

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕНСИРОВАННЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫМИ АГРЕГАТАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

*Запорожец Е.П., Омарова Е.С., Коробейщикова Д.С.
Южно-Уральский государственный университет
zaporozhets333@yandex.ru*

Применение диодных симметричных компенсированных выпрямительных агрегатов (СКВА) на тяговых подстанциях электрического транспорта позволяет решить ряд важнейших проблем, непосредственно связанных с ресурсо- и энергосбережением. В том числе:

- обеспечить полную компенсацию реактивной мощности непосредственно в месте ее потребления, что существенно снижает потери электрической энергии в СЭС;

- обеспечить саморегулирование реактивной мощности при переменном графике нагрузки электрического транспорта, что исключает режимы недо- и перекompенсации;

- установить минимальную мощность компенсирующего устройства за счет отсутствия в коммутирующих конденсаторах напряжения основной частоты и работы его на частотах 250...350 Гц;

- исключить коммутационную аппаратуру в компенсирующем устройстве, поскольку последнее автоматически выводится из работы при снижении нагрузки до нуля (например, в ночные часы для горэлектротранспорта);

- повысить жесткость внешней характеристики СКВА, что обеспечивает поддержание напряжения в контактной сети на необходимом уровне независимо от числа транспортных единиц в рабочей зоне и исключает динамическое воздействие на оборудование электрического транспорта при переходе его с участка контактной сети с одним напряжением на участок с другим напряжением [1].

Вместе с тем, дальнейшее повышение эффективности диодных преобразователей связано с разработкой оптимальных способов управления такими агрегатами. В работе исследуются три основных способа управления, каждый из которых имеет свою приоритетную область применения.

Первый способ реализуется применением регулирования выпрямленного напряжения агрегатов с помощью РПН преобразовательных трансформаторов. Характерными особенностями его являются отсутствие фазового управления вентилями, что обеспечивает поддержание высоких энергетических показателей агрегатов. Причем при снижении выпрямленного напряжения и сохранении выпрямленного тока коэффициент сдвига первой гармоники напряжения и тока питающей сети повышается. Это обусловлено возрастанием относительной величины коммутирующего напряжения конденсаторов по сравнению с коммутирующим напряжением трансформатора. Главным недостатком такого управления является дискретность регулирования выпрямленного напряжения.

Этот недостаток устраняется при использовании второго способа, основанного на применении тиристорного управления выпрямительно-инверторной

группой вентилях в несимметричном компенсированном выпрямительном агрегате (НКВА) по схеме на рис. 1 [1]. В докладе приведены результаты исследования данного способа управления путем моделирования электромагнитных процессов в НКВА в пакете MATLAB. Результаты моделирования представлены на рис. 2 и 3.

