УДК 621.3.07

А.В. ГРИГОРЬЕВ, к.т.н. (КузГТУ)
А.Н. ГАРГАЕВ, к.т.н. (КузГТУ)
В.А. НЕГАДАЕВ, к.т.н. (КузГТУ)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Введение

Научно-исследовательская работа сотрудников высших учебных заведений в области электротехнических комплексов и систем традиционно направлена на изучение следующих объектов: электроприводов различных промышленных машин и установок, систем электроснабжения с аппаратами защиты, управления, прогнозирования и пр. Выбор объекта и темы исследования для соискателя ученой степени кандидата технических наук формируется руководителем. Соискатель, не обладая достаточным опытом и квалификацией, может внести лишь небольшие коррективы. Выбор темы диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, как правило, обусловлен темой кандидатской диссертации. В связи с этим выбор и формирование темы исследования для кандидата наук становится важной ступенью на пути его дальнейшего развития как исследователя.

Выбор перспективной темы для своего соискателя является вопросом сложным, поскольку ответ на вопрос о перспективности исследований подразумевает четкое осознание практической и теоретической значимости планируемого в будущем исследования. Однако без ответа на данный вопрос начинать научно-исследовательскую работу опасно, так как это может привести к разочарованию соискателя в необходимости своих исследований в тот момент, когда результаты получены, и рукопись практически написана. Осознав малую значимость результатов своих исследований, соискатель может не выйти на защиту диссертации без видимых на то причин.

Введение научно-технического семинара при кафедре электропривода и автоматизации Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева по изучению перспективных направлений исследований в области электротехнических комплексов и систем позволило собрать некоторый материал, краткому описанию которого и посвящен данный доклад.

Перспективные направления развития систем управления электроприводов

Поскольку электропривод включает в себя электромеханический преобразователь, электрический преобразователь, механический преобразователь и систему управления был выполнен обзор по перспективным видам каждой составляющей электропривода.

Обзор публикаций по электромеханическим преобразователям показал, что наиболее перспективны научные исследования в сфере управления синхронными электроприводами машин различных применений. При этом наиболее часто исследователи обращают свое внимание на синхронные машины с постоянными магнитами (PMSM – Permanent magnet synchronous motor) [1-2] и бесколлекторные машины постоянного тока (BLDC) [3]. В своих публикациях исследователи подчеркивают, что у синхронных машин имеется ряд проблем, решение которых они предлагают: компенсация момента «залипания», действие которого особенно сильно проявляется при низкой частоте вращения ротора, проблема регулирования намагниченности ротора (для двигателей с постоянными магнитами) для задач регулирования скорости и момента.

В области электрических преобразователей для электроприводов множество исследователей обращают свое внимание на трехуровневые инверторы [8], матричные инверторы [7] и инверторы новых конструкций [9].

Кроме того, перспективным является направление исследований разработки и применения электрических преобразователей систем управления электроприводов для многофазных электрических машин [4-6].

Был выполнен также обзор методов управления электрическими машинами, которые находят отражение в публикациях современных авторов. Выявлено, что авторы проводят исследование и синтез систем управления электроприводов на основе методов прямого управления моментом, регуляторов, основанных на скользящих режимах, аппаратов искусственных нейронных сетей и нечеткой логики [7-12].

Перспективные направления в области мониторинга и диагностики технического состояния электроприводов

Мониторинг и диагностика технического состояния электроприводов на базе электроприводов постоянного и переменного тока в настоящее время выполняется на основе различных методов. Самыми распространенными из них, являются методы вибродиагностики, тепловизионной диагностики, диагностики на основе частотных характеристик токов электродвигателей, диагностика по магнитному полю электродвигателей, диагностика на основе идентификации параметров и переменных электродвигателей в реальном времени. Наиболее перспективным является последний метод, так как процесс диагностики может быть полностью автоматизирован и внедрен в существующие и новые системы управления и контроля промышленных машин и механизмов. Для реализации указанного метода предлагается структурная схема комплекса, представленная на рис. 1 [13-15].

Представленный комплекс не только используется для получения данных из автоматизированного электропривода промышленной установки, но и для быстрой обработки данных и получения сведений о техническом состоянии промышленной установки.

Для обработки данных применяют различные методы: диагностику на основе нечеткой логики, на основе нейронных сетей, на основе допустимых

значений при помощи четкой логики (например, если сопротивление якоря машины постоянного тока больше допустимого, то неисправность обмотки якоря и т.д.).

