

Новые технические решения и конструкции возобновляемых источников электроэнергии, подключаемых к сельским электрическим сетям*

В.А. Шахов, д.т.н., профессор, В.И. Чиндяскин, к.т.н., Д.В. Гринько, соискатель, А.А. Митрофанов, соискатель, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Надёжная и качественная работа сельских электрических сетей является важным звеном в системе бесперебойного обеспечения электроэнергией сельских потребителей. По статистическим данным, в настоящее время более 50 тыс. км ВЛ 35–110 кВ, 560 тыс. км ВЛ 6–10 кВ и 510 тыс. км ВЛ 0,38 кВ отслужили свой нормативный срок. Средняя продолжительность отключений потребителей в России составляет 70–100 час. в год, в то время как в промышленно развитых странах – 60 мин. в год [1].

Парк силовых трансформаторов морально и технически устарел, более 45% силовых трансформаторов напряжением 35 кВ и выше отработали более 25 лет. В электрических сетях 6–10 кВ в

среднем регистрируется 26 отключений в год на 100 км ЛЭП, в электросетях 0,4 кВ происходит до 100 отключений на 100 км. При нормативном сроке службы устройств РЗА, равном 12 годам, около 50% всех комплектов релейной защиты отработали свой нормативный срок службы. Отставание уровня выпускаемой отечественной техники РЗА по сравнению с техникой РЗА ведущих зарубежных фирм-производителей составляет 15–20 лет.

Материал и методы исследования. Большая часть электрооборудования и средств управления им отработали свой ресурс в эксплуатации, и поэтому сельские электрические сети 0,4 и 6–10 кВ имеют низкую эффективность работы. Исходя из этого необходимо наряду с реконструкцией и техническим перевооружением традиционной электроэнергетики развивать комплексное электрообеспечение сельских потребителей с применением альтернативных источников электроэнергии.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования Оренбургской области. Приказ РФФИ № 271 от 01.04.2016 г.

Применение альтернативных источников электроэнергии позволит уменьшить протяжённость электрических сетей, сократить число трансформаторов, уменьшить число коммутационных аппаратов и т.п. Поэтому проведение научных исследований и разработка технических решений для развития сельских электрических сетей с применением альтернативных источников является актуальной проблемой. Научные исследования в данном направлении проводятся на кафедре электроснабжения сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ».

Результаты исследования. На первом этапе необходимо усовершенствовать конструкции некоторых альтернативных источников электроэнергии, в частности предлагается техническое решение по проектированию ветроэнергетической установки для повышения эффективности использования энергии ветра [2].

Устройство содержит ветроколесо 1, датчик частоты вращения ветроколеса 2, генератор 3, анемометр 4, блок управления 5, выпрямитель 6, нагревательные элементы 7, аккумуляторную батарею 8, инвертор 9, полезную нагрузку 10. При работе ветроэнергетической установки аналоговый сигнал с анемометра 4, являющегося датчиком частоты холостого хода ветроколеса, поступает на контроллер блока управления 5, контроллер включает контактор, подключённый к нагревательным элементам 7 (рис. 1). При снижении частоты вращения генератора 3 ниже допустимой контроллер подаёт команду на контактор для отключения нагревательного элемента 7. Это поддерживает частоту вращения ветроколеса 1 равной половине частоты вращения холостого хода ветроколеса при изменениях скорости ветрового потока. Тем самым достигается максимальное использование энергии ветрового потока.

Таким образом, блок управления 5 может поддерживать частоту вращения ветроколеса и нагрузку генератора для конкретной скорости ветра, что позволит максимально использовать энергию ветрового потока. Тем самым достигается повышение эффективности использования заявленной ветроэнергетической установки, снижается себестоимость производимой энергии и, как следствие, срок окупаемости самой установки.

