

АННОТАЦИЯ

Тема: Реализация энергосбережения в электроприводе

Исполнитель: Ковзель Н.В., студент 3 курса 942 об4 группы.

Руководитель: Карпова Т.В., старший преподаватель кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники АмГУ.

В статье приведены технические решения, позволяющие перевести холостой ход асинхронного двигателя в импульсный режим. Такой режим позволяет экономить электроэнергию, снизить сечение магнитопровода, а значит улучшить массо-габаритные и стоимостные показатели электропривода.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Энергетический
Кафедра Энергетики
Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ДОКЛАД

на тему: Реализация энергосбережения в электроприводе

Исполнитель
студент группы 942 об4

(подпись, дата)

Н.В.Ковзель

Руководитель
старший преподаватель

(подпись, дата)

Т.В.Карпова

Благовещенск 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ НА ПРИМЕРЕ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	5
2. ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВМЕСТЕ С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ.	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	10
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	11

ВВЕДЕНИЕ

Проблема энергосбережения для объектов инфраструктуры сейчас стоит очень остро. Причём наиболее целесообразно снижать потери именно энергоёмких процессов. На электроосвещение расходуется примерно 13% всей вырабатываемой электроэнергии, а вот на электрические машины (а это в основном асинхронные двигатели) приходится до 60 процентов от всей электроэнергии, вырабатываемой в стране.

В настоящее время совершенствуются конструкции двигателей с целью увеличения КПД, разрабатываются новые устройства для управления двигателями (электроприводы), позволяющие снижать потери и тем самым экономить электроэнергию. Одним из направлений снижения электропотребления электродвигателей является совершенствование режима работы двигателя на холостом ходу. Существующие технические решения не позволяют существенно снизить потери холостого хода. Вместе с тем, несмотря на относительно низкую потребляемую мощность в режиме холостого хода этот режим характеризуется низким коэффициентом мощности $\cos\phi$ (0,1-0,3), то есть вся потребляемая активная мощность идёт в потери.

1. СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ НА ПРИМЕРЕ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Существует эффективный способ снижения потерь холостого хода, но применим этот способ только для трансформаторов. Для примера возьмём сварочный трансформатор. Схема изображена на рисунке ниже.

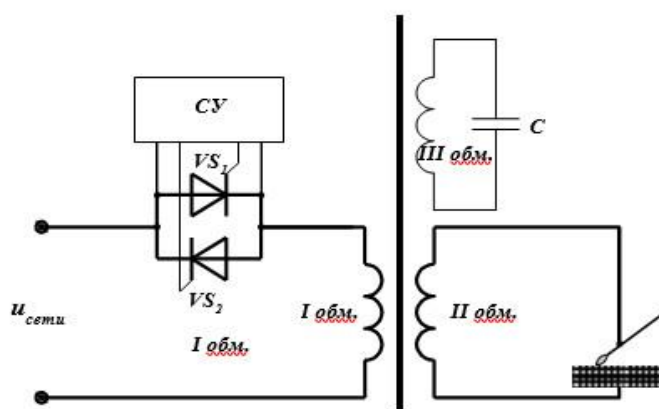


Рисунок 1 – Схема сварочного трансформатора.

где:

- **VS_1, VS_2** - встречно-параллельные тиристоры;
- **$СУ$** - схема управления тиристорами;
- **$I \text{ обм.}$** - первичная обмотка сварочного трансформатора;
- **$II \text{ обм.}$** - вторичная;
- **$III \text{ обм.}$** - дополнительная обмотка;
- **C** - конденсатор.

Схема работает следующим образом. В режиме разомкнутой сварочной цепи (режим исключённого холостого хода) на тиристоры подаётся короткий управляющий импульс от схемы управления. Тот из тиристоров, к которому в данный момент времени приложено положительное напряжение – открывается. Сетевое напряжение прикладывается к первичной обмотке трансформатора $I \text{ обм.}$ и трансформируется в дополнительную обмотку $III \text{ обм.}$. Начинается заряд

конденсатора С. Заряд происходит через индуктивное сопротивление рассеяния трансформатора. Импульс управления должен быть короче, чем время заряда конденсатора иначе тиристор не закроется.

Конденсатор заряжается до мгновенного значения сетевого напряжения, приведённого к числу витков дополнительной обмотки, а поскольку заряд осуществляется через индуктивное сопротивление трансформатора, то заряд конденсатора превышает сетевое напряжение в данный момент времени, приведённое к числу витков дополнительной обмотки.

