление двигателями происходит в импульсном режиме, т.е. пока источник питания подключен к одному двигателю, другие отключаются от сети и их роторы вращаются по инерции. Функциональная схема группового электропривода при таком питании приведена на рис.

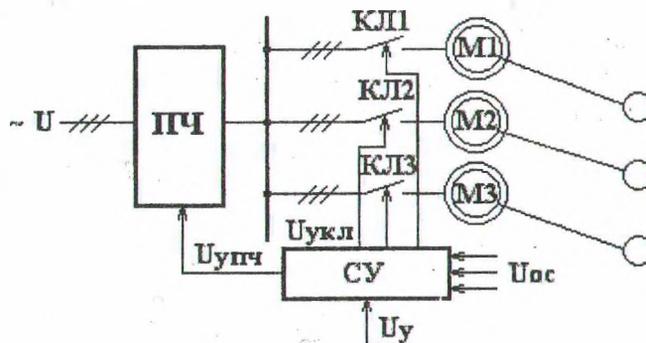


Рис. Функциональная схема группового электропривода

Очевидно, что наиболее целесообразно использовать такую систему электропривода для механизмов с относительно большими моментами инерции, например для привода вентиляторов.

На схеме обозначены: ПЧ – преобразователь частоты; КЛ1 – КЛ3 – ключи, осуществляющие коммутацию статорных цепей электродвигателей; СУ – система управления, которая по сигналам датчиков обратных связей $U_{ос}$, а также по сигналам задания $U_{у}$ для каждого электропривода по определенному алгоритму формирует сигнал $U_{упч}$, в соответствии с которым преобразователь частоты обеспечивает требуемую амплитуду и частоту своего выходного напряжения для каждого электродвигателя. Кроме этого, формируются импульсы управляющего напряжения $U_{укл}$, подаваемые на ключи КЛ1-КЛ3, в соответствии с которыми происходит поочередное подключение статорных цепей двигателей М1 – М3 к преобразователю частоты.

Были рассмотрены особенности работы двигателей при питании от одного преобразователя частоты. Для этого воспользовались системой дифференциальных уравнений, представленных в [1], описывающих динамику асинхронного двигателя в системе координат, связанных с вектором потокосцепления ротора, которая имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{d|\psi_r|}{dt} &= -\frac{R_r}{L_r}|\psi_r| + k_r R_r I_{s1}; \\ \frac{dI_{s1}}{dt} &= -\frac{R_s + k_r^2 R_r}{L'_s} I_{s1} + \frac{k_r R_r}{L'_s L_r} |\psi_r| + \omega_{\psi r} I_{s2} + \frac{1}{L'_s} U_{s1}; \\ \frac{dI_{s2}}{dt} &= -\frac{R_s + k_r^2 R_r}{L'_s} I_{s2} - \frac{k_r}{L'_s} p \omega |\psi_r| - \omega_{\psi r} I_{s1} + \frac{1}{L'_s} U_{s2}; \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{3pk_r}{2J} |\psi_r| I_{s2} - \frac{1}{J} M_c. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь индексы r, s обозначают ротор и статор соответственно: $I_{s1}, I_{s2}, U_{s1}, U_{s2}$ – составляющие тока статора и напряжения статора соответственно.

Опираясь на систему уравнений (1), составили структурную схему АД при управлении модулем потокосцепления ротора и угловой скорости ротора [2].

В качестве базового был исследован привод дутьевого вентилятора, установленный на асфальтосмесительной установке ДС-158. Двигатель 4А132М4У3 со следующими номинальными данными: $P_{ном}=11\text{кВт}$, $n_0=1500\text{об/мин}$, $s_{ном}=2,8\%$, $s_k=19,5\%$, $\cos\phi_{ном}=0,87$. По известным номинальным данным двигателя были рассчитаны параметры схемы замещения фазы двигателя, а по приведенным ниже соотношениям – параметры структурной схемы АД: $T_1 = \frac{L'_s}{(R_s + k_r^2 R_r)}$; $T_\psi = \frac{L_r}{R_r}$; $T'_s = \frac{L'_s}{R_s}$; $a_{i\psi} = k_r R_r$; $a_{\psi i} = \frac{k_r R_r}{(L'_s L_r)}$; $k_s = \frac{L_m}{L_s}$; $k_r = \frac{L_m}{L_r}$; $L'_s = L_s - \frac{L_m^2}{L_r}$; $L_r = L_r - \frac{L_m^2}{L_s}$; $b_{i\omega} = k_r R_r$.

