

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ

Попадченко С. А.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Проведен анализ мировых тенденций и предложены направления развития и модернизации электрических сетей.

Постановка проблемы. Наибольшее количество вводимых новых мощностей и оборудования в Украине пришлось на период 60-70 годов прошлого века. И большинство электрических сетей и оборудования сейчас находится в последней фазе своего жизненного цикла, на грани исчерпания своего ресурса.

Процессы старения оборудования, в том числе и подстанций, носят общий глобальный характер, заставляют более пристально взглянуть на вопрос их ремонта или замены. Изменения потребности в электроэнергии, объемы которой уверенно растут, существенно меняют требования потребителей электрической энергии, что может серьезно повлиять на сегодняшнюю конфигурацию и инфраструктуру электрических сетей.

Развитие новейших технологий определило новый подход к совершенствованию технологий ремонта оборудования сетей, при этом приоритетным является надежность сети.

Надежность всегда связана со всеми этапами развития систем от возникновения идеи создания до ее практической реализации в условиях увеличения доли автоматизации.

На сегодня для развития электрических сетей необходим системный подход, который позволяет повысить надежность за счет развития и внедрения новейших информационных технологий, и замены аппаратов коммутации и управления.

Анализ последних исследований и публикаций. Мощное развитие средств связи, компьютерное оснащение подстанций и постепенный переход к автоматической системе управления электрическими сетями ставит новые задачи перед производителями и научными сотрудниками по скорейшему совершенствованию их работы.

Так, например, в республике Беларусь модернизацию электрических сетей начали с совершенствования технологий и оборудования с целью снижения потерь электроэнергии и износа оборудования, внедрения новых технологий и оборудования с целью повышения надежности и эффективности их функционирования [1].

В соседних странах снижение эксплуатационных расходов в сети реализуется за счет повышения уровня автоматизации сети (изменения характеристик и топологии сети в автоматическом режиме), сокращения времени монтажа и ремонтов элементов электрической сети, снижения стоимости современного, надежного и высокоэффективного оборудования с использованием силовой электроники и т. д. [2].

Так, например, в странах Европы внедрения в эксплуатацию цифровых подстанций, совершенствование высоковольтных выключателей привело к изменению принципов построения самих подстанций [3].

Известно, что схемы подстанций проектировались исходя из того, что с каждой из сторон выключателя устанавливался разъединитель для обеспечения безопасной эксплуатации.

Такой принцип позволяет осуществлять плановое обслуживание выключателей, не затрагивая ближайшие участки.

Изменение принципов проектирования дало возможность совместить функцию разъединения с выключением, создав таким образом новый аппарат - выключатель-разъединитель (ВР) [4].

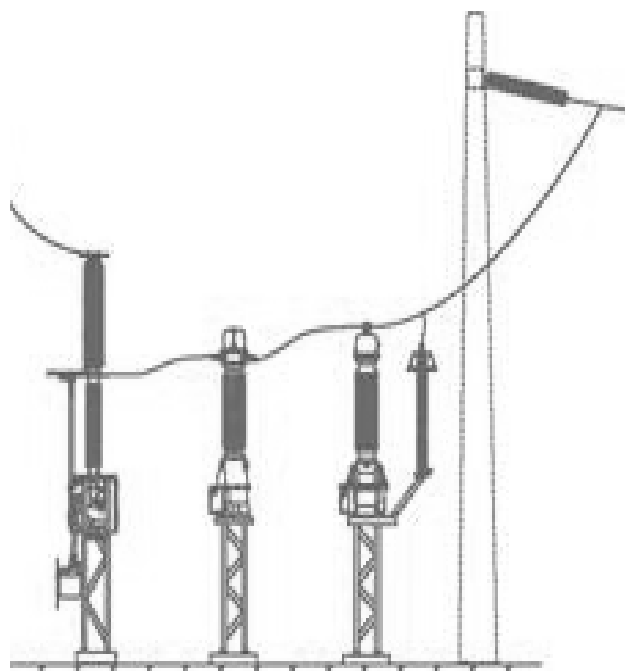


Рисунок 1 – Подстанция с выключателями-разъединителями (сокращение площади подстанции примерно на 50%)

Благодаря тому, что главные контакты ВР находятся в защищенной среде элегаза (SF₆), свободного от загрязнений, функция разъединителя имеет высокую надежность, интервал между обслуживанием увеличивается, повышая тем самым общую эксплуатационную готовность подстанции. Использование выключателя - разъединителя сокращает площадь подстанции примерно на 50% (рис. 1) [5].

