

КОМПЕНСАЦИЯ НЕАКТИВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ МОЩНОСТИ ДИОДНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ С ЕМКОСТНЫМИ НАКОПИТЕЛЯМИ

Введение. Перспективным решением проблемы энергосбережения средствами промышленного электропривода и компенсации неактивных составляющих полной мощности в нелинейных и несимметричных системах с резкопеременной реактивной нагрузкой является применение систем группового питания электроприводов с емкостными накопителями, снабженных силовыми активными компенсаторами (САК) [1, 2]. В системах группового питания частотно-регулируемых электроприводов от общих питающих шин постоянного тока используются как выпрямительные установки (управляемые и диодные) [1,2], так и активные выпрямители (АВ) [3], выполненные на полностью управляемых силовых переключающих элементах, мощность которых должна быть рассчитана исходя из суммарной установленной мощности электроприводов и реактивной мощности, подлежащей компенсации. При этом реализация мощных АВ приводит к их существенному удорожанию.

Постановка задач исследования. В статье рассматривается один из возможных вариантов построения систем группового питания электроприводов с емкостным накопителем энергии на основе диодного выпрямителя, снабженного параллельным силовым активным компенсатором (САК) с системой релейного векторного управления, синтезируемой на основе метода I_x, I_y теории мгновенной мощности, а также моделирование электромагнитных процессов в САК в режиме компенсации реактивной мощности диодного выпрямителя.

Материалы исследования. Функциональная схема системы группового питания электроприводов от общих питающих сетей постоянного тока с емкостным накоплением энергии приведена на рис.1. Емкостной накопитель C_d позволяет аккумулировать избыточную энергию рекуперативного торможения одного или группы приводов и минуя сеть передать приводам двигательного режима. При этом исключается двухсторонняя циркуляция энергии между сетью и приводами и, следовательно, дополнительные потери в устройствах на входе системы. Накопленная энергия повторно используется также для управления качеством энергии посредством силового активного компенсатора, который содержит: включенный по обратной схеме АИН с ШИМ; входной фильтр L_Φ ; емкость C_Φ в звене постоянного тока.

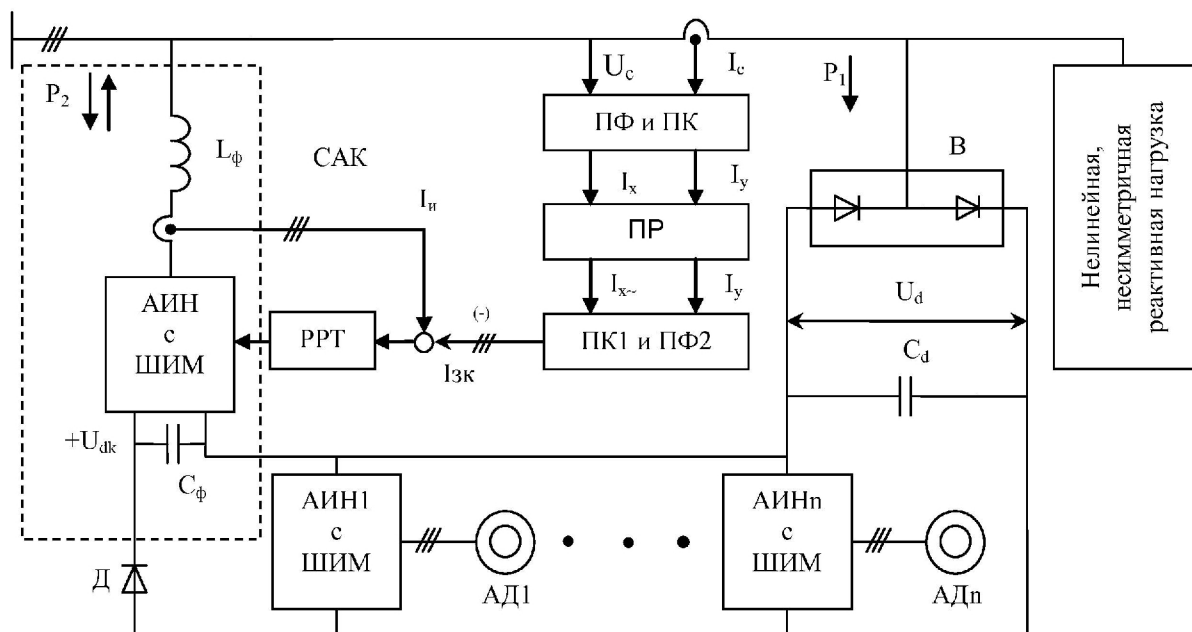


Рис.1. Функциональная схема управления качеством электроэнергии в системах группового питания электроприводов с диодным выпрямителем (В) и емкостным накопителем (C_d)

Релейно-векторная система управления САК [2] реализована на основе метода I_x, I_y теории мгновенной мощности с использованием обобщенных векторов тока и напряжения в синхронно вращающейся системе координат x, y , ориентированной по результирующему вектору напряжения сети. При этом [2]: постоянные составляющие токов I_x, I_y , пропорциональны соответственно активной мощности и реактивной мощности сдвига первых гармоник; сумма их переменных составляющих – мощности искажения и несимметрии

(последняя пропорциональна переменным составляющим двойной частоты). В зависимости от компонент ортогональных составляющих I_x , I_y , поступающих на вход преобразователя координат ПК1, реализующего переход от вращающейся системы координат x, y к неподвижной α, β , выбирается требуемый режим работы: компенсация всех неактивных составляющих полной мощности, отдельных составляющих или их различные комбинации.

