

способ очистки, по сравнению с остальными, обеспечивает наиболее большой перечень удаляемых загрязнений из биогаза. Из минусов данной технологии высокие затраты электроэнергии.

Последний способ очистки биогаза – мембранный. Мембранный способ, на сегодняшний день, является относительно новым способом очистки. Он основан на различных растворимостях и диффузионных способностях содержащихся в биогазе компонентов. Схема такой установки: сама мембрана представляет собой полимерное волокно толщиной не более 0,1 мкм с полостью внутри через которую проходит биогаз. Несколько таких волокон собирают в пучки, несколько пучков образуют модуль. Внутренняя часть мембраны является стороной высокого давления, наружная – низкого. Различие парциальных давлений каждого газообразного компонента внутри мембраны и снаружи способствует проникновению компонентов через стенку мембранного волокна, помимо этого важную роль играет еще и скорость проникновения через мембрану отдельных компонентов. Основным преимуществом данного метода является компактность установки и непрерывность технологии, кроме того нет необходимости применять химические средства и затрачивать энергию на регенерацию. Недостатком технологии является возможность повреждения мембраны частичками воды и, как следствие, необходимость предварительной очистки.

Список использованных источников

1. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / Коллектив авторов. СПб. : Наука, 2002. 314 с.

УДК 62-531.9

Сироткин Е. А., Соломин Е. В.
Южно-Уральский государственный университет
ea.sirotkin@gmail.com

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В СОСТАВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Аннотация. Рассмотрены факторы ценообразования на ветроэнергетическое оборудование в целом и на системы управления мощностью в отдельности. Приводится сравнительный анализ затрат, связанных с созданием и внедрением систем управления мощностью в конструкции ветроустановок, с затратами на устранение последствий неуправляемых процессов эксплуатации установок.

Исходя из общемировой практики эксплуатации ветроэнергетического оборудования, конструкция и компоненты ветроэнергетических установок спроектированы таким образом, что номинальная выработка мощности на электрическом генераторе происходит при скорости ветра 11 м/с [1]. Однако, подавляющее

большинство ветроустановок дополнительно оснащают системами управления мощностью для обеспечения безопасной эксплуатации агрегата, т.к. при скорости ветра выше 11 м/с возникает вероятность аварии (разрушение ветроколеса, перегрев обмоток генератора, вибрационные колебания конструкции) [2]. В связи с установкой на ВЭУ дополнительного оборудования, возрастает общая стоимость изделия, таким образом, появляется задача по нахождению компромисса между удешевлением установки и обеспечением безопасности ее эксплуатации.

В настоящее время существует несколько разных принципов управления мощностью ВЭУ, каждый из которых делится на подклассы. Одними из первых в ветроэнергетической промышленности стали появляться аэродинамические регуляторы, потом механические, а в последнее время все больше внимания уделяется электрическому и электромеханическому принципам управления [3]. И для того, чтобы корректно оценить экономическую целесообразность внедрения системы адаптивного регулирования в ветроэнергетические установки, необходимо понимать в целом из чего складывается стоимость самого оборудования и различать стоимость электроэнергии, получаемой от этого оборудования.

Цену ветроэнергоустановки определяет производитель. Поэтому вопросы "дороже-дешевле" являются очень условными в связи с различной добавочной стоимостью. Тем не менее, можно выделить характерные черты изделий, влияющих на ценообразование.

Лопастей у горизонтально-осевых ветроэнергоустановок (ГО ВЭУ) значительно сложнее в исполнении в связи с особой формой профиля и переменной хордой, чем у вертикально-осевых (ВО ВЭУ). При работе ВЭУ, на лопасти ГО ВЭУ действуют центробежные силы и силы гравитации, что является причиной необходимости дополнительного усиления профиля шпангоутами и стрингерами. ГО ВЭУ являются более быстроходными, чем ВО ВЭУ, в связи с чем, износ подшипников (на которые приходится до 80 % отказов) больше. Механизмы регулирования частоты вращения у ГО ВЭУ более сложные и снижают надежность [4].

Массогабаритные характеристики ВО ВЭУ уступают горизонтально-осевым аналогам, однако, это нельзя считать однозначным недостатком, поскольку, например, в электрогенераторы порой добавляют дополнительные массы, играющие роль маховика [5]. Необходимо отметить, что ВО ВЭУ обладают меньшей парусностью, благодаря чему их можно использовать на более сильных ветрах, чем ГО ВЭУ. Ко всему прочему, в гондоле ГО ВЭУ невозможно разместить ряд сервисного оборудования, что невыгодно отличает их от ВО ВЭУ [6].

ГО ВЭУ неизбежно и, по определению, генерируют ряд паразитных шумов, в том числе и инфразвук – за счет срыва потока с лопастей [7]. Немаловажным параметром является наличие низкочастотных и высокочастотных вибраций. У ВО ВЭУ показатели по шуму и вибрациям значительно лучше, что позволяет их эксплуатировать в непосредственной близости к жилым помещениям и даже на инженерных объектах [8]. Мачта ВО ВЭУ при размещении на зданиях жилого сектора и других инженерных объектах может быть значительно ниже,

чем в полевых условиях, что снижает общую стоимость изделия на 30-50 %, а обслуживание и ремонт на 50-80 %.

