

## УДК 621.316

Э.В. ЯКОВЛЕВА, к.т.н., доцент (Горный университет)

Д.Е. БАТУЕВА, аспирант (Горный университет)

О.С. ВАСИЛЬКОВ, аспирант (Горный университет)

Д.Р. РАСТОРГУЕВ, студент (Горный университет)

г. Санкт-Петербург

### **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКЛОУЗЕРОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 КВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Потребители электроэнергии всегда заинтересованы в надежности и качестве электроснабжения. 70% всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях среднего класса напряжения, как показывает статистика [1]. Воздушные линии 6(10) кВ выработали свой нормативный ресурс почти на 40% и нуждаются в реконструкции. Притом, что инвестиций в их техническое перевооружение и развитие не хватает [2].

Известно, что 80% повреждений, которые возникают в распределительных сетях, изначально неустойчивы и устраняются путем многократного повторного включения линии (АПВ) [3]. Но из-за ограничений, накладываемых особенностями маломасляных выключателей, АПВ в таких сетях практически не используется. И если на линии случилось повреждение любого характера, то электроснабжение теряют потребители целого фидера. Из-за невозможности достоверно определить и устранить место повреждения длительность отключения может достигать нескольких часов (в каких-то районах даже суток).

Помимо износа электрических сетей необходимо рассмотреть уровень аварийности. Аварийность воздушных линий 6(10) кВ характеризуется следующими значениями. Удельное количество отключений воздушной линии 6(10) кВ на 100 км длины линии составляет 6-7 раз в год, а для районов со сложными геологическими и климатическими условиями, к которым относится большинство регионов, например, Сибири – 20-30 раз в год.

Способом повышения надежности электроснабжения потребителей в сетях среднего класса напряжения считается многократное резервирование и секционирование линии разъединителями с ручным приводом, однако ему присущи все недостатки существующих распределительных сетей, описанные выше [4]. Многолетний опыт зарубежных стран показал, что одним из наиболее эффективных путей решения данной задачи является реализация принципа децентрализованной автоматизации и локализации

аварийных режимов работы в сети на базе интеллектуальных коммутационных аппаратов нового поколения – реклоузеров.

Можно выделить основные проблемы, которые необходимо решить или минимизировать:

- большая повреждаемость фидера;
- сложность подъезда для оперативно-выездных бригад к некоторым участкам фидера в разное время года;
- отсутствие системы диспетчеризации и информации о режимных параметрах;
- время восстановления электроснабжения;
- значительные затраты на проведение работ по поиску и локализации повреждений;
- несоответствие схемы подключения потребителей категории по надежности электроснабжения;
- ущерб для потребителей в связи с перерывами электроснабжения: повреждение оборудования, выпуск бракованной продукции и недовыпуск продукции;
- ущерб сетевой компании от перерывов электроснабжения – недоотпуск электрической энергии.

Основной технический эффект от применения реклоузеров – повышение надежности электроснабжения за счет снижения недоотпуска электроэнергии. Соответственно, основной экономический эффект – снижение сумм в возможных исковых требованиях за недоотпуск электроэнергии.

Кроме того, применение реклоузеров позволит создать управляемую интеллектуальную сеть, сократить затраты на сбор, обработку и запись информации о режимах и событиях, профилактическое обслуживание линейного сетевого оборудования, поиск места повреждения на линии и повысить культуру эксплуатации распределительных сетей.

В работе рассматривалось на примере участка распределительной сети 10 кВ сравнение таких российских показателей надежности, как:

- количество отключений потребителей данного фидера;
- длительность перерывов электроснабжения потребителей данного фидера;
- величина недоотпуска электрической энергии потребителям;

и международных показателей, указанных в стандарте 1366 IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices [5]:

- эквивалентная продолжительность перерывов в электроснабжении на одного потребителя SAIDI;
- эквивалентная частота перерывов в электроснабжении на одного потребителя SAIFI.

Необходимо было решить вопрос увеличения надежности энергоснабжения потребителей фидере при помощи установки реклоузеров серии РВА/TEL в магистраль и на отпайки.

