

УДК 681.5:621.311

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Куксевич В.Ф., Соколова А.С.

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы разработки эффективного автоматизированного управления ветроэнергетическими установками и их модернизации; представлена разработанная структурная схема системы управления и визуализация работы программных модулей.

Ключевые слова: ветрогенератор, система автоматизированного управления, структурная схема, программные модули.

Как известно, одной из главных проблем современного производства является энергосбережение. Технологии производственных процессов постоянно развиваются, что ведет к существенному увеличению расходов электроэнергии, а, значит, и росту стоимости продукции, выпускаемой предприятиями. В условиях растущей конкуренции предприятия вынуждены искать пути снижения энергопотребления и увеличивать энергоэффективность отдельных производств.

Одним из перспективных решений по эффективному использованию энергоресурсов является использование для электроснабжения предприятий ветрогенераторов.

Тем не менее, при производстве электроэнергии с использованием преобразователей энергии ветра современные энергетические компании сталкиваются с рядом проблем, негативным образом влияющих на эффективность преобразования данного вида энергии. Используемые в современных ветроэнергетических установках (ВЭУ) методы управления в условиях постоянно меняющихся электрических и ветровых нагрузок не обеспечивают требуемой стабильности частоты вращения ротора ветрогенератора. А это, в свою очередь, отрицательно влияет на показатели надежности и продолжительности безаварийной работы ВЭУ, степень экономии производимой электроэнергии и эффективность использования энергии ветра. Решение данных проблем возможно лишь в результате разработки эффективного автоматизированного управления ВЭУ [1].

Рынок производителей ВЭУ в мире достаточно большой. При этом велик и спрос на оборудование данного типа. Это связано с большой нагрузкой компаний-производителей ВЭУ.

Вполне очевидным является тот факт, что для повышения эффективности производства электроэнергии необходима постоянная модернизация существующих парков ВЭУ. Агрегаты первых поколений демонтируются, на их место устанавливаются более современные ветрогенераторы. Однако, как правило, большинство старых ВЭУ не

выработали свой ресурс в полной мере и после модернизации могут эксплуатироваться еще достаточно долго.

Объектом подобной модернизации был выбран горизонтальный трехлопастный ветрогенератор AN Bonus 150/30. С целью повышения эффективности работы данной установки после проведенного анализа объекта были выбраны следующие контуры системы управления, подлежащие реновации: контроля и регулирования оборотов ротора; контроля скорости ветра и регулирования положения лопастей; контроля направления ветра и управления положением гондолы; контроля температуры тормозной системы и аварийного управления тормозной системой; контроля напряжения и силы тока на выходе генератора; управления подключением к внешней электросети; контроля температуры окружающей среды; контроля влажности окружающей среды.

Разработанная структура системы управления такой ВЭУ представлена на рисунке 1.

