

**А.Х. ИБРАГИМ**, магистрант гр. ЭПм-1-15 (КГЭУ)  
Научный руководитель **А.Г. ЛОГАЧЕВА**, к.т.н., доцент (КГЭУ)  
г. Казань

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УРОВНЕЙ НАДЕЖНОСТИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10 И 0,38 КВ**

Надежное электроснабжение служит неизменным фактором обеспечения стабильной производительности агропромышленного комплекса. Сегодня энергетика в сельском хозяйстве стоит перед многочисленными проблемами, требующими комплексного решения. Помимо высокой степени износа оборудования, коммуникаций, зависимостью от цен на топливно-энергетические ресурсы, в отрасли наблюдается высокая энергоемкость и низкая энергоэффективность, а также существуют проблемы с надежностью электроснабжения отдельных территорий и хозяйств.

В результате перерывов в электроснабжении сельское хозяйство терпит убытки, в денежном выражении насчитывающие миллионы рублей, так как современные фермерские хозяйства не могут нормально функционировать без непрерывной подачи электричества (инкубаторы, теплицы и т.п.). Перерывы в электроснабжении отрицательно сказываются не только на стоимости продукции, но и на ее качестве и конкурентоспособности. В связи с этим Правительством РФ разрабатываются различные программы по развитию энергосбережения в агропромышленном комплексе страны, направленные на развитие отрасли. В частности развитие энергетики в сельском хозяйстве определяется следующими приоритетными задачами:

- модернизация существующих систем электроснабжения или переход на адаптивные системы;
- снижение степени износа электрических сетей;
- сокращение потерь энергии и эксплуатационных затрат;
- использование интеллектуальных электрических сетей.

Модернизация сетевой инфраструктуры, ее реконструкция и техническое перевооружение несомненно являются способами решения проблемы надежности электроснабжения в сельском хозяйстве.

Электрические сети России составляют более 3,1 миллиона километров линий электропередач 0,38 – 220 кВ, включая около 300 000 км воздушных линии (ВЛ) напряжением 35 – 220 кВ, примерно 700 000 трансформаторных подстанций 6 – 35/0,4 кВ. По сельской местности проходит 2,1 миллиона ВЛ различных классов напряжения. Электрические сети построены в основном в 50 – 70-е годы прошлого столетия. Требуется замена 40% линий электропередач и трансформаторных подстанций [1].

Потери электроэнергии в электрических сетях за последние 15 лет возросли на 20 – 25 %, продолжительность перерывов в электроснабжении сельских объектов возросла до 75 ч в год [2].

Среди традиционных способов повышения надежности электроснабжения сельских потребителей можно выделить:

1. Повышение надежности отдельных элементов сетей, в том числе опор, проводов, изоляторов, различного линейного и подстанционного оборудования.

2. Сокращение радиуса действия электрических сетей. Воздушные электрические линии — наиболее повреждаемые элементы системы сельского электроснабжения. Число повреждений растет примерно пропорционально увеличению длины линий. В системе сельского электроснабжения проведена значительная работа по разукрупнению трансформаторных подстанций и сокращению радиуса действия сетей, который для линий напряжением 10 кВ должен быть повсеместно снижен до 15 км, а в дальнейшем – примерно до 7 км, как это принято во многих зарубежных странах.

3. Применение подземных кабельных сетей. Кабельные линии короче воздушных, так как их можно вести по кратчайшему расстоянию. Помимо этого они обладают большей надежностью, так как полностью исключаются повреждения линий от гололеда и сильных ветров, существенно снижаются аварии от атмосферных перенапряжений. Число аварийных отключений снижается в 8... 10 раз. Однако продолжительность ликвидации аварий на кабельных линиях при современном уровне эксплуатации примерно в 3 раза больше, так как сложнее найти место повреждения и приходится проводить земляные работы по вскрытию траншеи. С помощью специальных приборов можно ускорить отыскание повреждений. Особенно существенно, что капиталовложения на кабельные линии при прокладке кабелеукладчиками оказываются практически одинаковыми по сравнению с капиталовложениями на ВЛ.

4. Сетевое и местное резервирование. Сельские электрические сети работают в основном в разомкнутом режиме, т. е. они обеспечивают одностороннее питание потребителей. В таких схемах надежность электроснабжения потребителей значительно ниже, чем при двухстороннем питании потребителей. В качестве резервного источника может быть использована вторая линия электропередачи от другой подстанции (или от другой секции шин двухтрансформаторной подстанции). Такое резервирование называют сетевым. Однако особенно в районах с повышенными гололедно-ветровыми нагрузками возможно повреждение обеих линий и прекращение подачи энергии. Более независимым источником служит резервная электростанция (местное резервирование). В системе сельского электроснабжения для питания наиболее ответственных потребителей в период аварии основной линии чаще всего в качестве резервной используют дизельные электростанции небольшой мощности, применение которых наме-

чается значительно расширить.

5. Автоматизация сельских электрических сетей, в том числе совершенствование релейной защиты, использование автоматического повторного включения (АПВ), автоматического включения резерва (АВР), автоматического секционирования, устройств автоматизации поиска повреждений, автоматического контроля ненормальных и аварийных режимов, телемеханики.

Одним из эффективнейших способов повышения надежности работы радиальных линий напряжением 6 – 10 кВ, является автоматическое секционирование, состоящее в делении линии на несколько участков с помощью коммутационных аппаратов, работающих автоматически.