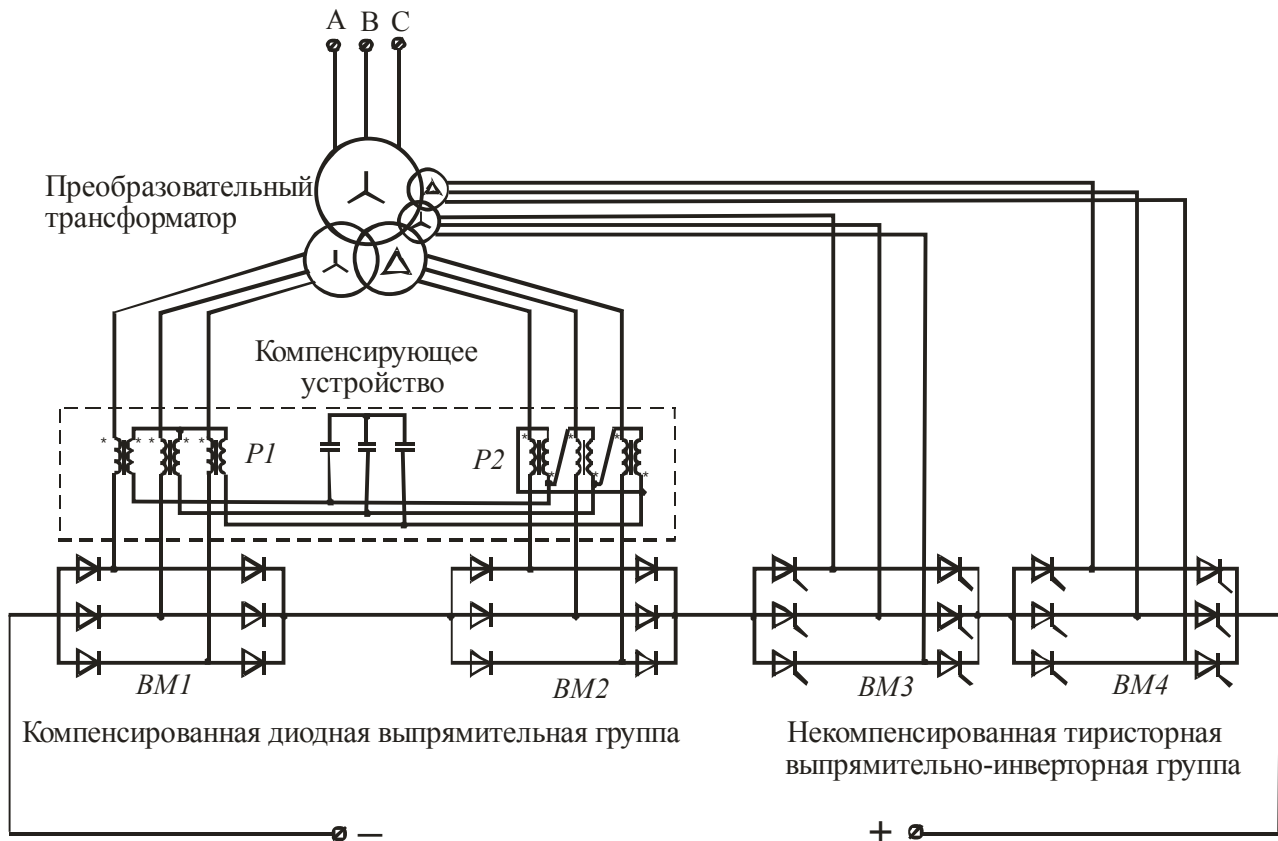


Рис. 1. Принципиальная схема несимметричного компенсированного выпрямительного агрегата с тиристорной выпрямительно-инверторной группой

Проведенные исследования, в том числе и представленные на рис. 2 и 3 временные диаграммы, подтвердили высокую эффективность этого способа управления агрегатом при требуемой в условиях электрического транспорта глубине плавного регулирования выпрямленного напряжения (порядка 20 %), поскольку при этом в основном сохраняются указанные выше достоинства диодного СКВА. Хорошие технические возможности данного способа существенно перекрывают его недостатки, связанные с усложнением схемы преобразователя.

Третий способ основан на применении векторного управления СКВА [2]. Он основан на последовательном включении дополнительного управляемого по фазе и амплитуде источника напряжения в первичную обмотку трансформатора. Дополнительное напряжение формируется с помощью автономного инвертора напряжения с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией. В докладе приводятся первые результаты исследования этого способа применительно к тяговой нагрузке.