Поэтапное введение нового оборудования позволяет равномерно формировать в будущем источники программ модернизации оборудования. Нужно учитывать, что при ремонте и частичной модернизации камер распределительных устройств нет необходимости обесточивать всех потребителей, работа может вестись по очереди на одном присоединении или секционно. Только в случае полной замены подстанции на время строительных и пусковых работ выводится из строя) [6].

В то же время ремонт может быть выполнен быстрее, чем замена, только при наличии запасных деталей, но не всегда их можно заменить. Иногда ремонт старых выключателей становится экономически неэффективным. Некоторые детали старых выключателей уже не производятся и сняты с производства, а если их снова изготавливать, что в принципе возможно, то это уже будет не стандартная деталь, и стоимость ее изготовления может превышать стоимость нового выключателя [7].

Цель статьи. Анализ современных путей модернизации электрических сетей на современном этапе развития электроэнергетики Украины.

Основные материалы исследования. Распределительные сети в Украине разветвленные, имеют большую протяженность с подключением значительного количества потребителей небольшой мощности. При этом, как правило, установлены трансформаторы от 10 до 160 (250) кВА и имеет значительные потери электроэнергии на транспорт.

Как отмечалось в [8] на сегодня созданы условия одновременного проведения реконструкции и модернизации распределительных сетей 6-10 кВ, общая длина которых находится в пределах 300 000 км. В настоящее время используются, в основном, две системы снижения напряжения до промышленной 380/220 В - это система 110 - 10 (6) - 0,4 кВ и система 110 - 35 - 10 (6) - 0,4 кВ. С уменьшением нагрузки целесообразнее заменить напряжение 10 - 6 кВ распределительных сетей на напряжение 20 кВ и перейти к созданию системы 110 - 20 - 0,4 кВ.

Использование напряжения 20 кВ приведет к уменьшению технологических потерь и улучшению качества электрической энергии.

Новые технологии производства современных систем управления перешли из стадии научных исследований и экспериментов в стадию практического использования:

- внедрение электрооборудования с управляемыми электрическими характеристиками FACTS (FACTS - устройства регулирования реактивной мощности), СТАТКОМ, управляемыми шунтирующими реакторами и др.;
- разработка технологии самовосстановления электрической сети;
- разработка электрооборудования на силовой электронике (преобразование электроэнергии)
- использование системы накопления электроэнергии;
- компактные линии электропередачи;
- вставки несинхронной связи для объединения энергосистем;

- накопители энергии большой мощности и энергоемкости со сроком службы не менее 30 лет;

- повышение пропускной способности электрической сети за счет внедрения высокотехнологичных проводов для ВЛ 35-330 кВ из дисперсно-твердеющих материалов, циркониевых сплавов, композитных материалов с использованием волокон оксида алюминия (GTACSR, GZTACSR, TACSR / ACS, ACCC, ACCR и др.), а в районах с интенсивными ветровыми и нагрузками от гололеда - провод Aero-Z [9].

Не менее важным при реконструкции, модернизации и строительстве линий в тяжелых экономических условиях становятся и вопросы снижения транспортного веса опор, простота монтажа, высокая удельная прочность опор, долговечность, вандалоустойчивость, устойчивость к воздействию климатических нагрузок, экологичность.

Поэтому, на современном этапе необходимо активно проводить работы по реализации внедрения новых форм опор и модификации существующих конструкций опор и их элементов с применением новых материалов и технологий. Композитные опоры ВЛ (рис.2) представляют собой модульную конструкцию из последовательно собранных конусообразных композитных модулей на основе стекловолокна (стеклоровинг) и применяются для одноцепных и двухцепных промежуточных опор линий электропередач классов напряжения 110 и 330 кВ.

Для композитных опор рекомендуется применять изолированные траверсы.



Рисунок 2 – Композитные опоры ВЛ

Необходимо повышение уровня автоматизации сети (изменения характеристик и топологии сети в автоматическом режиме), сокращение времени монтажных работ и ремонтов элементов электрической сети, снижение стоимости современного, надежного и высокоэффективного оборудования с использованием силовой электроники.

