

цию поддержания напряжения в необходимом диапазоне и компенсации реактивной мощности. Повышенное значение фликера на фоне соблюдения остальных показателей качества напряжения (несинусоидальность, отклонение напряжения и фазная несимметрия) не является критическим. Также значительным фактором является то, что имеется необходимая инфраструктура для установки ТРГ с ФКЦ.

Проанализировав имеющиеся варианты можно сказать, что применение СТК является наиболее приемлемым для данного предприятия.

Литература

1. Николаев, А.А. Исследование режимов работы дуговых сталеплавильных печей в комплексе со статическими тиристорными компенсаторами реактивной мощности [Текст] / А.А. Николаев, Г.П. Корнилов / Электрометаллургия. – 2014. – № 5. – С. 15-22.

УДК 621.316

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ SMART GRID

*К.т.н., доцент К.М. Медведев, м.т.н. О.Ю. Пухальская,
м.т.н. Дэн Линбинь
(ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель, Республика Беларусь)*

Ключевые слова: надежность, распределительная электрическая сеть, интеллектуальная электрическая сеть, количество отключений, пункт автоматического секционирования.

Исследовано влияние мест установки пунктов автоматического секционирования на количество отключений ВЛ 10 кВ сельскохозяйственного назначения.

GROWTH OF RURAL DISTRIBUTION POWER NETWORKS RELIABILITY USING SMART GRID TECHNOLOGY

*Candidate of Technical Sciences, docent K.M. Medvedev,
Master of Technical Sciences O.Yu. Poukhalskaya,
Master of Technical Sciences Dan Linbin
(GSTU, Gomel, Republic of Belarus)*

Keywords: reliability, distribution power network, smart grid, number of interruptions, automatic sectionalization station.

Influence of installation points of automatic sectionalization stations on number of interruptions of 10 kV rural overhead lines is investigated.

В связи с ростом требований сельскохозяйственных потребителей к надежности электроснабжения важным направлением развития электроэнергетики становится повышение надежности распределительных электрических сетей, а в качестве одного из наиболее перспективных мероприятий выступает использование интеллектуальных электрических сетей – Smart Grids [1, 2, 3].

Интеллектуальная электрическая сеть – Smart Grid – это модернизированная сеть электроснабжения, которая использует информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении, позволяющая автоматически повышать эффективность, надежность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии.

Оборудование интеллектуальных электрических сетей взаимодействует друг с другом и образует единую интеллектуальную систему электроснабжения.

Целью статьи является исследование влияния мест установки пункта автоматического секционирования (ПАС) на количество отключений ВЛ 10 кВ сельскохозяйственного назначения.

Количество повреждений ВЛ 10 кВ сельскохозяйственного назначения M_{10} определяется по формуле, приведенной в [4, 5].

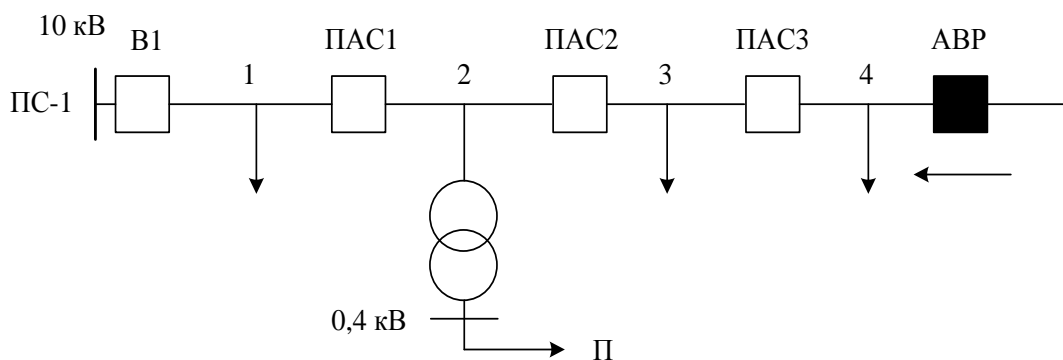
В случае отсутствия на ВЛ 10 кВ автоматики количество отключений потребителей N_{10} равно количеству повреждений на ВЛ 10 кВ M_{10} , т.е.

$$N_{10} = M_{10}. \quad (1)$$

В случае использования на ВЛ технологии Smart Grid (наличие на ВЛ 10 кВ сетевого автоматического ввода резерва (АВР)) осуществляется автоматическое управление аварийными режимами и при некоторых повреждениях на линии 10 кВ не будет происходить отключения присоединенных к ней потребителей, т.е. $N_{10} < M_{10}$ [4, 5].