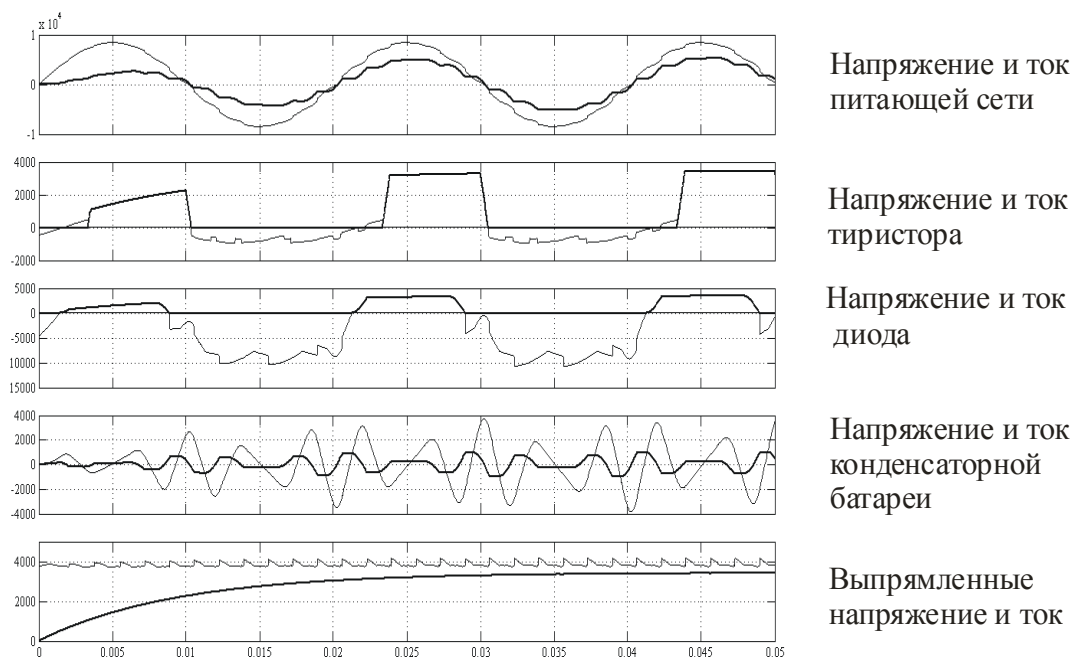


Рис. 2. Электромагнитные процессы в выпрямительном агрегате при работе тиристорной группы в выпрямительном режиме

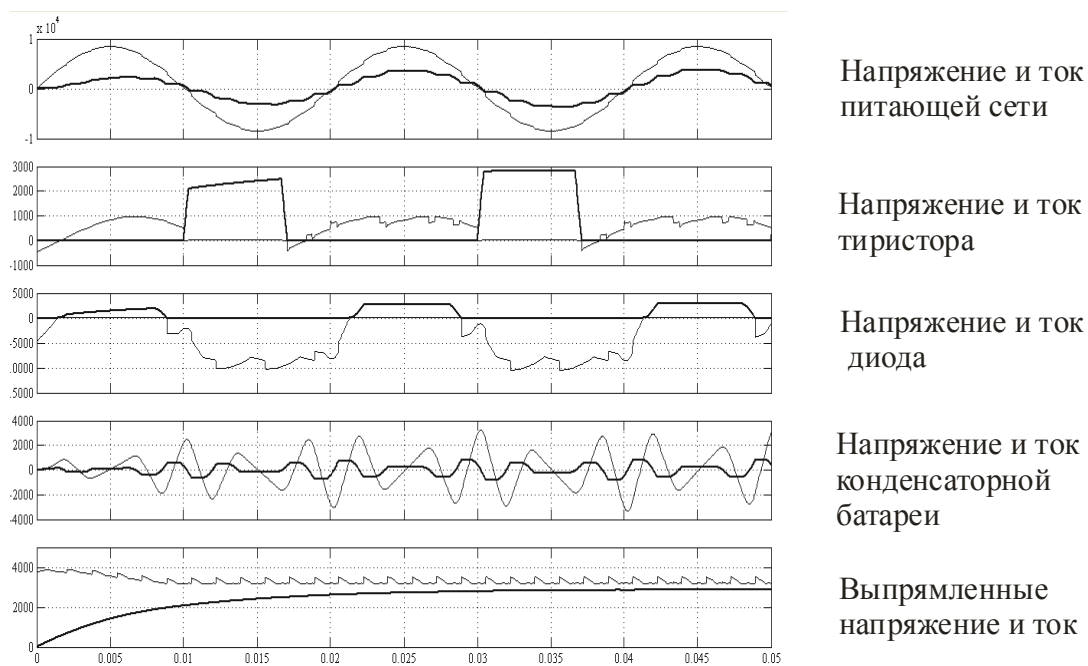


Рис. 3. Электромагнитные процессы в выпрямительном агрегате при работе тиристорной группы в инверторном режиме

Библиографический список

1. Хохлов Ю.И. Компенсированные выпрямители с фильтрацией в коммутирующие конденсаторы нечетно-кратных гармоник токов преобразовательных блоков. Челябинск: ЧГТУ, 1995. 355 с.
2. Пат. 2333589 (РФ). Способ управления многофазным выпрямительным агрегатом / Ю.И. Хохлов // Бюл. изобр. 2008. № 25.