Исследовались переходные процессы при подаче ступенчатого задающего воздействия, как самого неблагоприятного. По результатам моделирования в среде MATLAB 6.5 (приложение Simulink) можно сделать следующие выводы:

1. При импульсном питании АД существенно снижается частота вращения ротора (в 1,76 раза). Такое падение скорости можно объяснить возникновением режимов динамического торможения при отсутствии напряжения на статоре.

2. При импульсном питании происходит работа двигателя при ослабленном магнитном потоке, что приводит к уменьшению электромагнитного момента, увеличению тока, а следовательно, к увеличению тепловых потерь.

3. Время пуска затягивается по сравнению с классической системой питания более чем в два раза.

4. Отсутствие режима прерывистых токов статора возможно лишь при достаточно высокой частоте коммутации ключей КЛ1 – КЛ3 (порядка 600 Гц).

5. Имеют место колебания тока статора, а также электромагнитного момента АД.

6. Несмотря на колебания токов, электромагнитного момента двигателя броски скорости отсутствуют из-за значительной инерционности механической части привода.

Избежать уменьшения скорости двигателя при импульсном питании АД можно, применив двигатель с вдвое большей номинальной скоростью, что, кроме всего прочего, приведет к уменьшению инерционности габаритов привода. Моделирование работы электродвигателя типа 4А132М2У3 с $P_{ном}=11\text{кВт}$, $n_0=3000\text{об/мин}$, $s_{ном}=3,1\%$, $s_k=17\%$, $\cos\phi_{ном}=0,9$ показало, что несмотря на уменьшение момента инерции привода практически на 40% колебания скорости не увеличились. Коррекция скорости электропривода до требуемой, а также ее регулирование вниз от номинальной возможна при номинальном магнитном потоке машины. Для этого необходимо использовать специальный закон частотного управления, при котором напряжение и частота меняются по такому алгоритму, чтобы обеспечить постоянство магнитного потока на уровне номинального, т.е. вначале происходит уменьшение питающего напряжения при неизменной частоте, а при достижении номинального потока двигателя происходит регулирование по закону $\Psi_2=\text{const}$.

Обеспечить приемлемый гармонический состав тока можно, настроив схему на последовательный резонанс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровин Г.К. Математическое моделирование асинхронных электроприводов с векторным управлением. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Шенфельд Р. Х. Э. Автоматизированный электропривод /Пер. с нем. С. Антиповой, под ред. Борцова Ю. А. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.
3. Пашков Н.М. Адаптивное управление асинхронными двигателями. – Иркут. ун-т, 1992.
4. Хашимов А.А. Режимы работы частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. – Изд. Фан, 1997.

УДК 621.385.6

В.К. Мороз, доцент; А.А. Полищук, доцент

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ОБЪЕМНОГО ЗАРЯДА НА ГРУППИРОВКУ ЭЛЕКТРОНОВ В МАЛОМОЩНОМ ГЕНЕРАТОРЕ СВЧ

Equation of the field for the space of grouping electrons in the sphere of reflector was received on the basis of approximation of real potential of broken curve.

Вакуумные приборы СВЧ имеют значительные преимущества по отношению к приборам аналогичного назначения при работе в условиях повышенных электрических и тепловых нагрузок, при воздействии высоких уровней ионизирующей радиации или силовых электромагнитных полей.

На современном этапе развития СВЧ-электроники малой мощности имеется тенденция микроминиатюризации маломощных СВЧ-устройств с тормозящими полями, которые работают при повышенных рабочих токах, т.е. имеют большой микропереванс по сравнению с обычными неминиатюрными генераторами. Основными факторами в таких современных низковольтных высокоперевансных приборах является группировка электронов в условиях сильной нелинейности статических полей в пространстве отражателя.

«Элементарная» теория взаимодействия электронов с высокочастотными полями в резонансных генераторах [1] допускает ряд упрощающих предположений, которые в