Рассмотрим, что представляет собой интеллектуальная сеть с точки зрения повышения надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. В нормальном режиме сеть работает как разомкнутая. В случае повреждения какого-то участка или центра питания он отсоединяется ближайшим секционирующим устройством, а на неповрежденную часть подается напряжение от линии, питающейся от другой подстанции или другой секции шин той же подстанции.

На рисунке 1 приведен пример устройства сетевого АВР одностороннего действия для ВЛ 10 кВ.



ПС-1 – питающая подстанция № 1; В1 – выключатель на ПС-1, ПАС – пункт автоматического секционирования ВЛ 10 кВ; АВР – пункт автоматического включения резерва; 1-4 – номера участков ВЛ 10 кВ; П – потребитель электроэнергии.

Рисунок 1 – Вариант оснащения ВЛ 10 кВ реклоузерами

В этой схеме потребитель П будет отключаться в следующих случаях:

- при повреждении на той части ВЛ 10 кВ, к которой он подключен (участок 2 между ПАС1 и ПАС2);
- при повреждении участков между ПС-1 и ПАС в начале участка, к которому присоединен потребитель П (ПАС1), и отказе ПАС1 или АВР;
- при повреждении части ВЛ между первым ПАС за участком, к которому присоединен потребитель П и следующий за ним (участок 3 между ПАС2 и ПАС3), и отказе ПАС.

Количество отключений потребителей определяется по формуле [5]:

$$N_{10} = M_{10} \cdot \left(\frac{L_{\text{ч}}^{\text{П}}}{L} + (q_{\text{ПАС}} + q_{\text{АВР}}^{10}) \cdot \frac{L_{\text{ч}}^{\Gamma}}{L} + q_{\text{ПАС}} \cdot \frac{L_{\text{ч}}^{3a}}{L} \right), \quad (2)$$

где $L_{\text{ч}}^{\text{П}}$ – протяженность участка ВЛ 10 кВ, к которому подключен потребитель П, км;

L – полная протяженность ВЛ 10 кВ, км;

$q_{\text{ПАС}}$ – вероятность отказа ПАС;

$q_{\text{АВР}}^{10}$ – вероятность отказа устройства АВР;

$L_{\text{ч}}^{\Gamma}$ – протяженность части ВЛ 10 кВ между ПС-1 и ПАС в начале участка, к которому присоединен потребитель П, км;

$L_{\text{ч}}^{3a}$ – протяженность части ВЛ 10 кВ между первым ПАС за участком, к которому присоединен потребитель П и следующим за ним или концом линии, км.

Исследование влияния мест установки пунктов автоматического секционирования и резервирования на количество отключений потребителей проводилось на модели ВЛ 10 кВ с двумя реклоузерами. Один реклоузер установлен в качестве ПАС, второй – в качестве пункта АВР в точке

нормального токораздела. Реклоузер ПАС делит ВЛ на два участка с длинами L_1 и L_2 , соответственно.

Изменяя длину первого участка L_1 от $0,1L$ до $0,9L$ (второго участка L_2 от $0,9L$ до $0,1L$, соответственно), рассчитываем количество отключений ВЛ:

- по формуле (2) рассчитывается количество отключений потребителей, подключенных к первому участку ВЛ $N_{10(1)}$, и количество отключений потребителей, подключенных ко второму участку $N_{10(2)}$;

- определяется средневзвешенное значение количества отключений:

$$N_{10}^{SG} = \frac{N_{10(1)} \cdot L_1 + N_{10(2)} \cdot L_2}{L_1 + L_2}. \quad (3)$$

Определяется снижение количества отключений ВЛ по сравнению с ВЛ без автоматики:

$$\delta N_{10} = \frac{N_{10} - N_{10}^{SG}}{N_{10}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где N_{10} – количество отключений ВЛ 10 кВ без автоматики;

N_{10}^{SG} – количество отключений ВЛ 10 кВ, оснащенной сетевым АВР.