Конденсатор, зарядившись, начинает разряжаться на дополнительную обмотку. При этом напряжение конденсатора трансформируется в первичную обмотку. Причём поскольку конденсатор был заряжен до напряжения, превышающего сетевое, приведённое к числу витков дополнительной обмотки, то к тиристорам будет приложено отрицательное напряжение, которое заперёт тиристор. На выходе в режиме исключённого холостого хода будет лишь короткий импульс напряжения (тиристор открылся и тут же обратным импульсом напряжения был закрыт). Это повторится и в следующий полупериод сетевого напряжения.

Для перехода из режима ИХХ в режим сварки достаточно подключить нагрузку к вторичной обмотке. Напряжение на конденсаторе С резко снизится. Оно, приведенное к числу витков первичной обмотки, станет недостаточным для того, чтобы превысить сетевое напряжение. В результате тиристор, открывшись, не закроется до окончания тока. Будет иметь место обычное тиристорное регулирование.

Эта схема применима к трансформатору, имеющему специальную обмотку **III**. Применить его к асинхронному двигателю без переделок и исследований не представляется возможным.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВМЕСТЕ С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Устройство состоит из трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, тиристорного регулятора в цепи обмотки статора, трёх дополнительных индуктивностей, включённых последовательно в цепь каждой фазы статора после тиристорного регулятора и трёх конденсаторов, подключённых параллельно обмоткам статора асинхронного двигателя.

Конденсаторы C предназначены для запираания тириستоров в режиме холостого хода также как в схеме с трансформатором. Но поскольку перед конденсаторами отсутствуют цепи с индуктивностями, то было принято решение дополнить схему дополнительными индуктивностями L . Предполагается, что индуктивности и ёмкости на работу двигателя под нагрузкой практически не оказывают влияния, поскольку их параметры (индуктивность и ёмкость) невелики. Их влияние сказывается только в режиме холостого хода - они запирают тиристоры.

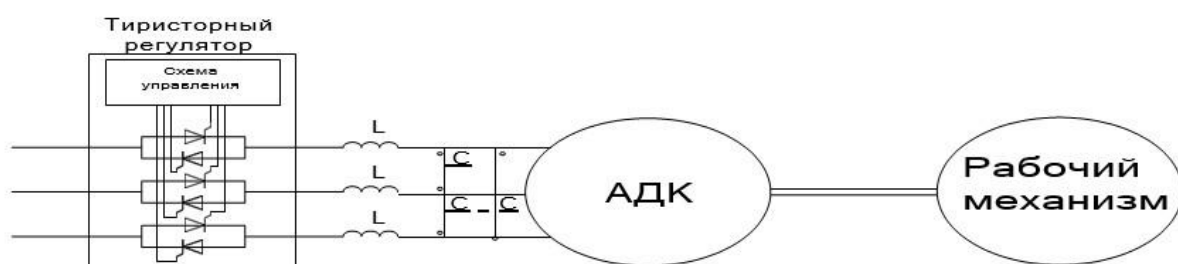


Рисунок 2 – Схема аппарата.

Устройство решает задачу снижения энергопотребления в режиме холостого хода, путем автоматического перевода устройства в импульсный режим работы на холостом ходу. При работе устройства в режиме пуска и работы под нагрузкой (нагрузку создаёт рабочий механизм) дополнительные

индуктивности и ёмкости никак не сказываются. Устройство будет работать как при обычном тиристорном регулировании.

При переходе в режим холостого хода (рабочий механизм перестал создавать тормозной момент на валу двигателя) снижается потребляемый ток и начинает сказываться влияние дополнительных индуктивностей и ёмкостей на работу тириستоров. К двигателю прикладываются только короткие импульсы напряжения. Их длительность должна быть достаточна для поддержания вращения двигателя на холостом ходу. Двигатель продолжает вращаться, а электропотребление значительно снижается по сравнению с обычным режимом холостого хода.

При появлении нагрузки или замедлении вращения двигателя возрастает ток, потребляемый двигателем. Снижается сопротивление обмоток двигателя, шунтирующее конденсаторы. В результате этого снижается и напряжение заряда конденсатора. Напряжение на конденсаторе уже не может достичь уровня сетевого. Тиристоры не закроются. Устройство станет работать как при обычном тиристорном регулировании.