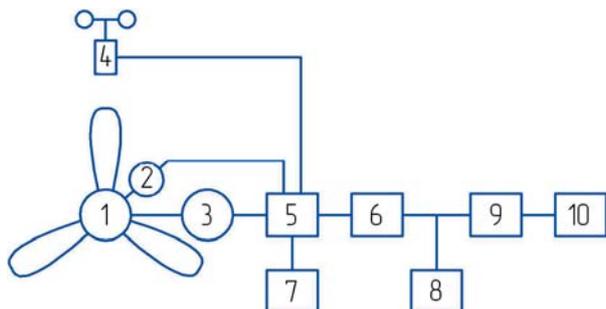


Рис. 1 – Ветроэнергетическая установка

Другое техническое решение посвящено разработке конструкции погружной свободнопоточной микрогидроэлектростанции [3]. Предложено усовершенствование конструкции крепления ортогональных лопастей турбины с целью увеличения устойчивости к вибрациям и повышения эффективности работы свободнопоточной погружной микрогидроэлектростанции, которые вызваны турбулентным характером движения потоков воды. Колебания снижают КПД установки. Их демпфирование позволяет минимизировать отклонения турбины от положения, при котором эффективность выработки электрической энергии наиболее высока. На рисунке 2 изображена конструкция крепления ортогональной лопасти гидротурбины. На валу гидротурбины 1 жёстко закреплена рама гидротурбины 2. К раме крепится ортогональная лопасть 3, верхняя часть которой закреплена подвижно с помощью скользящего подшипника 4, а нижняя крепится при помощи пружины 5, которая одной стороной вставляется в небольшое отверстие 6, сделанное в раме гидротурбины, а другой стороной – в отверстие 7 ортогональной лопасти. Погружная свободнопоточная микрогидроэлектростанция работает следующим образом. Поток воды за счёт разности скоростей на внешней и внутренней стороне ортогональной лопасти 3 создаёт подъёмную силу, вращающую вал гидротурбины 1, соединённый с валом низкоскоростного генератора, который превращает кинетическую энергию вращения гидротурбины в переменный ток. Предложенная конструкция позволяет при поступлении неравномерных водных потоков на ортогональную лопасть нижней части ортогональной лопасти отклоняться от заданного положения на угол не более 30 град. за счёт пружины 5 и скользящего подшипника 4.

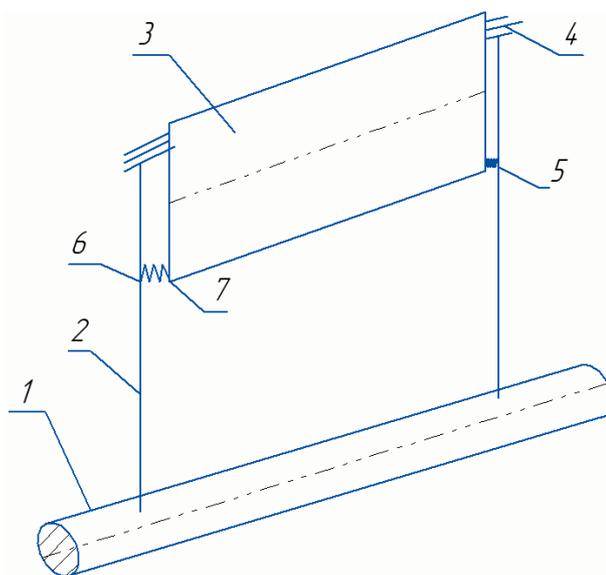


Рис. 2 – Погружная свободнопоточная микрогидроэлектростанция

После установления постоянной скорости водного потока ортогональная лопасть предлагаемой конструкции позволяет увеличить устойчивость агрегата к вибрациям и повысить эффективность работы свободнопоточной погружной микрогидроэлектростанции.

Также разработана конструкция модульной гибридной электростанции на основе возобновляемых источников энергии (заявка № 2014115165/07 от 15.04.2014 г.). Она выполнена из отдельных модулей, соединённых между собой в единый блок (контейнер), выполненный из металлоконструкции, изготовленной из листовой стали с алюминиево-цинковым покрытием, который обшит изнутри негорючим материалом для теплоизоляции и шумоподавления. Гибридная электростанция состоит из функциональных энергогенерирующих взаимозаменяемых модулей, соединяемых друг с другом в единую конструкцию. Оборудование и модули системы соединены магистральным трёхфазным шинопроводом, который содержит четыре электрических проводника, дополнительно оборудован вторичной шиной с четырьмя проводниками, эта шина может быть использована для систем управления.

