DOI: 10.17117/na.2016.11.02.047

Поступила (Received): 01.11.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.047.pdf>

Васенин А.Б. Моделирование электромеханических установок

Vasenin A.B. Modelling of electromechanical installations

Рассмотрены проблемы повышения энергетических и динамических параметров электромеханических агрегатов на объектах транспорта газа. Предложены методы и алгоритмы компьютерного моделирования приводных систем на базе синхронных машин. Показаны новые результаты по моделированию систем с нечеткими алгоритмами управления

Ключевые слова: алгоритм, электрические машины, агрегат, транспорт газа

Problems of increase in power and dynamic parameters of electromechanical units on gas transport objects are considered. Methods and algorithms of computer modeling of driving systems on the basis of synchronous cars are offered. New results on modeling of systems with indistinct control algorithms are shown

Key words: algorithm, electrical machines, unit, gas transport

Васенин Алексей Борисович

Инженер-проектировщик 2 категории

АО «Гипрогазцентр»

г. Нижний Новгород, ул. Алексеевская, 26

Vasenin Alexey Borisovich

Design Engineer of 2 category

JSC "Giprogazcenter"

Nizhny Novgorod, Alekseevskaya st., 26

В настоящее время в РФ значительно возросли объемы строительства объектов добычи, транспорта и переработки газа [1-4]. Это обусловлено ростом спроса и планами создания магистральных газопроводов (МГ) из России в Западную Европу, а также в Сибири [5-8]. Объемы, снижение энергоемкости и себестоимости газа связаны с модернизацией электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА) компрессорных станций (КС) [9-12] и автономных генераторных комплексов (АГК) систем электроснабжения (СЭС) [13-16].

Основной машиной, используемой для привода компрессоров КС и в АГК, в частности, в ветроэнергетических установках (ВЭУ), является синхронная (СД и СГ), благодаря ее известным преимуществам [17-20]. Возможности расширения функциональных возможностей, улучшения их характеристик связаны с апробацией их по прикладным компьютерным моделям [21-24].

Используется пакет MATLAB с приложением визуального моделирования Simulink и библиотекой Sim Power Systems [25-28]. Данный способ моделирования не всегда в полной мере отражает всю картину электромеханических процессов в системе с преобразователями частоты. Ряд продуктов ПО позволяет производить визуальное имитационное моделирование на локальном уровне, составлять модели-блоки на основе описания каждого элемента, а из готовых

блоков собирать общую структуру. Элементы блоков моделируются в виде набора передаточных функций и дискретными элементами [29-31].

В качестве примера реализации гибридного регулятора рассматривается система стабилизации напряжения СГ при меняющихся воздействиях скорости вращения или электрической нагрузки СГ. В этой системе гибридный регулятор выполняет функцию стабилизации напряжения СГ посредством воздействия на обмотку возбуждения. В качестве прототипа взята система стабилизации напряжения СГ с регулятором амплитудно-фазового компаундирования (АФК) на базе традиционной логики. Синтез его производится в несколько этапов:

- описание объекта управления, и составление алгоритма фаззи-регулятора;
- выбор единиц измерения величин для синтеза нечеткого регулятора;
- структура и алгоритм гибридного регулятора на базе нечеткой логики;
- оценка возможных диапазонов изменения фаззи-множеств;
- выбор формы и параметров функции принадлежности;
- моделирование гибридного регулятора.

Получены результаты моделирования САУ напряжения СГ STAMFORD – MX321 ($U=380$ В, $P=81.5$ кВт, $\cos\varphi=0.8$, $f=50$ Гц) с регулятором АФК и гибридным нечетким регулятором [32,33]. Активно-индуктивная нагрузка имеет различные $\cos\varphi$ и нагрузку. Анализ полученных данных показал, что использование гибридного регулятора улучшает динамику СГ, СД и преобразователей.

Выводы

Таким образом, рассмотренная методика блочного моделирования позволяет:

- анализировать работу систем на базе синхронных машин с преобразователями частоты любой сложности, составленных из блоков-компонентов;
- упростить выбор оптимальной структуры и параметров систем электро-снабжения и ЭГПА, исходя из факторов энергетической эффективности;
- упрощает синтез нейро-нечетких алгоритмов САУ генераторов и приводов.

Список используемых источников:

1. Milov V.R., Suslov B.A., Kryukov O.V. Intellectual management decision support in gas industry // *Automation and Remote Control*. 2011. Т. 72. № 5. С. 1095-1101.
2. Лапаев Д.Н. Многокритериальное принятие решений в экономике: монография / Н.Новгород: изд. ВГИПУ, 2010. 362 с.
3. Крюков О.В., Серебряков А.В. Метод и система принятия решений по прогнозированию технического состояния электроприводных газоперекачивающих агрегатов // *Электротехнические системы и комплексы*. 2015. № 4 (29). С. 35-38.
4. Милов В.Р., Шалашов И.В., Крюков О.В. Процедуры прогнозирования и принятия решений в системе технического обслуживания и ремонта // *Автоматизация в промышленности*. 2010. № 8. С.47-49.
5. Бабичев С.А., Бычков Е.В., Крюков О.В. Анализ технического состояния и безопасности электроприводных ГПА // *Электротехника*. 2010. № 9. С. 30-36.
6. Крюков О.В., Степанов С.Е., Титов В.Г. Встроенные системы мониторинга технического состояния электроприводов для энергетической безопасности транспорта газа // *Энергобезопасность и энергосбережение*. 2012. №2. С. 5-10.
7. Бабичев С.А., Крюков О.В., Титов В.Г. Автоматизированная система безопасности электроприводных ГПА // *Электротехника*. 2010. № 12. С. 24-31.

