

УДК 622

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Корольков А. А., студент гр. ЭПм-231, I курс
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Распределительные электрические сети (РЭС) представляют собой низковольтные электрические сети, состоящие из источника питания и линий электропередачи и предназначенные для питания электроэнергией электроустановок зданий и других низковольтных электроустановок, то есть они являются основными источниками электроснабжения бытовых, коммерческих потребителей и потребителей легкой промышленности. [2] В настоящее время повышение надежности распределительных электрических сетей является актуальной задачей, так как они составляют неотъемлемую часть электроэнергетической системы, которая влияет на улучшение качества жизни общества, а также обеспечивает социально-экономическое развитие страны. [3]

Для нормального функционирования распределительной электрической сети она должна удовлетворять следующим требованиям: надежность, экономичность, безопасность и качество электрической энергии. [5]

Под надежностью распределительной электрической сети понимается способность этой сети сохранять бесперебойное питание в заданных режимах и условиях применения. В данной статье будут рассмотрены основные и актуальные мероприятия по повышению надежности распределительных электрических сетей. [5]

Преобладающими причинами низкой надежности являются минимальная наблюдаемость сети, ручное управление режимами работы и радиальная топология построения распределительной сети. [4]

На рисунке 1 представлены среднестатистические данные об основных причинах отключений РЭС, собранные на основе анализа аварийных отключений распределительных сетей ПАО «Россети». [1]

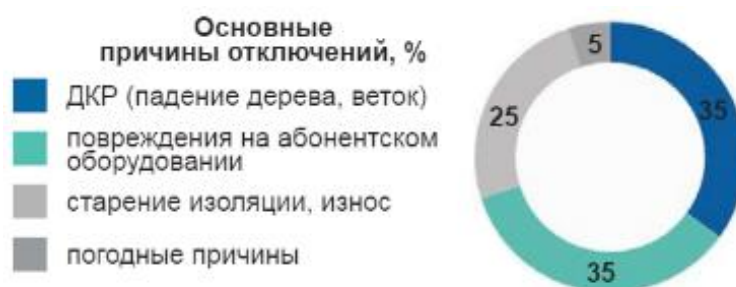


Рисунок 1 – Основные причины отключений

Мероприятия по повышению надежности можно разделить на две группы:

- повышение элементной надежности;
- повышение сетевой надежности.

Рассмотрим более подробно мероприятия для повышения надежности РЭС.

К одному из мероприятий повышения элементов надежности можно отнести реконструкцию воздушных линий (ВЛ). Оно направлено на уменьшение параметра потока отказов ВЛ путем улучшения ее технического состояния, туда можно отнести следующие технические мероприятия: замена проводов, опор, траверс и изоляций. Как видно из диаграммы (рисунок 1) одной из основных причин повреждения ВЛ являются падения деревьев и веток (35%), которые в свою очередь не зависят от технического состояния воздушных линий. Таким образом, замена составных частей ВЛ не позволит дать полноценного эффекта для повышения надежности. [1]

Реконструкцию воздушных линий имеет смысл применять после детального и точного расчета и обследования всех элементов ВЛ, после которой должны быть сделаны выводы о полной или частичной замене (модернизации) объектов ВЛ.

Замена ВЛ на ВЛ с защищенным проводом (ВЛЗ). Это мероприятие направлено на снижение параметра потока отказов ВЛ с помощью:

- сокращения количества повреждений, связанных с падением деревьев и веток;
- улучшения технического состояния воздушных линий.

Данное мероприятие позволит уменьшить повреждаемость ВЛ, а следовательно, снизить нагрузку на оперативные и ремонтные бригады.

Организация двукратного автоматического повторное включение (АПВ). Это мероприятие направлено на уменьшение параметра потока отказов ВЛ путем сокращения количества установившихся повреждений. В основном в воздушных распределительных сетях применяется АПВ однократного действия. На присоединениях, на которых эксплуатируются масляные выключатели, с целью экономии ресурса АПВ может и не быть. При этом применение двукратного АПВ позволяет дополнительно сократить количество установившихся аварий. Как правило, мероприятие сопровождается заменой выключателя отходящей линии (модернизация). Данное мероприятие не позволит значительно снизить повреждаемость ВЛ. Однако, для повышения эффективности, данное мероприятие часто используется в комбинации с мероприятиями по повышению сетевой надежности. [1]

Повышение сетевой надежности представляет собой комплекс технических решений, направленных на уменьшение времени ликвидации аварий с минимизацией участка ВЛ, отключаемого при повреждении (локализация). Данный комплекс технических решений называется автоматизацией.

Централизованная автоматизация. Этот комплекс мероприятий включает в себя:

- организацию двукратного АПВ в центре питания;
- секционирование ВЛ дистанционно управляемыми разъединителями (РД) с индикаторами КЗ.

