

А.В. БЕЗЪЯЗЫЧНЫЙ, Ю.С. ВОЙТОВИЧ,
Ю.П. ГОНЧАРОВ докт. техн. наук, профессор

Параллельный активный фильтр гармоник входного тока тяговой подстанции

В настоящее время «Укрзалізниця» проводит модернизацию тяговых подстанций постоянного тока путем замены устаревших 6-пульсных выпрямительных агрегатов на более совершенные 12-пульсные. Последние позволяют существенно улучшить электромагнитную совместимость подстанций, как с питающей промышленной трехфазной сетью, так и с нагрузками. Тем не менее, новым мировым стандартам на качество потребляемой электроэнергии 12-пульсные агрегаты уже сейчас не удовлетворяют, а с учетом непрерывного ужесточения стандартов, которое идет в связи с мировым энергетическим кризисом, разрыв между фактическим гармоническим составом потребляемого тока и требованиями к нему будет непрерывно увеличиваться. Ранее авторами была предложена комбинированная система активной фильтрации входного и выходного токов, которая позволяет решить эту проблему [1].

Ущербные гармоники входного тока подавляются в ней параллельным активным фильтром (АФ), который может устанавливаться как в каждом из выпрямительных агрегатов, так и как одно устройство на подстанции [2]. Общее исполнение проще, но требует установки более высоковольтного развязывающего трансформатора. Для сокращения его массы, повышения к. п. д. и снижения класса изоляции, развязку целесообразно проводить на повышенной частоте фильтруемых гармоник. Но тогда возникает проблема их отделения от основной частоты 50 Гц, прежде всего по напряжению, поскольку наличие существенной основной гармоники в магнитном потоке сводит на нет все преимущества высокочастотного исполнения. Проблема осложняется тем, что в магнитном потоке содержание основной гармоники в K раз выше, чем в напряжении, где K – это номер подавляемой гармоники. В данном случае наибольшей по амплитуде из высших гармоник является одиннадцатая, то есть требования к содержанию основной гармоники в потоке на порядок выше, чем в напряжении. Отметим также, что устранение первой гармоники напряжения на первичной обмотке развязывающего трансформатора позволяет в несколько раз снизить класс изоляции трансформатора, что является немаловажным фактором. Снижается также величина рабочего напряжения на полупроводниковых ключах собственно АФ, что позволяет применить менее мощные, а поэтому более быстродействующие приборы, в том числе быстро прогрессирующие MOSFET. Известные работы по активным фильтрам, обзор

которых содержится, например, в работе [3], либо вовсе не предусматривают отделения основной гармоники напряжения от высших, либо не содержат информации о том, каким образом понизить содержание основных гармоник напряжения и тока до приемлемых значений

Задача данной работы состояла в разработке схемы параллельного АФ, минимизирующей содержание основной гармоники напряжения в напряжении на развязывающем трансформаторе и на других элементах схемы АФ, а также определение параметров соответствующих узлов силовой схемы и системы управления.

В ходе проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Применение развязывающего трансформатора на повышенной частоте подавляемых гармоник позволяет в несколько раз снизить его размеры, а также установленную мощность собственно активного фильтра, но требует эффективного ограничения основной гармоники напряжения на обмотках трансформатора.

2. Принцип ограничения основной гармоники напряжения состоит в создании для нее режима короткого замыкания на выводах вторичной обмотке средствами силовой схемы в сочетании со средствами управления.

3. Силовой демпфированный резонансный контур обеспечивает для основной гармоники режим, близкий к короткому замыканию, при одновременном использовании демпфированного резистора для повышения скорости установления режима.

4. Дополнительная обратная связь по основной гармонике снижает установленную мощность силового резонансного контура более чем на порядок.

5. Компьютерное моделирование подтвердило работоспособность предлагаемых технических решений и основные соотношения для выбора параметров дополнительных узлов.

Список литературы:

1. Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Ивахно В. В. и др. Система активной фильтрации преобразовательного агрегата тяговой подстанции электрифицированной дороги постоянного тока „Гірнична електромеханіка та автоматика” Науко-технічний збірник №87, Дніпропетровського національного гірничого університету, 2011, с. 21-26.

2. Панасенко М. Б., Бойко В. В. та ін. Стабілізуючі тягові перетворювальні агрегати з системою активної фільтрації для електропостачання тягових мереж постійного струму швидкісних магістралей. Залізничний транспорт України, 2012, № , с

3. Schröder D. Leistungselektronische Schaltungen. Springer, 2008, 1301 s.