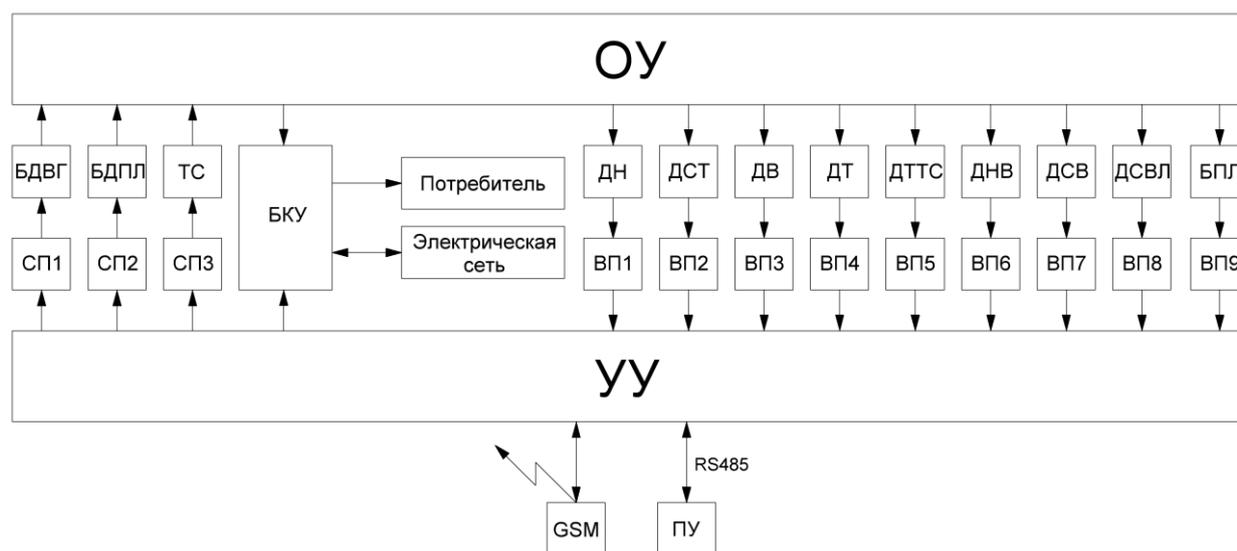


Рис. 1. Структура системы управления ВЭУ

Система управления состоит из следующих элементов: ОУ – объект управления (установка ветрогенератора); УУ – управляющее устройство; ДН – датчик напряжения; ДСТ – датчик силы тока; ДВ – датчик влажности окружающей среды; ДТ – датчик температуры окружающей среды; ДСВЛ – датчик скорости вращения лопастей; ДТТС – датчик температуры тормозной системы; ДНВ – датчик направления ветра; ДСВ – датчик скорости ветра; БПЛ – блок датчиков положения лопастей; ТС – тормозная система; БДПЛ – блок двигателей поворота лопастей; БДВГ – блок двигателей вращения гондолы; БКУ – блок коммутирующих устройств; ВП1 – ВП9 – вторичные преобразователи; СП1 – СП3 – силовые преобразователи; ПУ – панель управления.

На основании структуры системы управления была разработана функциональная схема автоматизации, в соответствии с которой выбраны технические средства контроля и управления, удовлетворяющие предъявленным требованиям. Далее, на основании выбранных технических средств была разработана электрическая схема подключения.

Также был разработан алгоритм функционирования системы управления ветрогенератором, для которого были созданы программные модули в среде CoDeSys на языке CFC.

Визуализация работы программы состоит из двух вкладок, представленных на рисунках 2 и 3.