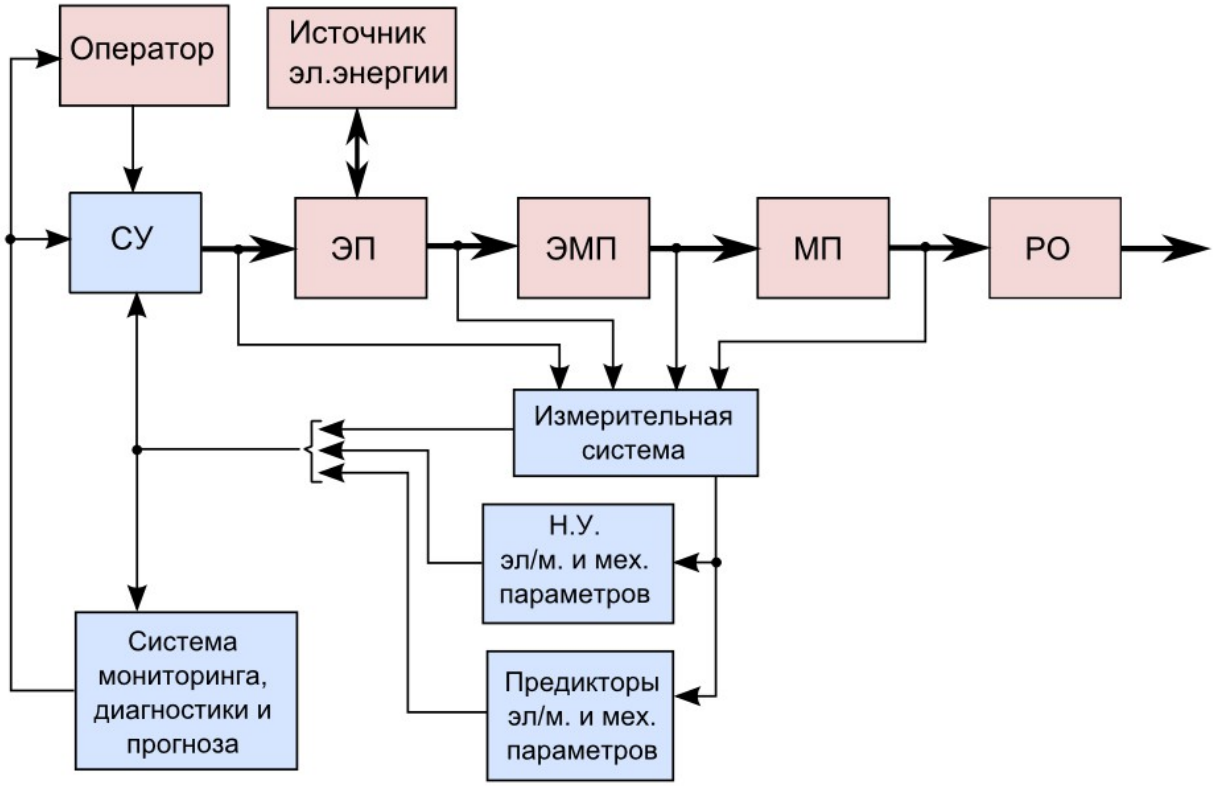

Рис. 1. Структурная схема, где СУ – система управления, ЭП – электрический преобразователь, электромеханический преобразователь, механический преобразователь, РО – рабочий орган

Если очевидные неисправности легко идентифицировать при помощи четкой логики, то неисправности, связанные с частичным выходом из строя подшипников и замыканиями секций якоря, определить таким образом сложно. Для этих задач перспективно применять аппараты искусственных нейронных сетей и нечеткой логики.

Перспективные направления совершенствования сетей электроснабжения, включая системы управления процессом передачи электрической энергии

Современные сети электроснабжения включают в свой состав не только элементы распределения, но и элементы управления процессом передачи электрической энергии. В связи с этим исследователями рассматриваются вопросы управления процессом передачи электрической энергии. В настоящее время получили распространение работы, посвященные «интеллектуальным сетям» (SMART-grid) [16, 17] электроснабжения и гибким системам электроснабжения (FACTS).

Созданию сетей электроснабжения, которые будут более энергоэффективными также посвящены работы многих авторов. При этом

формирование такой сети может осуществляться при помощи устройств компенсации (STATCOM или др. подобные) [18] или локальных распределенных источников энергии (ветрогенераторов, солнечных электростанций и т.д.). Для повышения эффективности работы сетей электроснабжения с использованием технологий FACTS необходимо учитывать динамические модели элементов, включенных в сеть электроснабжения. Несмотря на наличие множеств работ по данным направлениям вопросы создания и управления электрическими сетями до конца не изучены, а исследования в данных областях являются перспективными.