Кроме того, реализация вышеназванных мероприятий предусматривает необходимость в повышении качества обучения и квалификации персонала компании путем создания учебных центров, которые будут тесно взаимодействовать с высшими учебными заведениями по вопросам обучения и выполнения научно-исследовательских работ.

Необходимо широкое применение цифровых устройств защиты и автоматики так как произошло существенное развитие аппаратных и программных средств систем управления. Появление новых международных стандартов и развитие современных информационных технологий открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергообъектами, позволяя создать подстанцию нового типа - цифровую подстанцию (ЦПС) [3].

Отличительными характеристиками ЦПС являются:

- наличие встроенных в первоначальное оборудование интеллектуальных микропроцессорных устройств;
- применение локальных вычислительных сетей для коммуникаций;
- цифровой способ доступа к информации, ее передачи и обработки, автоматизация работы подстанции и процессов управления ею.

В перспективе цифровая подстанция будет ключевым компонентом интеллектуальной сети (Smart Grid).

Рост требований к качеству электроэнергии привело к развитию подстанций с дистанционным управлением, что обеспечивает снижение перерывов в электроснабжении.

В области измерительной аппаратуры необходимо осуществить замену недостаточно точных измерительных трансформаторов тока и напряжения на энергообъектах на современные трансформаторы с более высоким классом точности:

- оптических трансформаторов тока на напряжение 110 кВ и выше с высоким классом точности (в т.ч. 0,2), которые имеют повышенную надежность и пожаробезопасность;
- емкостных трансформаторов напряжения с повышенным классом точности (в т.ч. 0,2);
- комбинированных трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН) в одном корпусе.

В области средств телемеханики и связи при реконструкции систем сбора и передачи информации основными требованиями являются:

- использование цифровых каналов передачи информации;
- использование на энергообъектах специализированных цифровых телемеханических комплексов, а для крупных подстанций - программно-технические комплексы (ПТК) АСУТП, с помощью которых мож-

но осуществить ввод аналоговой информации непосредственно от трансформаторов тока и напряжения, имеют значительный вычислительный ресурс и более усовершенствованное программное обеспечение;

- замена центральных приемо-передающих станций на ПТК, которые используют современные достижения в области вычислительной техники и цифровых систем связи;
- внедрение указанных ПТК в оперативно-информационные комплексы современных SCADA-систем.

Необходимо перейти на новую информационно-оперативную модель управления режимами работы подстанций, которая учитывала бы дополнительную информацию, поступающую с распределенных объектов энергосистемы, таких как воздушные линии, что значительно повысит эффективность управления энергосистемы в целом.

Кроме того, это снижает время восстановления электроснабжения. Как правило, распределительные сети работают в разомкнутом контуре, предоставляя возможность использования второго ввода в случае отказа. Такие сети обеспечивались управляемыми на месте выключателями, с единственным устройством защиты на фидер, размещенных на подстанциях среднего и высокого напряжения.

Рост требований к качеству предоставления электроэнергии привело к развитию подстанций с дистанционным управлением, что обеспечивает снижение интервалов отсутствия электроснабжения.

Однако, в случае короткого замыкания, отключаются все потребители, которые получали энергию от оказавшего фидера. Дистанционно управляемые высоковольтные выключатели вместо ручных предоставляют возможность отключать только тех потребителей, которые соединены с частью от отказавшего фидера.

Надежность выключателей повышается благодаря совершенствованию технологии гашения дуги от воздушных и масляных к современным элегазовым и вакуумным выключателям, что обеспечивает:

- лучшую селективность по сравнению с другими устройствами защиты среднего и низкого напряжения;
- улучшенное функционирование защиты пусковых токов, перегрузок, коротких замыканий с низкой величиной тока, и замыканий на землю;
- более высокую устойчивость к тяжелым погодным условиям;
- снижение требований к обслуживанию.

Разнообразие электрических установок приводит к неограниченной комбинации размеров и конфигураций коммутационного оборудования. Используя зарубежный опыт на подстанциях желательно заменить разъединители и выключатели на оборудование нового поколения - выключатели-разъединители.

Выключатель-разъединитель совмещает функции отключения и разрыва в одном устройстве, делает возможным уменьшить площадь подстанции и увеличивает коэффициент готовности.