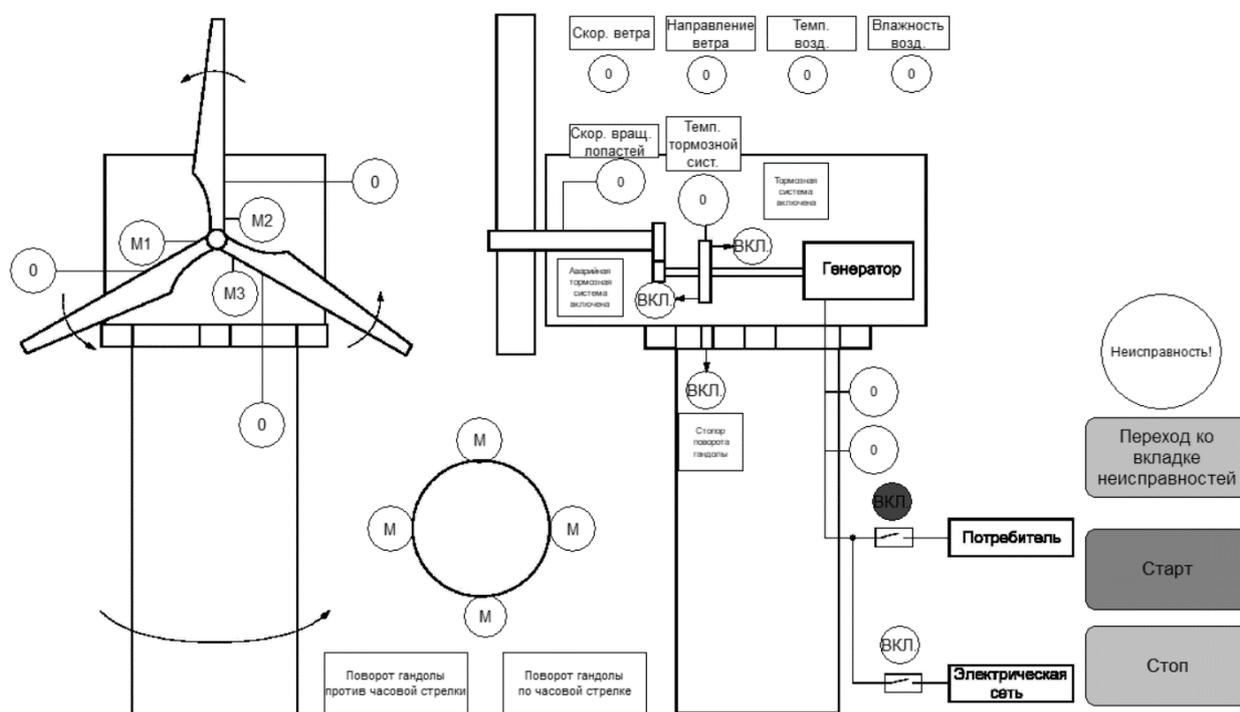


Рис. 2. Вкладка визуализации работы программы для управления ветрогенератором



Рис. 3. Вкладка неисправностей

После нажатия на кнопку «Старт» система переходит в рабочий режим. Далее работа программы управления ветрогенератором может быть рассмотрена как работа программ составляющих ее подсистем.

Управляющими параметрами подсистемы регулирования оборотов лопастей являются скорость ветра, скорость вращения лопастей и температура тормозной системы. Выполняется анализ данных, полученных от датчиков скорости ветра и скорости вращения лопастей, на попадание в допустимый диапазон работы и при выходе за его пределы происходит включение тормозной системы. Во время торможения может произойти перегрев тормозной системы. В таких случаях срабатывает аварийная тормозная система.

Управляющими параметрами подсистемы позиционирования лопастей являются скорость ветра и угол наклона лопастей. Программа сопоставляет значение скорости ветра с необходимым углом наклона лопастей. При несоответствии угла наклона скорости ветра происходит позиционирование лопастей посредством включения двигателей поворота лопастей в ту или иную сторону. Как только лопасть встанет под необходимым углом – двигатели позиционирования отключатся.

Управляющим параметром подсистемы позиционирования гондолы является направление ветра. При изменении направления ветра включаются двигатели поворота гондолы, которые позиционируют гондолу перпендикулярно направлению ветра. При достижении нужного положения включается стопор, блокирующий поворот гондолы.

Управляющими параметрами подсистемы электроснабжения потребителя являются сила тока и напряжение на выходе генератора. В ситуациях, когда ветрогенератор не может обеспечить электроэнергией потребителя или имеются излишки вырабатываемой электроэнергии, происходит подключение к внешней сети. Также присутствует защита от короткого замыкания, которая отключает потребителя от источника питания и включает тормозную систему ветрогенератора.

На вкладке визуализации работы системы управления также отображаются значения температуры и влажности воздуха на основании показаний датчиков соответствующих параметров.

Разработанная автоматизированная система управления способствует повышению энергоэффективности и экологичности промышленного предприятия. Однако зависимость выработки электроэнергии от ветровых условий не позволяет на данный момент делать ветроэнергетические установки единственным источником энергии промышленного объекта и, следовательно, не способствуют широкому применению подобных систем.

Список литературы

1. Буяльский В.И. Автоматизированная система управления ветроэнергетической установкой на базе оценки скорости ветра и мощности потребляемой электроэнергии : автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук : 05.13.06 / В. И. Буяльский ; ФГАУО ВО «Севастопольский государственный университет», Институт ядерной энергии и промышленности. – Севастополь, 2018. – 22 с.

2. Шеленговский В.О., Соколова А.С., Черненко Д.В. Автоматизированная система управления ветрогенератором // Материалы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов: в 2 т. / УО "ВГТУ". - Витебск, 2022. - Т. 2. - С. 39-41.

Куксевич Виталий Фёдорович, старший преподаватель, pallmall5@bk.ru, Республика Беларусь, Витебск, УО «Витебский государственный технологический университет»,

Соколова Анна Сергеевна, старший преподаватель, Sokolova203509@gmail.com, Республика Беларусь, Витебск, УО «Витебский государственный технологический университет».

WIND POWER PLANT AUTOMATION

Kuksevich V.F, Sokolova A.S.,

Annotation: The article deals with the development of effective automated control of wind turbines and their modernization; the developed block diagram of the control system and visualization of the operation of software modules are presented.

Key words: wind generator, automated control system, block diagram, software modules.