Для этого рассмотрено три варианта расположения коммутационных аппаратов (схема с 3 и 4 реклоузерами). Для всех вариантов сделан расчет показателей технического и экономического эффектов от внедрений и на их основе сделан выбор наиболее оптимального.

Предполагается, что рекомендуемая схема установки реклоузеров снизит годовой недоотпуск электроэнергии почти в 5 раз, а время перерыва энергоснабжения потребителей, в среднем в 9 раз.

Участок электрической сети образован двумя фидерами и характеризовался большой повреждаемостью и временем восстановления электроснабжения. Были рассмотрены три варианта расположения коммутационных аппаратов (схемы с 3 и 4 реклоузерами). Для всех вариантов сделан расчет показателей технического и экономического эффектов от внедрений и на их основе сделан выбор наиболее оптимального.

Выбор мест установки реклоузеров выполняется таким образом, чтобы:

- максимальное количество потребителей были подключены к магистральным участкам сети;
- выделялись участки с повреждаемостью выше среднего и труднодоступные участки сети;
- произведение суммарной длины линий на мощность для каждого участка были одного порядка, тем самым обеспечивается минимальное значение недоотпуска электрической энергии по фидеру в целом, что в конечном итоге, определяет максимальные значения параметров надежности электроснабжения для фидеров в целом.

Результаты технических и экономических расчетов показывают, что рекомендуемая схема установки трех реклоузеров (рисунок 1) снизит годовой недоотпуск электроэнергии почти в 5 раз, а время перерыва энергоснабжения потребителей, в среднем в 9 раз; применение третьего и четвертого реклоузеров для целей секционирования линии дополнительно повышает надежность электроснабжения всех потребителей фидера и сокращает эксплуатационные издержки сетевой компании.

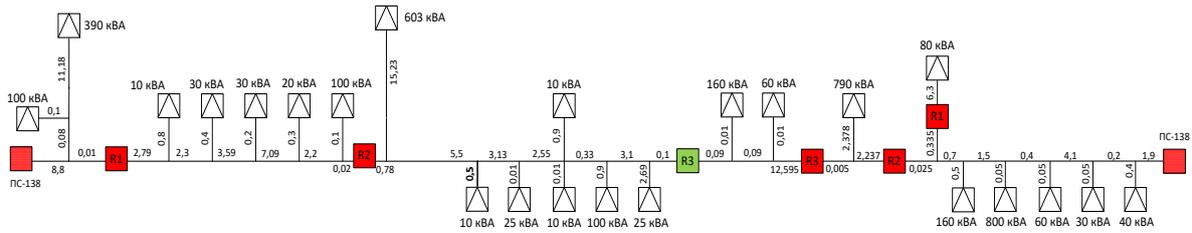


Рисунок 1. Схема реконструкции участков сети с применением трех реклоузеров на фидере л.1-02

Вариант с применением трех реклоузеров более оптимальный, чем с применением четырех, так как при меньшей стоимости начальных вложений затраты сетевой компании (издержки и ущерб) примерно равны.

Научным результатом работы можно считать повышение показателей надежности в распределительной сети 6(10) кВ с помощью установки реклоузеров. Так как реклоузеры можно отнести к интеллектуальным коммутационным аппаратам, то существует много вариантов применения данного оборудования в системах Smart Grids.

#### Список литературы:

1. Черкасова Н.И. Моделирование, анализ и оптимизация потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях 10 - 0,4 кВ / Монография // Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008, 95 с.
2. Боков Г.С. Техническое перевооружение российских электрических сетей. Сколько это стоит? // Новости электротехники, 2002, №2, 5 с.
3. Черкасова Н.И. Анализ состояния сельских электрических сетей 10 кВ в свете мониторинга отказов / Ползуновский вестник №4, 2012, 6 с.
4. Бузин С.А. Современная релейная защита и автоматика для целей автоматизации воздушных электрических сетей 6-10 кВ / С.А. Бузин, В.В. Воротницкий // СПб: ООО «РК Таврида Электрик», 2010, 4 с.
5. IEEE Standards 1366-2003 IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices // 2004, 44 с.