Использование выключателей-разъединителей приводит к сокращению работ по обслуживанию и дает следующие преимущества:

1. Практически бесперебойное электроснабжение потребителей (в зависимости от развития подстанции или сети работы по обслуживанию могут осуществлять отключение электроснабжения некоторых потребителей).

2. Уменьшение риска системных аварий, так как риск аварий в первичных цепях при обслуживании (т. е. когда люди находятся на подстанции) выше, чем при нормальной работе, потому что при обслуживании не всё оборудование находится в работе, и нет возможности резервирования.

3. Уменьшение эксплуатационных расходов, связанных с низкой занятостью на техническое обслуживание распределительного устройства.

4. Повышение безопасности персонала и уменьшения рисков несчастных случаев, обесточиваний подстанции, оперативных ошибок, так как все работы на подстанции связаны с потенциальным риском поражения электрическим током, падением с высоты и т. д. Ускоренный демонтаж контактного узла позволяет проводить быструю расшивку ВР.

Таким образом, пока проводятся работы на отключенном выключателе-разъединителе, другое оборудование подстанции может быть подключено под напряжение.

Выводы

1. В статье осуществлен анализ мировых тенденций модернизации электрических подстанций на современном этапе развития.

2. В условиях, которые сложились в системах электроснабжения Украины целесообразно на государственном уровне разработать планы перевода распределительных сетей, в первую очередь 6 кВ на напряжение 20 кВ и ввести экспериментальную сеть 20 кВ одной подстанции РТП 110/20 кВ по установке потребительских ТП.

3. Необходимо внедрение цифровых подстанций и замены разъединителей и выключателей на оборудование нового поколения - выключатели - разъединители как требование времени, а также внедрение новых форм опор и модификации существующих конструкций опор и их элементов.

Список использованных источников

1. Ткачев С. П. Модернизация энергетической системы Республики Беларусь как элемент реализации программы энергетической безопасности / С. П. Ткачев, В. И. Тимошпольский, А. В. Агеев // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика : международный научно-технический и производственный журнал – 2006. – № 3. – С. 5 - 14.

2. Александров Ю. Л. Перспективы инновационного развития электросетевых компаний в России / Ю. Л. Александров // Вестник Университета – 2014 - № 13. – С. 5 - 8.

3. Данилин А. Цифровая подстанция. Подходы к реализации / А. Данилин, Т. Горелик, О. Кириенко, Н. Дони // Журнал "ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение" №3. – 2012 // [Электронный ресурс]. –

URL: http://eepr.ru/article/Cifrovaya_podstanciya_Podxody_k_realizacii.

4. Выключатели-разъединители – минимум площади, максимум готовности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://forca.ru/stati/podstancii/vyklyuchateli-razediniteli-minimum-ploschadi-maksimum-gotovnosti-2.html>.

5. Wahlstrom B. The Future Substation: a reflective approach / B. Wahlstrom, Y. Aoshima, Y. Mino, C. Lajoie-Mazenc, D. R. Torgerson, A. N. Zomers // Report 23-207, Cigre Session, Paris, 1996.

6. Пищур А. Современные подходы к модернизации электрических сетей // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение. 2012. №3.

7. Будущее коммутационного оборудования среднего напряжения [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://forca.ru/stati/podstancii/buduschee-kommutacii-oborudovaniya-srednego-napryazheniya.html>

8. Гончар М. І. Деякі аспекти вибору напруги 20 кВ для сільських розподільних мереж / М. І. Гончар, С. А. Попадченко // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України".- Харків: ХНТУСГ - 2012. - с. 6-8. Випуск 130.

9. Лебедева Ю. В. Техническое состояние электрических сетей России и перспективы их развития / Ю. В. Лебедева, Н. Ю. Шевченко, К. Н. Бахтиаров // Научное обозрение : [обзор статей, опубликованных в журнале "Современные проблемы науки и образования" по техническим наукам в 2013 году] / РАЕ. – 2014. – № 1. – С. 227-228 ; парал.: рус., англ.. - 0,25

Анотація

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Попадченко С. А.

Проведений аналіз світових тенденцій та запропоновані напрямки розвитку та модернізації електричних мереж.

Abstract

MODERN APPROACHES TO THE MODERNIZATION OF ELECTRIC NETWORK THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF UKRAINE

S. Popadchenko

The analysis of world tendencies and directions of development and modernization of electric networks.