

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С АВТОНОМНЫМ ИНВЕРТОРОМ ТОКА ПРИ ПРОГНОЗИРУЮЩЕМ РЕЛЕЙНО-ВЕКТОРНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ СТАТОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Повышенный интерес, который наблюдается в последние годы к вопросам управления и исследованию асинхронного электропривода (ЭП), выполненного на основе автономного инвертора тока (АИТ) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) [1-3], вызван его существенными достоинствами [1], наиболее важными из которых являются: простота осуществления рекуперации энергии в питающую сеть (посредством лишь одного комплекта нереверсивного управляемого выпрямителя) и формирование статорных напряжений, характеризующихся низкой крутизной фронтов (что позволяет заметно продлить срок службы двигателя в эксплуатации).

Однако, несмотря на привлекательность асинхронного ЭП с АИТ-ШИМ, в известной отечественной и зарубежной литературе вопросам разработки векторных систем автоматического управления (САУ) для указанного ЭП посвящено очень мало работ.

Целью данной статьи является разработка САУ, основанной на прогнозирующем релейно-векторном регулировании статорного напряжения двигателя, и исследование достигаемых с помощью данной САУ стационарных и динамических электромеханических процессов рассматриваемого ЭП.

На рис.1 представлена функциональная схема асинхронного ЭП с АИТ-ШИМ, содержащая: выполненные на основе трехфазных мостовых схем управляемый выпрямитель УВ и автономный инвертор тока АИТ-ШИМ (реализованный на запираемых тиристорах V1-V6); сглаживающий дроссель L_d ; конденсаторы C1-C3; асинхронный двигатель АД; регуляторы: потокосцепления РПС, положения РП, скорости РС, токов РТ1, РТ2 и РТ3; вычислитель модуля ВМ; систему управления выпрямителем СУВ; блок датчиков БД фазных статорных токов и напряжений; датчики тока выпрямителя ДТВ и положения ДП ротора двигателя; систему управления инвертором СУИ; блок компенсации БК; систему векторного регулирования напряжения СВРН; координатный преобразователь КП и блок идентификации.

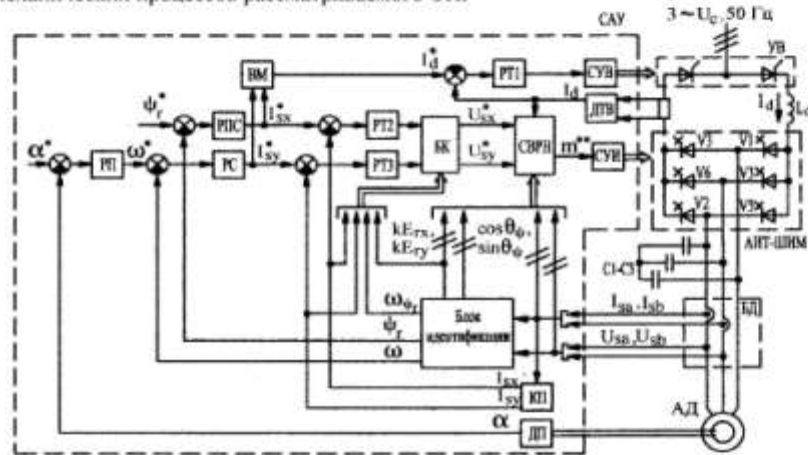


Рис.1 Функциональная схема асинхронного ЭП с АИТ-ШИМ

В основу работы САУ на рис. 1 положена прогнозирующая релейно-векторная система регулирования напряжения, реализованная в блоке СВРН (которая вместе с блоками КП и ВМ подробно рассмотрена в [3]). Данная САУ функционирует следующим образом: через заданные значения потокосцепления Ψ_r^* и положения α^* ротора посредством регуляторов РПС и РС формируются соответственно заданные значения намагничивающей I_{sx}^* и активной I_{sy}^* проекций (на оси вращающейся координатной системы "x - y", ориентированной осью "x" по обобщенному вектору потокосцепления ротора двигателя) обобщенного вектора статорного тока \vec{I}_s^* АД. Через данные токовые проекции посредством регуляторов РТ2, РТ3 и блока компенсации БК (исключающего влияние внутренних перекрестных связей) определяются заданные значения U_{sx}^* и U_{sy}^* проекций обобщенного вектора статорного напряжения \vec{U}_s^* . На выходе СВРН формируется комбинация открытых силовых ключей АИТ, позволяющая быстродействующе отработать заданные значения проекций U_{sx}^* , U_{sy}^* вектора статорного напряжения и, тем самым, свести практически к нулю разность между соответствующими заданными I_{sx}^* , I_{sy}^* и фактическими I_{sx} , I_{sy} проекциями обобщенного вектора статорного тока.

