

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО КОЛИЧЕСТВА ОТКЛЮЧЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ОСНАЩЕНИИ ВЛ 10 кВ ПУНКТАМИ АВТОМАТИЧЕСКОГО СЕКЦИОНИРОВАНИЯ**

**Канд. техн. наук, доц. КУЦЕНКО Г. Ф.**

*Гомельский политехнический институт имени П. О. Сухого*

В «Методических указаниях» [1] приведены нормативные уровни надежности электроснабжения потребителей агропромышленного комплекса (АПК), а также некоторые мероприятия по их достижению. Однако в них отсутствует методика оценки уровня надежности существующей схемы электроснабжения потребителей. Поэтому энергосистемы Республики Беларусь и других стран СНГ испытывают трудности при оценке надежности электроснабжения предприятий АПК при заключении договоров на использование электроэнергией, выдаче технических условий на присоединение к распределительным сетям новых потребителей, разработке мероприятий повышения надежности электроснабжения потребителей и т. д.

В [2] приведена методика определения расчетного количества отключения потребителя АПК без учета устройств автоматического секционирования. В данной статье предлагается методика определения расчетного количества отключений потребителя АПК при наличии таких устройств.

При отсутствии на ВЛ 10 кВ пунктов автоматического секционирования (ПАС) и резервирования (ПАВР) количество повреждений на ВЛ

10 кВ  $M_{10}$  совпадает с числом внезапных отключений потребителя  $N_{10}$ , т. е.  $N_{10} = M_{10}$ . При наличии на ВЛ 10 кВ пунктов ПАС или ПАВР  $N_{10} < M_{10}$ , так как за счет их работы при некоторых повреждениях не будет происходить отключений присоединенных к ней потребителей.

В настоящее время автоматическое секционирование является одним из главных технических решений в сетях 10 кВ для достижения нормативных уровней надежности потребителей первой и второй категорий [3]. Без автоматического секционирования очень часто невозможно также настроить релейную защиту головного выключателя ВЛ 10 кВ таким образом, чтобы она, с одной стороны, не имела излишних срабатываний при перегрузках (например, при самозапуске электродвигателей), а с другой — имела бы достаточную чувствительность при коротких замыканиях во всех точках протяженной и разветвленной сети [4].

В распределительных сетях 10 кВ Республики Беларусь в основном находятся в эксплуатации «Камеры секционирования для воздушных распределительных сетей 10 кВ КС-2-У» [5], которые выпускает Гомельский завод «Сельстройэнергооборудование» Минтопэнерго РБ.

Камера КС-2-У предназначена для автоматического выделения поврежденного участка ВЛ 10 кВ при устойчивых междуфазных коротких замыканиях путем автоматического секционирования сети в целях повышения надежности электроснабжения потребителей. Кроме того, она позволяет осуществить двукратное автоматическое повторное включение, двустороннее включение резерва, а также автоматический ввод резервного источника электроснабжения. Устанавливается камера в ТП 10/0,4 кВ закрытого типа.

Рассмотрим влияние устройств автоматического секционирования в сетях 10 кВ на число отключений потребителя применительно к схемам, приведенным на рис. 1.

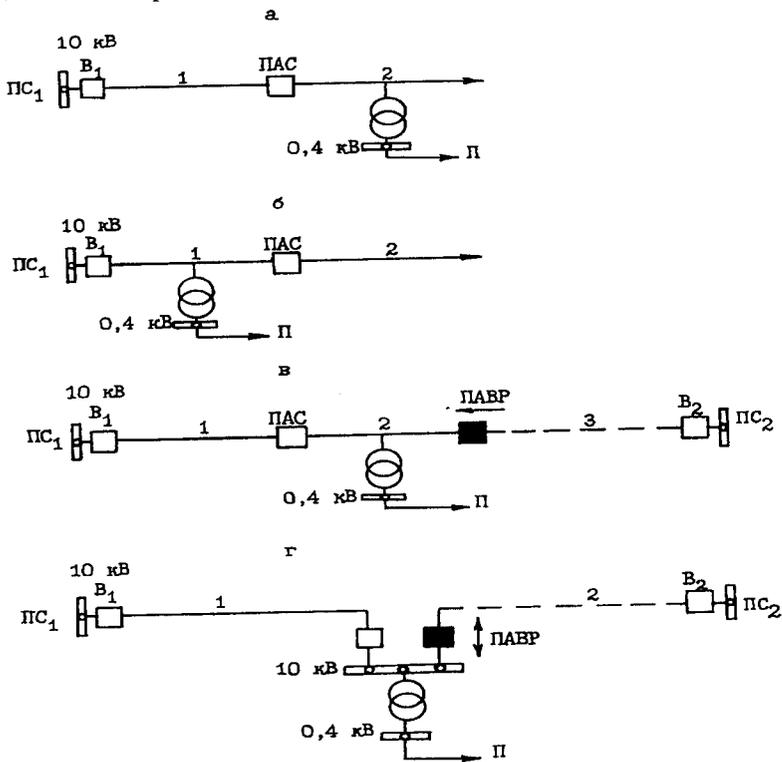


Рис. 1. Варианты оснащения ВЛ 10 кВ пунктами автоматического секционирования:  $PC_1$  и  $PC_2$  — питающие подстанции один и два;  $B_1$  и  $B_2$  — выключатели на  $PC_1$  и  $PC_2$ ; 1 — 3 — номера участков ВЛ 10 кВ; П — потребитель электроэнергии