Когда речь заходит о ценовых диапазонах систем управления мощностью, то невозможно назвать конкретные суммы, не рассматривая при этом какую-либо определенную ветроэнергетическую установку, однако можно предположить, что стоимость изготовления системы будет сопоставима с общей стоимостью всей конструкции ветроагрегата. Для такого предположения достаточно сравнить массовые характеристики элементов распространенных регуляторов и всей ветроустановки [9]. Что касается электрооборудования системы управления, то здесь многое зависит от марки производителя комплектующих и качества их изготовления. Но стоит отметить, что все комплектующие (датчики, исполнительные механизмы, блоки сравнения, усилители и пр.) находятся в массовом серийном производстве по всему миру и могут быть внедрены в систему регулирования, особенно если стадия ее проектирования совпадает по времени со стадией проектирования конструкции ВЭУ.

Кроме того, оценить целесообразность использования системы адаптивного регулирования можно, оценив стоимость ремонта тех или иных элементов ВЭУ в случае аварии. В случае разрушения ветроколеса потребуются дополнительные затраты на демонтаж разрушенных элементов, изготовление и установку новых частей ВЭУ. При перегреве генератора, при наилучшем развитии событий, может потребоваться только замена электротехнических узлов, а это потребует общий демонтаж и разбор всего агрегата. Наихудшим вариантом может стать возгорание установки и полный выход из строя, с дальнейшей невозможностью восстановления. В случае превышения вибрационных показателей, возможно возникновение дисбаланса конструкции и, как следствие, постепенное разрушение механических узлов. Также здесь следует учитывать месторасположение ветроэнергетического оборудования. Если вблизи не находится никаких объектов, которым может быть причинен вред при аварии ветроагрегата, то ценовые затраты на ликвидацию последствий будут оцениваться только затратами на восстановление и ремонт ВЭУ. Но если ветроэнергетический объект находится вблизи строений или непосредственно на крыше зданий, то затраты на устранение последствий аварии могут быть на порядок выше, чем в первом случае. Использование системы адаптивного управления, рассчитанной для заданной климатической зоны, позволит предотвратить разрушение ветроустановки.

Подводя итог, можно сказать, что необходимость интеграции систем управления мощностью в конструкцию ветроустановок вполне оправдана. Тем не менее, следует подбирать те или иные вариации блоков управления под определенные климатические условия территории, где будет эксплуатироваться ВЭУ. Учитывая тенденцию унификации и стандартизации всех отраслей промышленности, появляется возможность создать ряд систем управления с различными характеристиками, которые можно опционально устанавливать на серийные образцы ВЭУ.

Список использованных источников

1. Безруких П. П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология. М. : Колос, 2008. 196 с.
2. Устройство автоматического торможения ротора горизонтально-осевой ветроэнергетической установки : патент на полезную модель RUS 142083 / Соломин Е. В., Кирпичникова И. М., Сироткин Е. А. [и др.] 26.12.2013.
3. Аникин А. С., Козлов С. В., Сироткин Е. А., Соломин Е. Е. Регулирование частоты вращения ротора вертикально-осевой ветроэнергетической установки // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 5 (145). С. 32-36.
4. Аникин А. С., Козлов С. В., Сироткин Е. А., Соломин Е. Е. Анализ жизненных фаз ветроэнергетической установки // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 5 (145). С. 37-41.
5. Bianchi, Fernando D. Wind turbine control systems: principles, modelling and gain scheduling design. London : Shpringer, 2007. 208 p.
6. Лятхер В. М. Развитие ветроэнергетики // Малая энергетика. 2006. № 2 (4-5). С. 18-38.
7. Соломин Е. В. Основы методологии разработки вертикально-осевых ветроэнергетических установок // Альтернативная энергетика и экология. 2011. № 1. С. 18-39.
8. Кирпичникова И. М., Соломин Е. В. Виброгасители мачт сверхмалых вертикально-осевых ветроэнергетических установок. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2010. № 14 (190). С. 78-81.
9. Волович Г. И., Кирпичникова И. М., Соломин Е. В., Топольский Д. В., Топольская И. Г. О развитии средств автоматизации в энергетике с использованием возобновляемых источников энергии // Письма в международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2014. № 1. С. 54-55.

УДК 631.311.6

Склюев М. А., Безматерных М. А., Щеклеин С. Е.,
Селезнева И. С., Немихин Ю. Е.
Уральский федеральный университет
miha.skl@mail.ru, max6669@ Rambler.ru, s.e.shcheklein@urfu.ru

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

Аннотация. Работа посвящена установлению зависимости между величиной энергосберегающего эффекта процесса аэробной очистки сточных вод и экономией природного ресурса.

В эпоху высокоразвитого промышленного производства и сельского хозяйства во всем мире особо остро встает вопрос сокращения расхода сырьевых и энергетических ресурсов, снижения эмиссии парниковых газов и охраны окружающей среды. Не менее актуальной является и проблема энергосбережения.

В качестве примера рассмотрим процесс аэробной биологической очистки промышленных и бытовых сточных вод, который является достаточно энергоемким за счет значительного расхода электроэнергии для работы воздуходувок с целью обеспечения интенсивной аэрации в аэротенках. За счет использования керамических аэраторов «Бакор», обеспечивающих мелкопузырчатую аэрацию