

## **МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ**

**Сафонов Игорь Николаевич**

студент, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

**Григорьян Сергей Георгиевич**

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры АИТ Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, РФ, г. Новочеркасск

Современная электроника широко использует импульсные источники питания (ИИП), отличающиеся высокой эффективностью и компактными размерами. Однако, нелинейный характер работы ИИП приводит к искажению формы потребляемого тока и снижению коэффициента мощности (КМ). Низкий КМ ведет к увеличению потерь в электросети, ухудшению качества электроэнергии и создает помехи для другой электроники.

В данной статье представлен комплексный обзор методов коррекции КМ, анализируются их принципы действия, преимущества и недостатки.

Особое внимание уделяется активной коррекции КМ, ее топологиям, методам управления и современным тенденциям развития.

Широкое распространение импульсных источников питания (ИИП) в современной электронике обусловлено их высокой эффективностью и компактностью.

Однако, работа ИИП в импульсном режиме приводит к нелинейному потреблению тока, что вызывает искажение его формы и снижение коэффициента мощности (КМ). Низкий КМ имеет ряд негативных последствий:

1. Повышенные потери в электросети. Гармоники тока, возникающие из-за нелинейного потребления, увеличивают потери энергии в линиях электропередачи и трансформаторах.
2. Снижение качества электроэнергии. Искажения формы тока могут привести к сбоям в работе другой электроники, подключенной к той же сети.

Перегрузка нейтрального проводника. В трехфазных системах гармоники третьей кратности суммируются в нейтральном проводнике, что может привести к его перегреву и выходу из строя.

Для решения проблемы низкого КМ применяются различные методы коррекции, которые можно разделить на две основные группы: пассивная и активная коррекция.

### **Пассивная коррекция КМ (ПКК)**

ПКК основана на использовании пассивных элементов, таких как конденсаторы и индуктивности, для фильтрации гармоник тока и компенсации реактивной мощности.

Основные преимущества ПКК:

1. Простота и надежность: Схемы ПКК относительно просты и не требуют сложного

управления.

2. Низкая стоимость: Пассивные компоненты обычно дешевле активных электронных устройств.

Однако, ПКК имеет и ряд ограничений:

1. Ограниченная эффективность: Эффективность ПКК зависит от типа нагрузки и может быть недостаточной для широкого спектра приложений.
2. Фиксированные параметры: ПКК не может адаптироваться к изменениям нагрузки, что ограничивает ее применение.
3. Большие габариты и вес: Пассивные компоненты, особенно индуктивности, могут быть громоздкими и тяжелыми.

### **Активная коррекция КМ (АКК)**

АКК использует специализированный контроллер и силовой электронный ключ для формирования тока, близкого к синусоидальному и совпадающего по фазе с напряжением сети. Преимущества АКК:

1. Высокая эффективность коррекции: АКК позволяет достичь КМ, близкого к единице.
2. Гибкость: АКК может адаптироваться к различным типам нагрузок и изменениям параметров сети.
3. Дополнительные функции: АКК может выполнять функции защиты от перегрузки, короткого замыкания и других аварийных режимов.

Недостатки АКК:

1. Сложность: АКК требует использования специализированного контроллера и силового ключа, что усложняет схему и ее управление.
2. Стоимость: АКК дороже, чем ПКК, из-за использования активных электронных компонентов.
3. Электромагнитные помехи: АКК может создавать электромагнитные помехи, требующие дополнительной фильтрации.

### **Топологии АКК**

Существует множество различных топологий АКК, каждая из которых имеет свои особенности и область применения. Некоторые из наиболее распространенных топологий:

1. Boost-конвертер: Позволяет повысить напряжение и подходит для ИИП с низким входным напряжением.
2. Buck-конвертер: Позволяет понизить напряжение и подходит для ИИП с высоким входным напряжением.
3. Buck-Boost-конвертер: Позволяет как повысить, так и понизить напряжение, обеспечивая большую гибкость.
4. SEPIC-конвертер: Позволяет как повысить, так и понизить напряжение, а также обеспечивает гальваническую развязку между входом и выходом.

### **Методы управления АКК**

Управление АКК может осуществляться по току или по напряжению:

1. Управление по току: Контроллер отслеживает входной ток и формирует управляющий сигнал для силового ключа, чтобы обеспечить синусоидальную форму тока.
2. Управление по напряжению: Контроллер отслеживает входное напряжение и формирует управляющий сигнал для силового ключа, чтобы обеспечить совпадение фаз тока и напряжения.

### **Современные тенденции развития АКК**

Современные тенденции развития АКК направлены на повышение эффективности, снижение стоимости и уменьшение габаритов устройств.

1. Применение новых силовых полупроводниковых приборов: Использование новых материалов и технологий (например, GaN и SiC) позволяет создавать силовые ключи с меньшими потерями и более высокой частотой переключения.
2. Цифровое управление: Применение цифровых контроллеров позволяет повысить гибкость и точность управления АКК, а также реализовать дополнительные функции.
3. Интеграция: Разрабатываются интегрированные микросхемы, объединяющие функции АКК и ИИП, что позволяет уменьшить габариты и стоимость устройств.

### **Выбор метода коррекции**

Выбор оптимального метода коррекции КМ зависит от ряда факторов:

1. Требования к КМ: Чем выше требования к КМ, тем более сложный и дорогой метод коррекции потребуется.
2. Стоимость: ПКК является более дешевым решением, но может быть неэффективна для некоторых приложений.
3. Сложность: АКК требует более сложного управления и проектирования, чем ПКК.
4. Габариты и вес: ПКК может занимать больше места и весить больше, чем АКК.
5. Дополнительные функции: АКК может выполнять дополнительные функции, такие как защита от перегрузки и короткого замыкания, что может быть важным для некоторых приложений.

### **Заключение**

Коррекция КМ является важной задачей в современной электронике. Выбор оптимального метода коррекции зависит от конкретных требований и ограничений системы. ПКК подходит для простых и недорогих устройств, в то время как АКК является лучшим выбором для высокоэффективных и требовательных к качеству электроэнергии приложений.

### **Список литературы:**

1. Поликарпов А.Г., Сергиенко Е.Ф. Однотактные преобразователи напряжения в устройствах электропитания РЭА - М.: Радио и связь, 1989, - 160 с.
2. Моин В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи. - М. Энергоатомиздат, 1986. - 376 с.
3. Чаплыгин Е.Е. Спектральные модели корректоров коэффициента мощности с ШИМ//Практическая силовая электроника, № 11, 2003.
4. Чаплыгин Е.Е. Инверторы напряжения и их спектральные модели - учебное пособие. - М.: из-во МЭИ, 2003, 64 с.
5. Чаплыгин Е.Е., Нгуен Хоанг Ан Спектральные модели импульсных преобразователей с переменной частотой коммутации//Электричество, № 9, 2005.