На рис. 1а потребитель П подключен к радиальному участку два, расположенному за ПАС. В данном случае каждое междуфазное устойчивое повреждение на участках один или два приводит к отключению потребителя. Поэтому

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

На рис. 1б потребитель П подключен к радиальному участку один ВЛ 10 кВ до ПАС. Здесь потребитель П будет отключен при повреждении участка один, к которому он подключен. При повреждении участка два (за ПАС) потребитель П будет отключен только при отказе ПАС. Тогда число отключений потребителя П при повреждении ВЛ 10 кВ будет

$$N_{10} = M_{10} \left( \frac{L_{\text{п}}}{L} + q_{\text{ПАС}} \frac{L - L_{\text{п}}}{L} \right), \quad (2)$$

где  $L$  — полная протяженность ВЛ 10 кВ, км;

$L_{\text{п}}$  — протяженность участка ВЛ 10 кВ, к которому подключен потребитель П, км;

$q_{\text{ПАС}}$  — параметр потока отказов ПАС.

На рис. 1в приведен пример наличия на ВЛ 10 кВ сетевого ПАВР одностороннего действия. В этой схеме потребитель П будет отключаться при повреждении участка два между ПАС и ПАВР, а также при повреждении участка один при отказе ПАВР или участка три — при отказе ПАС. Поэтому

$$N_{10} = M_{10} \left( \frac{L_{\text{п}}}{L} + q_{\text{ПАВР}}^c \frac{L - L_{\text{п}} - L_{\text{ПАС}}}{L} \right), \quad (3)$$

где  $q_{\text{ПАВР}}^c$  — параметр потока отказов сетевого ПАВР;

$L_{\text{ПАС}}$  — протяженность остальных участков ВЛ 10 кВ, кроме участка, от которого питается потребитель, и участка, расположенного по ходу питания за ПАС от потребителя, км. На рис. 1в  $L_{\text{ПАС}}$  равняется протяженности участка три.

На рис. 1г приведена схема ВЛ 10 кВ с применением ПАВР двустороннего действия в РУ 10 кВ ТП 10/0,4 кВ. В ней при повреждении участка один ПАВР включает питание от ПС<sub>2</sub>, а при повреждении участка два — от ПС<sub>1</sub>. Тогда

$$N_{10} = M_{10} q_{\text{ПАВР}}^{\text{ТП}}, \quad (4)$$

где  $q_{\text{ПАВР}}^{\text{ТП}}$  — параметр потока отказов ПАВР в РУ 10 кВ ТП 10/10 кВ.

Таблица 1

**Результаты расчетов годового количества внезапных отключений потребителя АПК при повреждении ВЛ 10 кВ, оборудованной пунктами автоматического секционирования**

Номер рисунка	Протяженность участков ВЛ 10 кВ, $l$ , км	Количество внезапных повреждений, $M_{10}$ , шт./год	Количество отключений потребителя при наличии на ВЛ 10 кВ пунктов секционирования $N_{10}$ , шт./год
1а	$l_1 = l_2 = 7,5$	3,0	3,0
1б	$l_1 = l_2 = 7,5; L_{\text{п}} = 7,5$	3,0	1,65
1в	$l_1 = l_2 = l_3 = 5; L_{\text{п}} = 5; L_{\text{ПАС}} = 5$	3,0	1,08
1г	$l_1 = l_2 = 7,5;$	3,0	0,24

В Гомельском политехническом институте разработана программа для ПЭВМ по определению расчетного количества внезапных отключений потребителей АПК [2]. В табл.1 приведены результаты расчетов  $N_{10}$  по приведенной выше методике для схем электроснабжения потребителей рис. 1.

В расчетах приняты следующие данные:

$L_{\text{ТП}} = 15$  км;  $M_{10} = 3$  шт./год;  $q_{\text{ПАС}} = 0,1$ ;  $q_{\text{ПАВР}}^c = 0,12$ ;  $q_{\text{ПАВР}}^{\text{ТП}} = 0,08$ ; величины  $N_{10}$  рассчитаны по формулам (1) – (4) настоящей статьи.

Как видно из табл. 1, из рассмотренных схем электроснабжения самой надежной является схема рис.1г.

## ВЫВОДЫ

1. Использование рассмотренной методики позволяет более обоснованно выполнять расчеты показателей надежности электроснабжения потребителей АПК.

2. Результаты расчетов, выполненные по предложенной методике, могут быть использованы предприятиями «Энергонадзор» для заключения договоров с потребителями АПК на отпуск электроэнергии, а также предприятиями электрических сетей для разработки мероприятий повышения надежности электроснабжения потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по обеспечению при проектировании нормативных уровней надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. – М.: Сельэнергопроект, 1988. – 32 с.

2. Куценко Г. Ф. Методика определения расчетного количества внезапных отключений сельскохозяйственного потребителя по цепи «источник – потребитель» // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объедин. СНГ). – 1994. – №3 – 4. – С. 21–25.

3. Андриевский Е. Н. Секционирование и резервирование сельских электросетей. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 112 с.

4. Шабад М. А. Автоматика электрических сетей 6–35 кВ в сельской местности. – Л.: Энергия, Ленингр. отделение, 1979. – 104 с.

5. Камера секционирования для воздушных распределительных сетей 10 кВ КС-2-У: Паспорт. – Мн.: Белорусское территориальное объединение «Белорусэнерго», Белорусское производственное ремонтно-наладочное предприятие «Белэнергоремналадка», 1989. – 70 с.