Создана имитационная модель асинхронного ЭП с АИТ-ШИМ с предложенным прогнозирующим релейно-

векторным регулированием статорного напряжения, посредством которой рассчитаны стационарные электромагнитные и переходные электрохимические процессы (для двигателя 4A132S6Y3 мощностью 5,5 кВт), приведенные на рис. 2 и рис. 3. На данных диаграммах приняты следующие обозначения: U_{sa} , I_{sa} и Ψ_{ra} – фазные значения статорных напряжения и тока, потокосцепления ротора соответственно; M и ω – электромагнитный момент и угловая скорость АД; I_s и Ψ_r – соответственно модули обобщенных векторов статорного тока и потокосцепления ротора; α^* и α – заданное и фактическое значения угла поворота вала АД. На рис. 4 представлены рассчитанные для установившегося режима работы (при номинальной скорости и нагрузке) годографы изменения заданного I_s^* и фактического I_s значений обобщенных векторов статорного тока (в виде проекций на неподвижную координатную систему « α - β »).

При этом для контуров регулирования тока выпрямителя и потокосцепления двигателя применялись настройки на модульный оптимум, а для контура скорости – на симметричный оптимум. В контуре регулирования положения использован параболический регулятор РП – при больших и средних перемещениях или настройка на критическое демпфирование – при малых перемещениях.

Полученное высокое качество регулирования асинхронного ЭП с АИТ-ШИМ в динамических и стационарных режимах свидетельствует о возможности его широкого использования в общепромышленном автоматизированном электроприводе.

Литература.

1. Leonhard W. Control of electrical drives. – Springer Verlag, 1996. – 420p.
2. Шрейнер Р. Т., Ефимов А. А., Мухаматшин И. А. Прогнозирующее релейно-векторное управление активными токовыми преобразователями частоты в системах электроснабжения и электропривода // Электроприводы переменного тока: Труды XIII научно-технической конф. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ. – 2005. – С.137-140.
3. Волков А. В., Косенко И. А. Прогнозирующее релейно-векторное регулирование в асинхронных электроприводах с инвертором тока // Вісник КДПУ. – Кременчуг. – 2008. – №3. – С. 98-102.

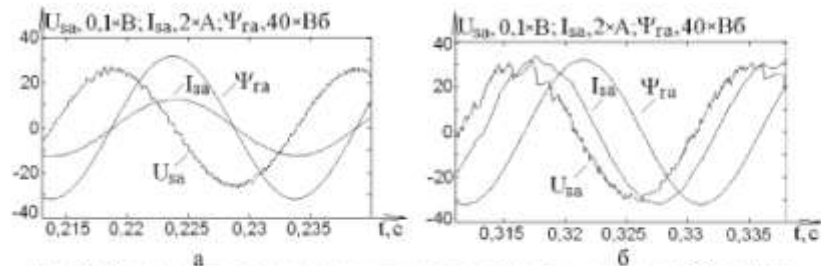


Рис. 2 Стационарные электромагнитные процессы асинхронного ЭП с АИТ при номинальной скорости: а – на холостом ходу; б – с номинальной нагрузкой.

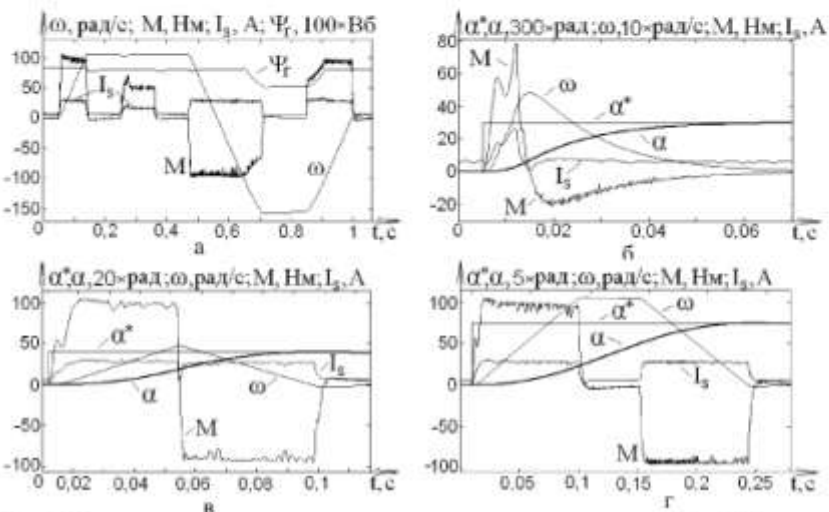


Рис. 3 Переходные электрохимические процессы асинхронного ЭП с АИТ при регулировании скорости (а) и положения: для малых (б), средних (в) и больших (г) перемещений.

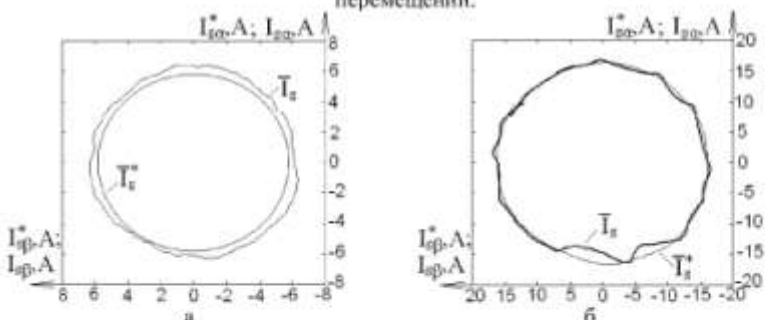


Рис. 4 Годографы изменения вектора статорного тока в стационарном режиме при номинальной скорости: а – на холостом ходу; б – под нагрузкой.