Процесс ликвидации аварии аналогичен существующей практике (использование классических разъединителей) за исключением дистанционного управления, что позволяет сократить время перерыва электроснабжения [1]

Недостатки введения мероприятия:

- невозможность снижения показателя средней частоты прекращения передачи электрической энергии на точку поставки (SAIFI);
- необходимость наличия 100% связи со всеми управляемыми аппаратами;
- возможные задержки в принятии решений диспетчером при переключениях;
- риск включения разъединителя на КЗ или нагрузку и возможный выход из строя оборудования;
- необходимость периодического обслуживания.

Децентрализованная автоматизация. Этот комплекс мероприятий включает в себя:

- организацию двукратного АПВ в центре питания;
- секционирование ВЛ автоматическими коммутационными аппаратами (реклоузерами) с двукратным АПВ;
- организация автоматического определения места повреждения (ОМП), опционально. [1]

Процесс ликвидации аварии производится в два этапа:

1. Автоматическая переконфигурация сети:

- Поврежденная часть сети отключается при помощи РВА;
- Неповрежденные участки подключаются по резервной схеме.

Весь процесс происходит без участия диспетчера и не требует наличия какого-либо канала связи.

2. Ручная переконфигурация:

- Дальнейшее ручное деление сети при помощи неавтоматических делителей линии (НДЛ) на более мелкие участки;
- Подключение неповрежденных участков, отключенных в результате аварии;
- Дальнейшее устранение повреждения.

Процесс происходит с участием диспетчера и ОВБ. Данный комплекс мероприятий позволяет значительно сократить время перерыва электроснабжения и лишен недостатков решения для централизованной автоматизации.

Недостатки децентрализованной автоматизации:

- более высокая стоимость оборудования;
- более сложная настройка и обслуживание. [1]

Ниже представлена сводная таблица (таблица 1) результатов сравнения способов повышения надежности распределительных электрических сетей,

данные собраны на основании расчета закольцованного участка воздушной линии от центра питания до точки нормального разрыва. [1]

При анализе представленных результатов наиболее простым и дешевым является организация двукратного АПВ от центра питания, но данный способ повышает надежность только на 20%. Это ниже, чем при других способах, поэтому может применяться в комбинации с другими методами.

Централизованная автоматизация (РД) обладает лучшим показателем средней эффективности инвестиций, но улучшение показателя SAIFI возрастает лишь на 20%.

Реконструкция ВЛ и замена ВЛ на ВЛЗ существенно повышает надежность, но является самым дорогостоящим вариантом.

Решение с децентрализованной автоматизацией (установка РВА) обладает соизмеримыми эффектами по SAIDI (средняя продолжительность прекращения передачи электрической энергии на точку поставки) и SAIFI, при этом лишено недостатков централизованной автоматизации, но применение децентрализованной автоматизации РВА с применением ОМП будет наиболее перспективным.

Таблица 1 – Результат сравнения способов повышения надежности

| Параметр | Сеть до модернизации | Реконструкция ВЛ | Замена ВЛ на ВЛЗ | Организация двукратного АПВ | Установка РД | Установка РВА | Установка РВА и организация ОМП |
|-----------------------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------|---------------|---------------------------------|
| Показатели эффективности | | | | | | | |
| Снижение SAIDI, % | – | 20 | 58 | 20 | 47 | 51 | 70 |
| Снижение SAIFI, % | – | 20 | 58 | 20 | 20 | 73 | 73 |
| Объемы модернизации | | | | | | | |
| Стоимость модернизации, тыс. руб. | – | 9000 | 12000 | 225 | 1000 | 1200 | 1200 |

В данной статье были рассмотрены возможные варианты мероприятий по повышению надежности распределительных электрических сетей. Предложенные способы имеют свои преимущества и недостатки, целесообразность применения их на практике напрямую зависит от ряда факторов: рельефа местности, наличия лесных массивов, исполнения конфигурации и протяженности участка воздушных линий. Некоторые из мероприятий можно комбинировать для достижения максимальной надежности. Но перед введением любого из вариантов повышения надежности следует провести технические и экономические расчеты, чтобы убедиться в целесообразности их применения.

Углубленный анализ мероприятий повышения надежности распределительных электрических сетей и определения точных значений показателей надежности является предметом отдельной и расширенной научно-исследовательской работы.

Список литературы:

1. Гвоздев Д.Б., Иванов Р.В. Сравнительный анализ мероприятий по повышению надежности передачи электрической энергии в распределительных сетях//«ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ» № 3(72), МАЙ-ИЮНЬ 2022. С. 38-46.

2. ГОСТ 30331.1-2013. Электроустановки низковольтные. Введ. Федеральным государственным унитарным предприятием "Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении" (ВНИИНМАШ). Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2013 г. N 44).

3. Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2035 года. <https://docs.cntd.ru/document/565068231>

4. Гук Ю.Б. Анализ надежности электроэнергетических установок. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. 244 с.

5. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения. Минск: БНТУ, 2007. 151 с.