

Сергеев Алексей Евгеньевич

студент

Орлов Алексей Вениаминович

канд. техн. наук, доцент

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный
технический университет» в г. Стерлитамаке
г. Стерлитамак, Республика Башкортостан

ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КАК УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Аннотация: в данной статье рассматривается вопрос целесообразности применения частотного преобразователя с целью устранения основных проблем, связанных с работой асинхронного электродвигателя.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, частотный преобразователь, широтно-импульсная модуляция.

Введение

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором на сегодняшний день является наиболее массовым и надежным устройством для привода самых разнообразных машин и механизмов. Но и у него есть свои минусы.

Основные недостатки асинхронного двигателя – это невозможность обычного регулирования скорости вращения ротора, а также очень большой пусковой ток, который превышает номинальный в пять – семь раз. При использовании исключительно механических устройств регулирования вышеперечисленные недостатки приводят к заметным энергетическим потерям и к механическим нагрузкам. При этом снижается срок службы оборудования.

Многочисленные исследования в этой области привели к тому, что эти проблемы стало возможно решать не механическим, а электронным способом – при помощи частотного преобразователя с широтно – импульсным управлением (ЧП с ШИМ).

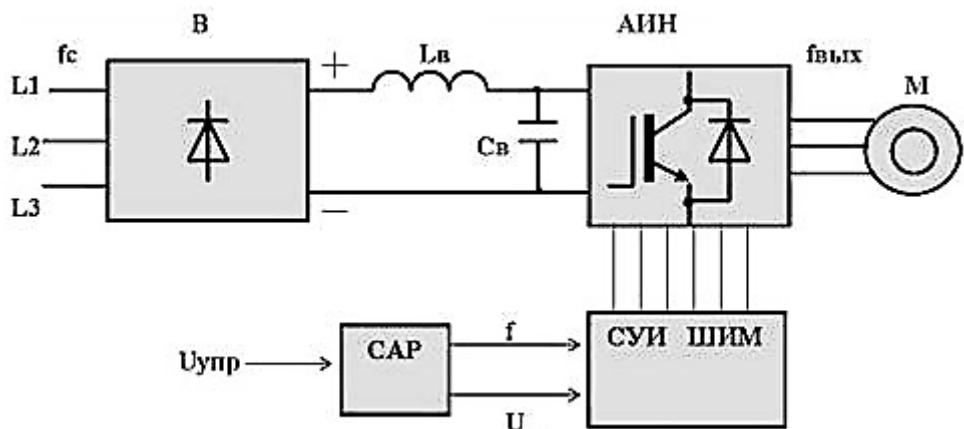
Принцип работы частотного преобразователя

Рис. 1. Схема частотного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией

Частотный преобразователь с широтно-импульсной модуляцией состоит из неуправляемого диодного силового выпрямителя В, автономного инвертора, системы управления ШИМ, системы автоматического регулирования, дросселя L_B и конденсатора фильтра C_B . Первым делом сетевое напряжение выпрямляется диодным выпрямителем (мостом), а затем сглаживается и фильтруется с помощью конденсатора фильтра. После этого в инверторе за счет высокочастотного широтно – импульсного управления производится регулирование выходной частоты $f_{\text{вых}}$ и выходного напряжения $U_{\text{вых}}$. На выходе преобразователя частоты наблюдаются прямоугольные импульсы, однако за счет индуктивности обмоток статора асинхронного электродвигателя они интегрируются и переходят в синусоидальное напряжение.

Регулирование пускового тока при помощи частотного преобразователя

Высокие пусковые токи электродвигателей – нежелательное явление, так как они могут стать причиной падения напряжения оборудования. В следствии этого при подключении и наладке двигателей переменного тока обычно стоит задача придать пусковым токам наименьшее значение, а также увеличить плавность пуска двигателя за счет использования специального вспомогательного оборудования.

Частотные преобразователи считаются одной из наиболее действенных категорий приборов, позволяющих облегчить запуск электродвигателей. Наиболее

ценным признается их особенность поддерживать пусковой ток двигателей переменного тока в течении продолжительного периода времени.

Чтобы подобрать подходящий к асинхронному электродвигателю частотный преобразователь, следует произвести расчет его пускового тока. Это можно сделать следующим образом. Величина пускового тока рассчитывается по формуле:

$I_{\text{пуск}} = I_n \cdot K_{\text{пуск}}$, где I_n – номинальная величина тока, $K_{\text{пуск}}$ – кратность постоянного тока к номинальному значению (указывается в технической документации к электродвигателю). Определение номинального тока трехфазного электродвигателя переменного тока выполняется согласно формуле:

$$I_n = \frac{1000 \cdot P_n}{U_n \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{\eta_n}}, \text{ где } P_n \text{ – номинальная мощность двигателя, } U_n \text{ – номинальное}$$

напряжение, η_n – номинальный коэффициент полезного действия, $\cos \varphi$ – номинальный коэффициент мощности электромотора. Все эти данные также можно найти в технической документации к двигателю.

Зная пусковой ток электродвигателя, можно правильно подобрать частотный преобразователь. Желательно, чтобы ток частотного преобразователя был больше тока возможных перегрузок, а его мощность следует выбирать на 10–15% выше мощности двигателя. Если привод подвержен еще и ударным нагрузкам, то необходимо вновь взять запас 10%.

*Регулировка скорости вращения ротора при помощи
частотного преобразователя*

Чтобы обеспечить нормальную работу асинхронного двигателя, стремятся привести скорости вращения магнитного поля статора и ротора к близким значениям. Разность скоростей вращения магнитного поля статора и ротора асинхронного электродвигателя характеризует величина скольжения $s = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$, где n_1 – синхронная скорость вращения поля, об/мин; n_2 – скорость вращения ротора, об/мин. В свою очередь, величина скольжения определяется моментом вращения двигателя. В асинхронных двигателях с короткозамкнутым ротором момент можно изменить с помощью частотных преобразователей. Принцип частотного способа

регулировки скорости асинхронного двигателя состоит в том, что, изменяя частоту питающего напряжения, можно в соответствии с выражением $n = \frac{60f}{p}$ (где n – частота вращения магнитного поля статора, f – промышленная частота, p – число пар полюсов) при неизменном p регулировать угловую скорость магнитного поля статора, что в свою очередь, позволяет изменять скорость вращения ротора. Данный способ является одним из самых перспективных при регулировании асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. При частотном регулировании минимальны потери скольжения и, как правило, весьма незначительны и потери мощности.

Таким образом, применение частотных преобразователей с широтно-импульсной модуляцией в качестве дополнительного оборудования к асинхронному электродвигателю дает возможность эффективно устранять основные недостатки, связанные с его работой, а именно осуществляется:

- плавный пуск электродвигателя, что приводит к уменьшению его износа;
- экономия электроэнергии при переменной нагрузки;
- регулирование скорости вращения;
- управляемое торможение и автоматический перезапуск при отсутствии сетевого напряжения.

Однако следует отметить, что для частотных преобразователей характерны наличие помех для высокочувствительного оборудования и относительно высокая стоимость.

Список литературы

1. Принцип работы частотного преобразователя и критерии его выбора для потребителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/726-princip-raboty-chastotnogo.html>
2. Скольжение асинхронного двигателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/737-skolzhenie-asinkhronogo-dvigatelja.html>

3. Регулирование скорости асинхронного двигателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/661-regulirovanie-skorosti-.html>

4. Структура частотного преобразователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.artesk.ru/invertor.html>

5. Плюсы и минусы частотных преобразователей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sesooo.ru/article/preobrazovatel-plusi-minusi.html>