

## Исследование автоколебательных режимов трехфазного асинхронного электродвигателя

Автор: Федорцова А.А., ГГТУ им. П.О. Сухого  
Руководитель: Логвин В.В.

Наиболее распространенным электроприводом колебательного движения, является электропривод вращательного движения, в котором используются либо редукторы, либо переключатели полярности или фазы напряжения питания электродвигателя для реверсирования направления вращения.

Использование редукторов ведет к потерям до 30% мощности приводного электродвигателя, а применение переключателей приводит к жесткому реверсу, сопровождающемуся электрическими и механическими ударами.

В данной работе рассматривается принцип построения колебательного электропривода, основанный на обеспечении устойчивого автоколебательного режима работы его силового узла "асинхронный электродвигатель - упругий элемент".

В таком варианте автоколебательный электропривод чрезвычайно просто исполняется, поскольку для его реализации достаточно обмотки общепромышленного асинхронного электродвигателя (АД) подключить к однофазной электросети, с пересоединением его статорных обмоток для подключения к однофазной электросети переменного тока, а на валу разместить пружину или маятник.

При рассмотрении соединений статорных обмоток АД как звездой, так и треугольником, изменялось не только количество подключаемых фазных обмоток, но и их соединение (последовательное, параллельное, смешанное) в случае вывода на клемную колодку трех или шести концов обмоток. Анализируя пространственные векторные диаграммы отнесенных к фазной МДС  $F_\phi$  суммарных пульсирующих МДС  $F_0$  построенных при прочих, кроме соединения обмоток, равных условиях, установлено, что наибольшее значение относительной суммарной МДС, равное 2, дают трехобмоточные схемы включения.

Известно, что уравнение механической характеристики трехфазного асинхронного электродвигателя при подключении к трехфазной электрической сети, согласно формулы Клосса, можно записать в виде

$$M_{эм} = \frac{2M_{кр}(1 + \alpha S_{кр})}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} + 2\alpha S_{кр}}, \quad (1)$$

где  $M_{эм}$  - электромагнитный момент, развиваемый электродвигателем;  $S$  - скольжение;  $M_{кр}$  - критический (максимальный) момент;  $S_{кр}$  - критическое скольжение.

В трехфазных АД, включенных в однофазную сеть, возникает пульсирующее магнитное поле, которое, как известно, может быть разложено на два противоположно вращающихся круговых поля с вдвое меньшей амплитудой, чем пульсирующее.

Каждое из этих полей будет создавать электромагнитные моменты, определяемые выражением (1), но в  $k$  раз меньше.

Значение  $k$  определяется схемой включения обмоток и величиной тока в них. Если напряжение электропитания таково, что в установившемся автоколебательном режиме по обмоткам протекает номинальный (паспортный) ток статора АД, то

$$k = \left( \frac{1}{2} \frac{F_0}{F_\phi} : \frac{F_m}{F_\phi} \right)^2 = \frac{1}{9} (F_0 / F_\phi)^2, \quad (2)$$

где  $F_0/F_\phi$ ,  $F_0/F_m=1.5$  - относительные модули суммарных пространственных векторов МДС при однофазном и трехфазном включении АД.

Уравнение механической характеристики однофазного включения АД имеет вид

$$M_{эм} = 2kM_{кр}(1 + \alpha S_{кр}) \cdot \left[ \frac{1}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} + 2\alpha S_{кр}} - \frac{1}{\frac{2-S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{2-S} + 2\alpha S_{кр}} \right] \quad (3)$$

С целью оценки точности различных аппроксимаций, были рассчитаны механические характеристики АД с повышенным и пониженным критическим скольжением.

Оказалось, что в первом случае наилучшее совпадение с характеристикой Клосса дают аппроксимации, фиксирующие координаты точки холостого хода, а во втором - аппроксимация, фиксирующая координаты критической точки [1].

В основу стенда, собранного на жесткой раме, входят асинхронный электродвигатель, понижающий редуктор, компенсатор реактивной механической энергии в виде маятника или испытуемых пружин.

Установка в зависимости от назначения может работать на испытание пружин растяжения и сжатия одновременно, на испытание только пружин сжатия с использованием маятника или без него. Причем маятник может перестраиваться по длине и массе, а пружины могут иметь различную жесткость.

В результате проведенных исследований и экспериментов выяснилось, что такой электропривод обеспечивает устойчивые автоколебания в диапазоне частот 1,0÷2,5 Гц с амплитудами 0,5÷1,2 рад [2].

Регулировать амплитуду колебаний можно, изменяя или напряжение электропитания обмоток, или длину или вес маятника, а частоту - только изменяя длину и вес маятника. При этом диапазон регулирования амплитуды достигает 2.

Сравнение результатов численного и экспериментального исследований автоколебательного стенда не только доказывает их адекватность, но и позволяет установить следующие результаты:

- частота автоколебаний не зависит от нагрузки и электропитания, а определяется параметрами маятника или пружины и инерционностью колеблющихся узлов;
- амплитуда колебаний почти линейно увеличивается с ростом напряжения сети электропитания при использовании как маятникового, так и пружинного компенсатора реактивной механической энергии;
- амплитуда колебаний растет с увеличением длины и веса маятника, но падает при увеличении нагрузки.

### **Моделирование устройства нагружения резервных электрогенераторов в программной среде Matlab**

**Автор:** Чигринец А.А., студент ГГТУ им. П.О.Сухого

**Руководитель:** Погуляев М.Н., доцент, канд.техн.наук

Для обеспечения высокой степени готовности к работе резервных электрогенераторов (РЭГ), находящихся в холодном резерве, необходимо периодически проводить регламентные испытания под нагрузкой. Требования, к проведению таких испытаний, определяются соответствующими ГОСТами и техническими условиями эксплуатации РЭГ. На практике испытания под нагрузкой в настоящее время проводятся, в основном, двумя способами:

- нагружение через параллельную работу РЭГ с сетью;
- нагружение РЭГ на специальное нагрузочное устройство.

Однако в настоящее время для большинства резервных электрогенераторов Республики Беларусь регламентные испытания под нагрузкой практически не выполняются. Это обусловлено техническими и организационными трудностями