Зависимость $\delta N_{10} = f\left(\frac{L_1}{L_1 + L_2}\right)$ представлена на рисунке 2.

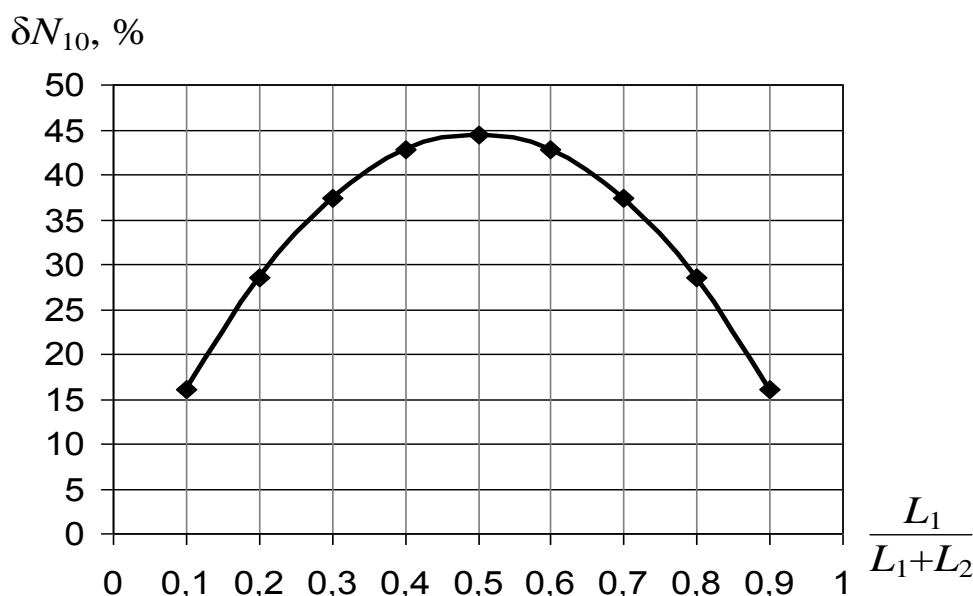


Рисунок 2 – Снижение количества отключений на ВЛ 10 кВ в зависимости от места установки ПАС

Оптимальным местом установки ПАС с точки зрения снижения количества отключений является середина линии, количество отключений ВЛ в этом случае уменьшится на 44,5%.

Выводы

- полученная зависимость позволяет оценить эффективность применения автоматического секционирующего аппарата при его установке в различных точках линии;
- эффективность установки реклоузера в начале и в конце линии относительно невелика;
- оптимальным местом установки автоматического секционирующего аппарата является середина линии, поскольку количество отключений линии при ее повреждении в этом случае снижается на величину до 45%.

Литература

1. Воротницкий, В.В. Распределительные сети 6(10) кВ – модернизация или автоматизация? [Текст] / В.В. Воротницкий и др. // Энергия и Менеджмент. – 2011. – № 2. – С. 11-15.
2. Пухальская, О.Ю. Направления повышения надежности электроснабжения потребителей сельскохозяйственного назначения [Текст] / О.Ю. Пухальская, К.М. Медведев // Современные информационные технологии, средства автоматизации и электропривод: материалы Всеукраинской науч.-техн. конф., посвященной 60-летию ДГМА, Краматорск, 17-21 декабря 2012 г. / Донбас. гос. машиностроит. акад.; редкол.: А. Ф. Тарасов и др. – Краматорск, 2012. – С. 171-173.
3. Русан, В.И. Интеллектуальные электрические сети как средство повышения надежности электроснабжения потребителей сельскохозяйственного назначения [Текст] / В.И. Русан, О.Ю. Пухальская // Энергетическая стратегия. – 2015. – № 6. – С. 39-43.
4. Куценко, Г.Ф. Методика определения расчетного количества внезапных отключений потребителей сельскохозяйственного назначения по цепи «источник – потребитель» / Г.Ф. Куценко, О.Ю. Пухальская // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2005. – № 3. – С. 30-33.
5. Пухальская, О.Ю. Расчет количества отключений потребителей агропромышленного комплекса при наличии в сети 10 кВ пунктов автоматического включения резерва [Текст] / О.Ю. Пухальская // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2008. – № 3-4. – С. 65-70.