Пункты секционирования устанавливаются как на магистрали (последовательное секционирование), так и в начале ответвлений (параллельное секционирование). Эффект от автоматического секционирования получается за счет того, что при коротком замыкании за пунктом секционирования сохраняется питание остальных потребителей, присоединенных до секционирующего пункта.

Особенно эффективным оказывается секционирование с сетевым резервированием, когда участок линии, лишившийся основного питания, получает электроснабжение от другой неповрежденной линии. При этом более чем в 2 раза сокращаются перерывы в электроснабжении потребителей.

В связи с возрастающими требованиями по надежности электроснабжения в последние годы широко применяются кольцевание сетей 10 кВ и двухстороннее питание подстанций 35 и 110 кВ.

К относительно новым способам повышения надежности электроснабжения объектов сельскохозяйственного назначения можно отнести:

1. Использование нетрадиционных источников энергии. На сегодняшний день ни у кого не вызывает сомнений, что энергетика в сельском хозяйстве нуждается в частичном переходе на альтернативные источники энергии, что способствует энергосбережению и поможет решить вопросы с перебоями в электропитании, а также экологические проблемы различного характера. Начинает внедряться безотходное производство, позволяющее снизить энергозатраты и топливную зависимость отрасли. Для производства энергии и тепла уже используются «сахарные мельницы», а отходы от производства сока нашли широкое применение для выработки биогаза. Сюда же можно отнести фото- и биоэнергетические установки и тепловые наносы [3].

2. Энергетика в сельском хозяйстве способна преобразиться и благодаря интеллектуальным электрическим сетям, которые представляют единую автоматизированную систему, аккумулирующую и отслеживающую всех участников процесса энергоснабжения, а также состояние коммуникаций в целом, что способствует бесперебойному снабжению и снижению

влияния человеческого фактора. Возможно модернизация сетей с применением технологий, относящихся к активно развиваемому сегодня направлению Smart Grid. Например, компанией Smart Wire Grid Inc. (США) реализуется уникальное управление потоком энергии при помощи технологии «умных» проводов. Эта технология включает в себя распределенные токоограничивающие реакторы, датчики, протоколы связи и алгоритмы управления. Управление потоком энергии осуществляется на каждой фазе путем введения индуктивности в каждый проводник линии – изменение импеданса линии дает возможность контролировать активный и реактивный поток энергии. В зависимости от конструкции, каждый из распределенных токоограничивающих реакторов способен ввести индуктивность номиналом до 50 мкГн [4].

3. Применение новых разработок в защитной аппаратуре и автоматике. Например, внедрение быстродействующих устройств автоматического ввода резерва (БАВР). Устройства БАВР сочетают в себе целый ряд пусковых органов, взаимодействующих между собой согласно специфическим алгоритмам, позволяющим правильным образом идентифицировать аварийные режимы, в которых требуется производить ввод резервного источника питания и в которых переключение на резервный источник питания осуществлять не следует. Пусковые устройства БАВР позволяют решить обозначенные задачи за минимальное время, не требуя согласования по времени с устройствами релейной защиты и автоматики смежных элементов сети. Собственное время реакции пусковых устройств БАВР на аварийные режимы в первичной сети, как правило, не превышает 20–30 мс [5].

4. Разработка принципиально новых систем электроснабжения. На протяжении десятилетий ученые занимаются проблемой передачи электроэнергии. Со времен Николы Теслы многих занимает вопрос беспроводной передачи энергии. Некоторые ученые пытаются если не отказаться совсем, то хотя бы снизить количество проводников в линии. Определенных успехов в этой области достигли ученые из Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ). Несколько лет назад в лаборатории института им удалось успешно провести испытания резонансной энергетической системы мощностью 20 кВт, в которой электроэнергия передавалась по однопроводниковой кабельной линией длиной 1,2 км с использованием резонансных трансформаторов. Принцип работы данного способа передачи электроэнергии основывается на использовании емкостного эффекта в разомкнутой линии, то есть в качестве рабочего режима передачи электрической энергии используется аварийный режим трехфазных линий передачи переменным током. При этом задачи проектирования и выбор параметров линий для рассматриваемого способа передачи электроэнергии противоположны применяе-

мым для существующих линий электропередачи трехфазным переменным током.

Таким образом, достижения научно-технического прогресса позволяют повысить надежность электроснабжения сельскохозяйственных потребителей многими способами. Следует отметить, что максимальный эффект от повышения надежности электроснабжения может быть получен при комплексном использовании различных мероприятий и средств. Их оптимальные сочетания определяются конкретными условиями.

#### Список литературы:

1. Рощин, О.А. Разработка резонансной системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей малой мощности: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02; М., 2006. 151 с.

2. Губанов, М.В., Лещинская Т.Б. Состояние сельской электрификации и её перспективы // М.В. Губанов / Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2000. № 3. С. 2-4.

3. Энергетика в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Новости энергетики. 01.04.2012. Режим доступа: <http://novostienergetiki.ru/energetika-v-selskom-hozyajstve/> (дата обращения: 30.10.2016).

4. TECHNOLOGY [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «SmartWires». Режим доступа: <http://www.smartwires.com/technology> (дата обращения: 30.10.2016).

5. Сверхбыстродействующие выключатели для систем БАВР [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Таврида Электрик». Режим доступа: <http://www.tavrida.ru/Product/Fast-AVR/BAVR-Ultraspeed-Switch/> (дата обращения: 30.10.2016).

6. Юферев, Л.Ю. Результаты испытаний резонансной однопроводниковой системы передачи электроэнергии / Л.Ю. Юферев, О.А. Рощин, Д.В. Александров // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология, 2013. № 3-2 (122). С.64–69.