На рисунке 3 представлена структурная схема гибридной электростанции. Конструкция включает: ветрогенератор 1, дизельный генератор 2, биогазовую установку 3, газотурбинную установку 4, малую гидроэлектростанцию (выносной модуль) 5. Вышеперечисленные элементы вырабатывают переменный ток и таким образом могут быть непосредственно соединены с шиной переменного тока (АС) либо с конвертерами АС/АС. Преобразователь солнечной энергии в электрическую (солнечные батареи) 6 вырабатывает постоянный ток. Вместе с аккумуляторными батареями 7 он соединён с шиной постоянного тока (DC) через DC/AC конвертеры 8. Двухнаправленный инвертор DC/AC 9 используется для заряда аккумуляторных батарей 7 от энергогенерирующих устройств, вырабатывающих переменный ток, и передачи энергии потребителю 10 от солнечного модуля 6 и аккумуляторных батарей 7. Контроллер заряда батарей 11 служит для защиты аккумуляторных батарей от перегрузки. Он постоянно контролирует напряжение аккумуляторной батареи: когда они будут полностью заряжены, контроллер останавливает зарядку или уменьшает количество тока, поступающего от устройства генерирования к аккумуляторной батарее. Система

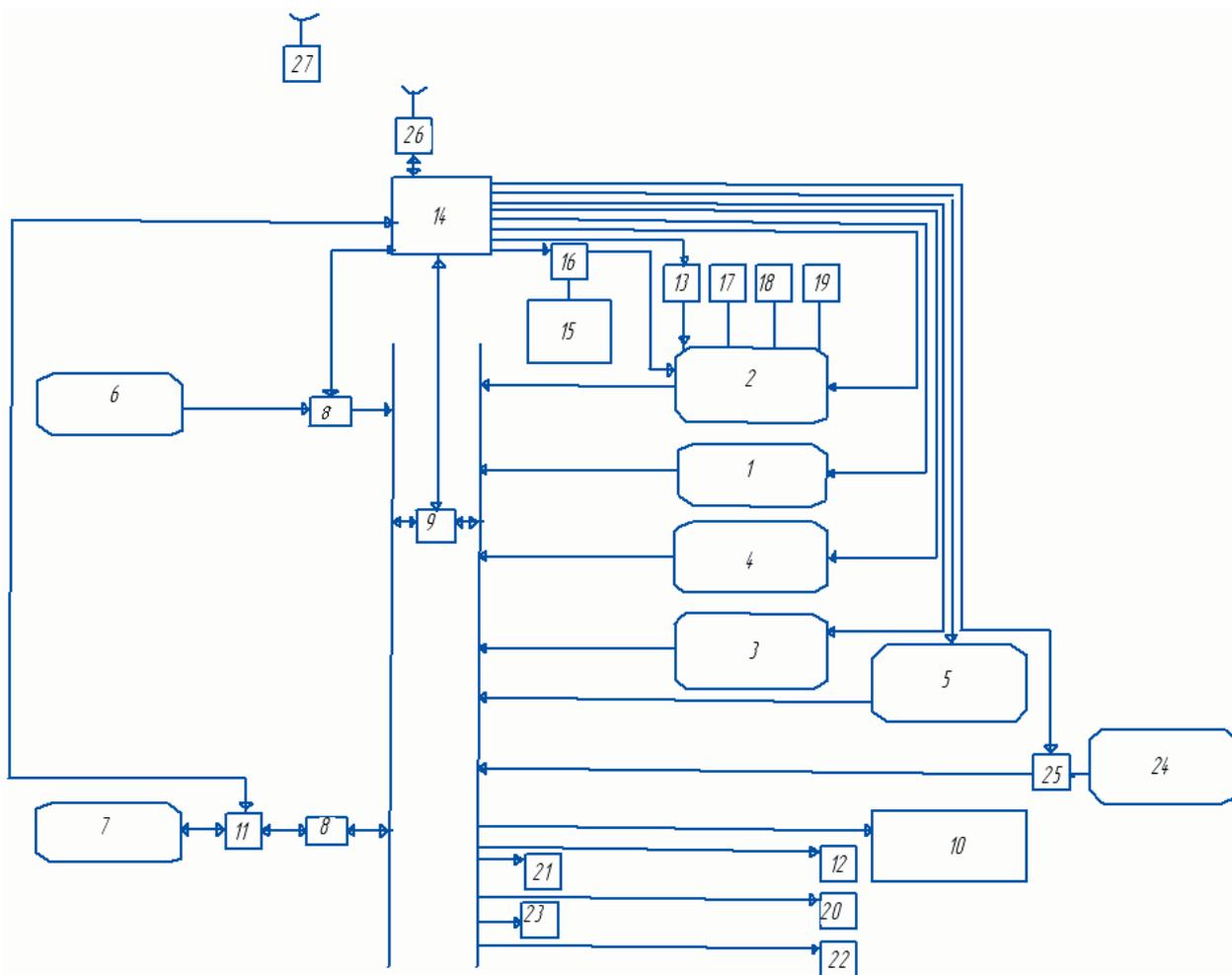


Рис. 3 – Модульная конструкция гибридной электростанции

приточно-вытяжной вентиляции и отопления 12 предназначена для автоматического поддержания требуемого микроклимата внутри контейнерной электростанции. Система пневматического пуска 13 предназначена для запуска дизельного генератора 2. Запуск осуществляется при помощи блока управления 14 в случае нехватки мощностей от возобновляемых источников электроэнергии для покрытия потребностей потребителя 10. Система топливопитания (топливный бак) 15 дизельного генератора 2 предназначена для обеспечения заданного времени работы изделия без подвоза топлива, подкачка и слив топлива осуществляются при помощи автоматической системы подкачки и слива топлива 16. Система смазки 17 и система охлаждения 18 осуществляют смазку и охлаждение в автоматическом режиме. Глушитель выхлопа газов 19 уменьшает токсичность и шумность от работы дизельного генератора. Система освещения 20 предназначена для рабочего освещения контейнерной электростанции. Система охранной сигнализации 21 предназначена для сигнализации о несанкционированном проникновении в контейнерную