Таким образом, в докладе были рассмотрены перспективные направления развития электротехнических комплексов и систем, представленные в работах зарубежных и отечественных авторов. Для исследований рекомендуется выбирать одно из указанных направлений, однако соискатель и его руководитель должны сами решить вопрос о перспективности направления своей дальнейшей научно-исследовательской работы.

Список литературы:

1. Rajech P. Deodhar. Performance Improvement in Flux-Switching PM Machines Using Flux Diverters // Transactions on Industry Applications, 2014. – Vol. 50. – N. 2.
2. M. Barcaro, N. Bianchi. Interior PM Machines Using Ferrite to Replace Rare-Earth Surface PM Machines // Transactions on Industry Applications, 2014. – Vol. 50. – N. 2.
3. Kuyng-Tae Kim and others. Comparison of the Fault Characteristics of IPM-type SPM-type BLDC Motors Under Inter-Turn Fault Conditions Using Winding Function Theory Machines // Transactions on Industry Applications, 2014. – Vol. 50. – N. 2.
4. A.Nanoty, A.R. Chudasama. Control of designed developed Six Phase Induction Motor // International Journal of Electromagnetics and Applications, 2012. – 2(5).
5. Toliyat H.A. and others. DSP-based Control of Five-Phase Induction Motors // T. IEE Japan, 2001. – Vol. 121-D. – No. 12.
6. P.A. Pothi. Power Electronic Converter Control for Multiphase Drive System // International Journal of Emerging Engineering Research of Technology, 2014. – Vol. 2. – Issue 1.
7. Kyo –Beum Lee, F. Blaabjerg. A modified DTC-SVM for sensorless matrix converter drives using a simple deadbeat scheme // HAIT Journal of Science and Engineering, 2005. – Vol. 2(Issue 5 - 6).
8. A. Sapin, P.K. Steimer. Modeling, Simulation and Test of A Three-level Voltage-Source Inverter with output LC filter and Direct Torque Control // IEEE Transactions on Industry Applications, 2007. – Vol. 43. – No. 2.

9. S. Choe and others. Sensorless Control of Synchronous Machine With an Inverter Integrated Rotor // IEEE Transactions on Industry Applications, 2014. – Vol. 50. – No. 4.
10. Toufouti, R. Direct torque control for induction motor using fuzzy logic/ R. Toufouti, S. Meziane, H. Benalla// ACSE Journal. – 2006. – Vol. 6. – Issue. 2. – P. 19-26.
11. Toufouti, R. Direct torque control for induction motor using intelligent techniques/ Toufouti, S. Meziane, H. Benalla// Journal of theoretical and applied information technology. – 2007. – P. 35-44.
12. S. Ryvkin and others. Sliding-Mode Control Technique for an Induction Motor Drive Supplied by a Three-Level Voltage Source Inverter // SER: Elec. Energy, 2008. – Vol. 21. – No. 2.
13. Гаргаев А.Н., Каширских В.Г. применение фильтра Калмана для динамической идентификации двигателей постоянного тока // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2013. - № 1 (95).- С . 128-130.
14. Гаргаев А.Н., Каширских В.Г. Идентификация параметров двигателей постоянного тока с помощью по исковых методов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2013. - № 1 (95). - С. 131-134.
15. Каширских В.Г., Гаргаев А.Н. Функциональная диагностика двигателя постоянного тока на основе нейросетевого предиктора // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2014. -№ 2 (102).- С . 95-97.
16. Feng Guo. Comprehensive Real-Time Simulation of the Smart Grid / Feng Guo, Luis Herrera, Robert Murawski, Ernesto Inoa, Chih-Lun Wang, Philippe Beauchamp, Eylem Ekici, Jin Wang // IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, 2013. – VOL. 49, NO. 2. – Sh. 899-908.
17. Rikiya Abe. Digital Grid: Communicative Electrical Grids of the Future / Rikiya Abe, Hisao Taoka, David McQuilkin // IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, JUNE 2011. - VOL. 2, NO. 2. – Sh. 399-410.
18. Chandrakanth, S. S. Optimal Location of Statcom for Power Flow Control / S. S. Chandrakanth, A. Ramulu // International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), Jul. - Aug. 2013. - Vol. 3, Issue. 4. – Sh. 2330-2334.