DOI: 10.17117/na.2015.08.892

Поступила (Received): 30.08.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.08.892.pdf>

Степанов С.Е.
Энергоэффективные системы электроснабжения
с ветроэнергетическими установками

Stepanov S.E.
Energy-efficient power supply systems with wind
power installations

Рассмотрены современные энергоисточники на базе ветроэнергетических установок. Предложены способы повышения энергоэффективности с помощью регрессионных алгоритмов управления

Ключевые слова: автономный источник энергии, ветроэнергетическая установка, энергоэффективность, стохастические воздействия, регрессионное уравнение

The modern energy sources based on wind turbines. The ways of increase of efficiency using regression control algorithms

Key words: autonomous energy source, wind power plant, energy efficiency, stochastic effects, the regression equation

Степанов Сергей Евгеньевич

Кандидат технических наук, ведущий инженер
Гипрогазцентр
г. Нижний Новгород, ГСП-926, ул. Алексеевская, 26

Stepanov Sergey Eugenievich

Candidate of Engineering Sciences, Lead Engineer
Giprogazcenter
Nizhny Novgorod, GSP-926, Alekseevskaya st., 26

Стремительное развитие новой аппаратной базы электромашиностроения, силовой и микропроцессорной техники стимулирует разработчиков на создание высокотехнологичных, энергоэффективных, надежных и быстро окупаемых ветроэнергетических установок (ВЭУ) [1-4]. Сегодня к возобновляемым автономным источникам энергии (АИЭ) на базе ВЭУ предъявляются все более высокие требования по обеспечению надежности и энергоэффективности работы [5-9]. Типовые решения систем электроснабжения (СЭС) с ВЭУ реализуют только частные задачи, не обеспечивая создания конкурентоспособных интеллектуальных источников электроснабжения (ИИЭ) на основе принципов активно-адаптивных «разумных» электросетей SMART GRID [10-14].

В общем случае на СЭС воздействуют с интенсивности несколько внешних возмущений стохастического и детерминированного характера: технологические (ветровой поток, режим работы традиционных источников энергии, график потребления) и природные (температурные условия, природные возмущения) [15-17]. Все это в совокупности предопределяет необходимость рассмотрения автономного генераторного комплекса (АГК) как объекта теории планирования эксперимента [18-20] с необходимостью синтеза инвариантной системы ВЭУ, обеспечивающей надежную и энергоэффективную работу.

Исходя из стохастического характера амплитудно-частотных характеристик ветрового потока при законе распределения скоростей ветра Вейбулла-Гудрича (рис. 1), на объемы и качество выработки электроэнергии ВЭУ влияет обоснованный выбор параметров (Руст, ω_0) генератора и обеспечение работы ветротурбины в оптимальных зонах диапазонов скоростей ветра.

Наибольшее влияние на процесс выработки электроэнергии ВЭУ оказывают значения стохастических параметров, имеющих метеорологическую и технологическую природу: величина линейной скорости ветра V , м/с; плотность воздуха в ветровом потоке ρ , кг/м³, зависящая от текущих значений атмосферного давления p_a , МПа, и температуры T_b , °К, воздуха в соответствии с уравнением Клапейрона; энергопотребление $W_{\text{потр}}(G_m)$ кВт·ч, включая электрическую и тепловую мощности у потребителей [21-23].

Рис. 1. Мощностные характеристики ветротурбин: P – мощность выходная, о.е.; n – частота вращения, 1000 об/мин; V_1 - V_5 – линейные скорости ветров, K – линия максимального съема мощности потока

Так как для получения стабильной высококачественной электроэнергии СЭС на базе ВЭУ охвачена отрицательной обратной связью по напряжению, задание управляющего воздействия на преобразователь (ПЧ) в условиях одновременного случайного изменения всех параметров должно изменяться по аналитическим регрессионным алгоритмам вида $U_z = f(V, p_a, T_b, G_m)$ [24,25].

Выводы

Обоснована необходимость повышения эффективности работы автономных систем электроснабжения с ветроэнергетическими установками.

Сформулированы принципы управления в инвариантных системах с ветроэнергетическими установками при питании автономных объектов.

Список используемых источников:

1. Крюков О.В., Степахин Ю.П. Автономный асинхронный генератор с микропроцессорным управлением для ветроэнергетических установок // Научные основы создания энергосберегающей техники и технологий. М.: МЭИ. 1990. С. 220-221.
2. Крюков О.В., Титов В.В. Разработка АСУ автономными ветроэнергетическими установками // Автоматизация в промышленности. 2009. № 4. С. 35-37.