электростанцию. Система автоматического пожаротушения 22 предназначена для своевременной сигнализации о возникновении пожароопасной ситуации в контейнерной электростанции и автоматического или ручного включения средств пожаротушения. Все потребители, в том числе аварийное освещение 23, охранная сигнализация 21 и система автоматического пожаротушения 22, постоянно запитаны от группы аккумуляторных батарей 7. Подача напряжения от централизованной электрической сети 24 осуществляется при помощи команды узла управления 14 на автома-

тический ввод резерва (контроллер АВР) 25. Узел радиоканала с антенной связи 26 используется для телеметрии и управления блочной электростанцией. При этом сигналы передаются от центрального пункта обработки информации и управления 27 либо в обратном направлении.

Гибридная электростанция может работать автономно либо параллельно с централизованной электрической сетью. Возможно автоматическое подключение централизованной сети к нагрузкам при помощи контроллера АВР. Гибридная электростанция имеет более широкие эксплуатационные возможности за счёт модульной конструкции, которая позволяет производить быструю замену компонентов и наращивание мощностей без отключения потребителей [4].

Вывод. Предложенные конструкции возобновляемых источников электроэнергии и технические решения по их комплексному применению позволяют существенно повысить надёжность и бесперебойность электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.

Литература

1. Чиндяскин В.И., Соловьёв С.А., Петрова Г.В. Рекомендации и предложения по созданию устойчивых и экономически эффективных локальных систем электроснабжения сельских поселений от 100 до 500 дворов на основе комплексного использования альтернативных источников электроэнергии. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. С. 222.
2. Патент на изобретение RU № 2582386 «Ветроэнергетическая установка» / Чиндяскин В.И., Митрофанов А.А. Опубл. 27.04.2016 г.
3. Патент на изобретение RU № 2585161 «Погружная свободнопоточная микрогидроэлектростанция» / Чиндяскин В.И., Попова А.А., опубл. 27.05.2016.
4. Чиндяскин В.И., Гринько Д.В. Выбор оптимального решения для применения комбинированных установок на основе возобновляемых источников энергии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 1 (45). С. 40–43.