На выходе преобразователя фаз ПФ2, реализующего переход от двухфазной системы к трехфазной, формируется задания $I_{зк}$ на фазные токи, подлежащие компенсации, которые поступают на входы релейных регуляторов тока (РРТ), где за счет отрицательной обратной связи по току реализуется замкнутый способ ШИМ.

Наличие диода Д в схеме рис.1 позволяет реализовать отдельное и независимое управление координатами электропривода и качеством электроэнергии. Это является одним из преимуществ систем группового питания с диодным выпрямителем, снабженных параллельным САК, установленная мощность которого рассчитывается только исходя из реактивной мощности, подлежащей компенсации.

Из рис. 2, на котором представлены кривые напряжения и тока сети, выходного тока САК (ток компенсации), видно, что при наличии компенсатора потребляемый из сети ток становится практически синусоидальным и синхфазным с напряжением. Система регулирования позволяет также реализовать отстающий или опережающий коэффициент мощности равный или близкий к единице. О высоком быстродействии и точности САК с РРТ свидетельствуют графики компьютерного моделирования (рис 3) фильтрации 49-й гармоники тока (максимальный номер гармоники, уровень которой нормируется).

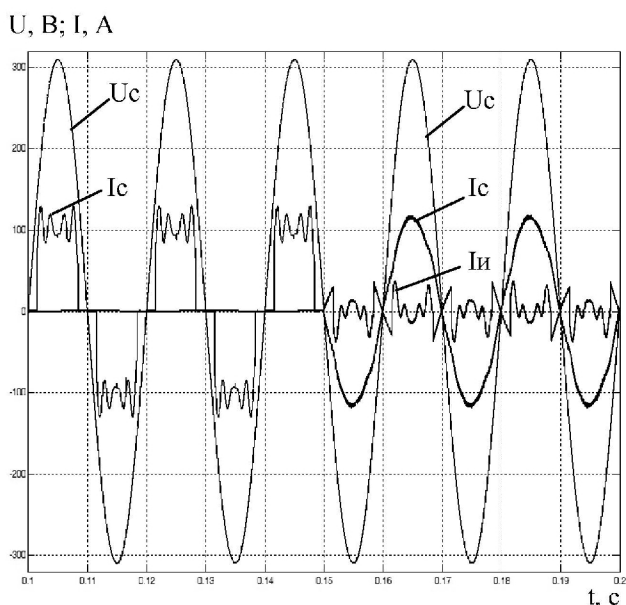


Рис.2. Графики напряжений и токов в режиме компенсации реактивной мощности диодного выпрямителя (U_c , I_c , I_i – соответственно напряжение и ток сети, ток инвертора САК)

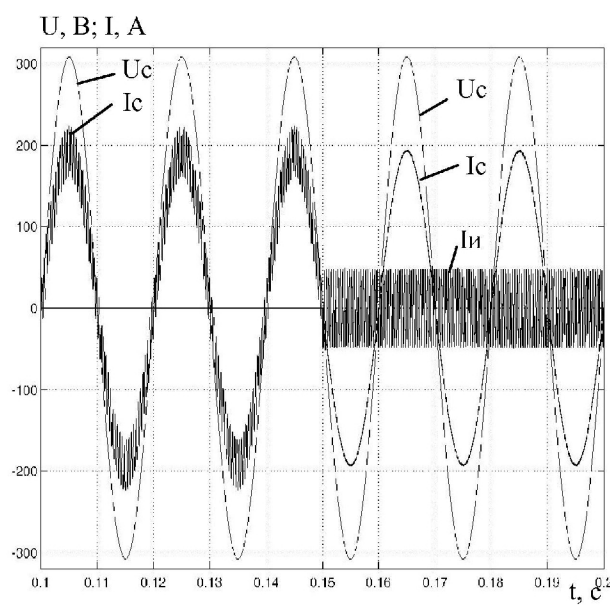


Рис. 3. Графики напряжения и токов в режиме фильтрации 49-й гармоники

Выводы. Системы группового питания частотно-регулируемых электроприводов от общих шин постоянного тока с емкостными накопителями, снабженные параллельными САК, синтезированными на основе метода I_x, I_y теории мгновенной мощности с использованием релейных регуляторов тока компенсации, позволяют:

- уменьшить потери энергии из-за отсутствия энергообменных процессов между сетью и приводами в режиме рекуперативного торможения;
- практически полностью компенсировать неактивные составляющие мощности в нелинейных и несимметричных системах с реактивной нагрузкой, обеспечивая коэффициент мощности близкий или равный единице емкостного или индуктивного характера.

Литература

1. Воробьев А.А., Колб А.А. Групповое питание электроприводов с общим накопителем энергии как новое направление энергосбережения // Вестник НГУ «ХПН»: Харьков. – 2003. – №10. – С. 224–228.
2. Колб А.А. Силовые активные компенсаторы в системах группового питания электроприводов // Вісник КДПУ: Кременчук. – 2007. – Вип. 3(44). – Ч.2. – С. 44–48.
3. Пивняк Г. Г., Волков А.В. Современные частотно-регулируемые электроприводы с широтно-импульсной модуляцией. – Днепропетровск: НГУ, 2006. – 470 с.