8. Babichev S.A., Zakharov P.A., Kryukov O.V. Automated monitoring system for drive motors of gas-compressor units // Automation and Remote Control. 2011. T. 72. No. 1. С. 175-180.
9. Kryukov O.V. Intelligent electric drives with IT algorithms // Automation and Remote Control. 2013. T. 74. № 6. С. 1043-1048.
10. Крюков О.В., Краснов Д.В. Перспективы применения преобразователей частоты для регулирования производительности электроприводных ГПА // Газовая промышленность. 2014. № 6 (707). С. 86-89.
11. Бабичев С.А., Захаров П.А., Крюков О.В. Мониторинг технического состояния приводных электродвигателей ГПА // Контроль. Диагностика. 2009. № 7. С. 33-39.
12. Крюков О.В., Степанов С.Е. Пути модернизации электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Електромеханічні І енергозберігаючі системи. 2012. № 3 (19). С. 209-212.
13. Крюков О.В., Титов В.В. Разработка АСУ автономными ветроэнергетическими установками // Автоматизация в промышленности. 2009. № 4. С. 35-37.
14. Крюков О.В., Серебряков А.В., Васенин А.Б. Диагностика электромеханической части ветроэнергетических установок // Електромеханічні І енергозберігаючі системи. 2012. № 3 (19). С. 549-552.
15. Васенин А.Б., Крюков О.В., Серебряков А.В., Плехов А.С. АСУ систем электроснабжения на принципах SMART GRID для объектов магистральных газопроводов // Автоматизация в промышленности. 2012. № 4. С. 36-38.
16. Серебряков А.В., Крюков О.В. Интеллектуальные ветроэнергетические установки для автономных систем электроснабжения: монография // Нижний Новгород, 2014. 135 с.
17. Лапаев Д.Н. Многокритериальное принятие решений в экономике (2-е издание): монография / Н.Новгород: изд. НГТУ, 2016. 281 с.
18. Крюков О.В. Интеллектуальные электроприводы с IT-алгоритмами // Автоматизация в промышленности. 2008. № 6. С. 36-39.
19. Крюков О.В. Прикладные задачи теории планирования эксперимента для инвариантных объектов газотранспортных систем // В сборнике: Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO '12, 2012. С. 222-236.
20. Крюков О.В. Встроенная система диагностирования и прогнозирования работы асинхронных электроприводов // Известия ВУЗов. Электромеханика. 2005. № 6. С. 43-46.
21. Крюков О.В., Горбатушков А.В., Степанов С.Е. Принципы построения инвариантных электроприводов энергетических объектов // В сборнике: Автоматизированный электропривод и промышленная электроника. Труды IV ВНПК // Под общей ред. В.Ю. Островляничка. Новокузнецк, 2010. С. 38-45.
22. Крюков О.В. Частотное регулирование производительности электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Электрооборудование. 2014. № 6. С. 39-43.
23. Степанов С.Е., Крюков О.В., Плехов А.С. Принципы автоматического управления возбуждением синхронных машин газокomppressorных станций // Автоматизация в промышленности. 2010. № 6. С. 29-31.
24. Крюков О.В., Степанов С.Е. Повышение устойчивости работы электроприводов центробежных нагнетателей на компрессорных станциях ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2014. № 8 (710). С. 50-56.
25. Пужайло А.Ф. и др. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций: монография / Под ред. О.В. Крюкова. Н.Новгород: Вектор ТуС. 2010. 560с.
26. Крюков О.В. Опыт создания энергоэффективных электроприводов газоперекачивающих агрегатов // В сборнике: Труды VIII Международной конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014 в 2-х томах // Отв. за выпуск И.В. Гуляев. 2014. С.157-163.
27. Крюков О.В. Стратегии инвариантных систем управления электроприводами объектов ОАО «Газпром» // В сборнике: Идентификация систем и задачи управления SICPRO'15 / М.: ИПУ. 2015. С.368-386.
28. Крюков О.В., Васенин А.Б., Серебряков А.В. Экспериментальный стенд электромеханической части ветроэнергетической установки // Приводная техника. 2012. №4. С. 2-11.
29. Пужайло А.Ф. и др. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций: монография / Под ред. О.В. Крюкова. Н.Новгород: Вектор ТуС 2011. 664с.
30. Kryukov O.V. Electric drive systems in compressor stations with stochastic perturbations // Russian Electrical Engineering. 2013. T. 84. С. 135-138.
31. Крюков О.В. Виртуальный датчик нагрузки синхронных машин // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2014. № 3. С. 45-50.

32. Захаров П.А., Крюков О.В. Принципы инвариантного управления электроприводами газотранспортных систем при случайных возмущениях // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2008. № 2. С. 98-103.
33. Крюков О.В. Регулирование производительности электроприводных ГПА преобразователями частоты // Компрессорная техника и пневматика. 2013. № 3. С. 21-24.

© 2016, Васенин А.Б.

Моделирование электромеханических установок

© 2016, Vasenin A.B.

Modelling of electromechanical installations