Обязательным требованием к схеме управления является кратковременность импульсов, запускающих тиристоры, что достигается применением импульсных трансформаторов, для формирования управляющих сигналов. Если это условие не будет выполнено, реализация импульсного режима будет невозможна. Дополнительные индуктивности представляли воздушные катушки, намотанные изолированным проводом.

Уменьшение величины индуктивности L или ёмкости C может привести к тому, что параметров импульсов станет недостаточно для поддержания вращения на холостом ходу, это вызовет замедление вращения двигателя, рост потребляемого тока и в результате переход из импульсного режима в режим обычного тиристорного регулирования.

Данное изобретение может быть реализовано применительно ко всем асинхронным двигателям с переменной нагрузкой (включая холостой ход).

Наиболее характерный режим у двигателя на пилораме.

Достоинства изобретения не только в экономии электроэнергии. В ходе дальнейших исследований предполагается исследовать различное распределение магнитного потока в асинхронном двигателе на холостом ходу и под нагрузкой. Под нагрузкой сказывается потеря напряжения на активном сопротивлении и индуктивности рассеяния магнитного потока обмотки статора, в результате чего под нагрузкой магнитный поток снижается. Вместе с тем магнитная система асинхронных двигателей рассчитывается для режима холостого хода. Если исключить работу двигателя на холостом ходу, то расчёт двигателя можно делать только для работы под нагрузкой. При этом сечение магнитопровода, а также масса, габариты и стоимость двигателя могут быть снижены. Двигатели такого, специального исполнения могут быть применены при реализации настоящего изобретения, а также когда рабочий механизм постоянно соединён с двигателем (исключена работа на холостом ходу), например, двигатель с крыльчаткой вентилятора или гребным винтом. Таким образом, могут появиться двигатели специального исполнения (лёгкие компактные, более дешёвые), магнитопровод которых рассчитан только для работы под

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинства изобретения не только в экономии электроэнергии. В ходе дальнейших исследований предполагается исследовать различное распределение магнитного потока в асинхронном двигателе на холостом ходу и под нагрузкой. Под нагрузкой сказывается потеря напряжения на активном сопротивлении и индуктивности рассеяния магнитного потока обмотки статора, в результате чего под нагрузкой магнитный поток снижается. Вместе с тем магнитная система асинхронных двигателей рассчитывается для режима холостого хода. Если исключить работу двигателя на холостом ходу, то расчёт двигателя можно делать только для работы под нагрузкой. При этом сечение магнитопровода, а также масса, габариты и стоимость двигателя могут быть снижены. Двигатели такого, специального исполнения могут быть применены при реализации настоящего изобретения, а также когда рабочий механизм постоянно соединён с двигателем (исключена работа на холостом ходу), например, двигатель с крыльчаткой вентилятора или гребным винтом. Таким образом, могут появиться двигатели специального исполнения (лёгкие компактные, более дешёвые), магнитопровод которых рассчитан только для работы под нагрузкой (холостой ход исключён). Подобное решение уже реализовано для трансформаторов. Магнитопровод трансформатора выполнен уменьшенного сечения, причём сечение выбрано переменным по длине магнитопровода, учитывающим реальное распределение магнитного поля под нагрузкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вольдек А.И. Электрические машины: Учебник для вузов. — Л.: Энергия, 1974. — 840 с.
2. Охотников, М.Н. Оптимизация электропотребления посредством управления возбуждением группы синхронных двигателей / А.С. Плехов, В.Г. Титов, М.Н. Охотников // V Международная (XVI Всероссийская) конференция по автоматизированному электроприводу АЭП-2007. –СПб., 2007. С. 47–51.
3. Плехов, А.С. Техничко-экономические показатели применения энергосберегающих компенсационных выпрямителей для питания регулируемых электроприводов / А.И. Зайцев, А.С. Плехов // Электротехнические комплексы и системы управления. – Воронеж, 2009. №4(16).С. 19–25.
4. Титов, В.Г. Анализ использования синхронных двигателей в качестве компенсаторов реактивной мощности / В.Г. Титов, А.С. Плехов // Электрооборудование промышленных установок: труды Нижегородского государственного технического университета / НГТУ. – Нижний Новгород, 2005. С. 111–113.
5. Титов, В.Г. Комплексный подход к электропотреблению мощных электроприводов / А.С. Плехов, В.Г. Титов // Приводная техника. 2010. № 2. С. 10–16.