3. Серебряков А.В. Энергоэффективные ветроэнергетические установки с оперативной диагностикой для автономных систем электроснабжения. Диссертация ... канд. техн. наук: 05.09.03. ИГЭУ, Н. Новгород, 2013. 171 с.
4. Васенин А.Б., Крюков О.В., Серебряков А.В. Энергетический комплекс. Патент на полезную модель RU №113085. Оpubл. 04.10.2011.
5. Крюков О.В. Встроенная система диагностирования и прогнозирования работы асинхронных электроприводов // Известия ВУЗов. Электромеханика. 2005. № 6. С. 43-46.
6. Милов В.Р., Шалашов И.В., Крюков О.В. Процедуры прогнозирования и принятия решений системе ТО и ремонта // Автоматизация в промышленности. 2010. № 8. С. 47-49.
7. Крюков О.В., Серебряков А.В. Система оперативной диагностики технического состояния ветроэнергетических установок // Электротехника. №4. 2015. С. 49-53.
8. Крюков О.В., Серебряков А.В. Методы синтеза встроенных систем прогнозирования технического состояния высоковольтных двигателей // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии. Иваново, 2015. С. 69-73.
9. Крюков О.В., Серебряков А.В., Васенин А.Б. Диагностика электромеханической части ВЭУ // Електромеханічні І енергозберігаючі системи. 2012. №3. С. 549-552.
10. 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.
11. Серебряков А.В., Крюков О.В. О новых возможностях технологий SMART GRID // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. №2. С. 47-48.
12. Милов В.Р., Сулов Б.А., Крюков О.В. Интеллектуализация поддержки управленческих решений в газовой отрасли // Автоматизация в промышленности. 2009. № 12. С. 16-20.
13. Крюков О.В. Интеллектуальные электроприводы с IT-алгоритмами // Автоматизация в промышленности. 2008. № 6. С. 36-39.
14. Серебряков А.В. Структура автономной системы электроснабжения с дифференцированием нагрузки // Главный энергетик, 2014. №4. С. 46-49.
15. Серебряков А.В., Крюков О.В. Оптимизация управления ВЭУ при стохастических возмущениях // Промышленная энергетика. 2013. №5. С. 45-49.
16. Крюков О.В., Серебряков А.В. Проблемы оптимизации ветроэнергетических установок для систем электроснабжения газопроводов // Научный альманах. 2014. №2. С. 148-158.
17. Серебряков А.В., Крюков О.В., Васенин А.Б. Нечеткие модели и алгоритмы управления ветроэнергетическими установками // Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах. МКПУ-2012. СПб.: ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, 2012. С. 467-469.
18. Захаров П.А., Крюков О.В. Методология инвариантного управления агрегатами компрессорных станций при случайных воздействиях // Известия ВУЗов. Электромеханика. 2009. № 5. С. 64-70.
19. Крюков О.В. Стратегии инвариантных систем управления электроприводами объектов ОАО «Газпром» // Идентификация систем и задачи управления SICPRO'15. М.: ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. 2015. С. 368-386.
20. Серебряков А.В. Энергоэффективные ветроэнергетические установки с оперативной диагностикой для автономных систем электроснабжения. Автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03. ИГЭУ, Иваново, 2013. 18с.
21. Крюков О.В. Виртуальный датчик нагрузки синхронных машин // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2014. № 3. С. 45-50.
22. Крюков О.В., Васенин А.Б., Серебряков А.В. Экспериментальный стенд электромеханической части ветроэнергетической установки // Приводная техника. 2012. №4. С. 2-11.
23. Серебряков А.В., Васенин А.Б., Титов В.Г. Как повысить энергоэффективность ветроэнергетической установки // Главный энергетик, 2015. №1. С. 58-64.
24. Васенин А.Б., Крюков О.В., Серебряков А.В. Алгоритмы управления электромеханическими системами магистрального транспорта газа // АЭП-2014. Саранск, 2014. С. 404-409.
25. Серебряков А.В., Титов В.Г., Чернов Е.А. и др. Дифференцирование нагрузки в системах электроснабжения автономных потребителей // Труды НГТУ, 2015. №2. С.203-209.