

– графики потребляемой мощности, отражающие изменение суммарной нагрузки потребителя на вводе.

На основе характерных суточных графиков нагрузок (как минимум за зимние рабочие сутки с максимальным электропотреблением и за летние рабочие сутки с минимальным электропотреблением) строят годовой график нагрузок по продолжительности, в котором нагрузки располагают в порядке их постепенного убывания.

Годовые графики нагрузок по продолжительности строят обычно графическим методом, наиболее точным из применяемых, но требующим наличия характерных суточных графиков нагрузок, причём в большинстве случаев оказывается достаточным иметь четыре характерных суточных графика: за зимние и летние рабочие сутки, а также за зимние и летние нерабочие сутки.

Графики строят в прямоугольной системе координат, предпочтительнее в виде ступенчатых графиков, дающих возможность быстрее производить подсчёты, чем криволинейные или ломаные графики. Суточные графики нагрузок строят через получасовые промежутки времени.

Характерные суточные графики электрических нагрузок за зимние и летние сутки, а также годовой график нагрузки по продолжительности применяют для выбора оборудования электроснабжающих установок.

В результате обследований были собраны 115 различных типовых графиков нагрузки (суточные, месячные и годовые). По суточным и многосуточным графикам нагрузки определены следующие основные показатели: максимальная (активная, реактивная и полная) нагрузка графика; минимальная (активная, реактивная и полная) нагрузка графика; среднее значение (активной, реактивной и полной) нагрузки графика; средние и максимальные  $\cos \phi$ ,  $\tan \phi$ ; продолжительность использования установленной мощности; продолжительность использования максимума нагрузки; коэффициент заполнения или нагрузки; коэффициент использования установленной мощности; время наибольших потерь мощности; коэффициент формы; коэффициент резерва; коэффициент разновременности.

УДК 621.311.1

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПОВРЕЖДАЕМОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

**Панченко А.В.**

**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КАЛЕНТИОНОВ Е.В.**

Общая протяженность сетей 10 кВ, рассматриваемого района электрических сетей составляет 881 км. Из них воздушных линий (ВЛ) 832 км, кабельных линий (КЛ) 49 км. Электрическая сеть состоит из 49 линий, в том числе:

1. Городские – 5 шт.
2. Сельские – 38 шт.
3. Промышленные – 6 шт.

Средняя длина ВЛ 10 кВ с ответвлениями составляет 18,9 км, КЛ 10 кВ составляет 3,9 км. При этом:

1. Четыре линии имеют длину более 30 км.
2. Одна линия длиной 42 км.
3. Одна линия длиной 54 км.

Распределение линий по годам строительства:

1. Свыше 30 лет – 21 шт. или 43 %.
2. От 20 до 30 лет – 10 шт. или 20,5 %.

3. От 10 до 20 лет – 12 шт. или 24,5 %.

4. До 10 лет – 6 шт. или 12 %.

Таким образом, более 40 % сетей выработали свой нормативный срок службы.

Питание потребителей осуществляется от закрытых трансформаторных подстанций (ЗТП) 10/0,4 кВ – 87 шт. и от комплектных трансформаторных подстанций (КТП) 10/0,4 кВ – 410 шт. Суммарная установленная мощность трансформаторов составляет 111 230 кВ·А.

Для выявления причин и характера повреждений выполнен анализ работы ВЛ, КЛ 10 кВ в районе электрических сетей за последние 5 лет, т. е. с 2000 по 2004 год включительно. Результаты анализа приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Распределение повреждений по району электрических сетей за 5 лет в зависимости от причины возникновения.**

Причина повреждения	Количество случаев, шт.	Количество случаев, %
Повреждение КЛ	60	7,0
Обрыв 1-го, 2-х, 3-х проводов на ВЛ	160	18,8
Падение деревьев на провода без их обрыва	72	8,45
Причина не установлена	301	35,3
Обрыв проводов из-за падения деревьев	56	6,6
Повреждение концевых кабельных разделок	37	4,3
Обрыв вязки	26	3
Повреждение изолятора	22	2,6
Перекрытие в в/в отсеке КТП 10/0,4 кВ	14	1,6
Дефект привода ВВ, МВ 10 кВ	11	1,3
Повреждение ПНБ 10 кВ на КТП 10/0,4 кВ	11	1,3
Повреждение шлейфа СР, ОР, ЛР 10 кВ	10	1,2
Дефект ВВ, МВ 10 кВ на ПС 35–110 кВ	8	0,9
Обрыв проводов сторонней техникой	6	0,7
Повреждение разрядника 10 кВ	6	0,7
Перекрытие ПНБ 10 кВ на КТП птицами	6	0,7
Перекрытие на СР, ОР, ЛР 10 кВ птицами	5	0,6
Наброс на провода ВЛ	5	0,6
Повреждение опоры из-за наезда транспорта	5	0,6
Протекание крыши ТП 10/0,4 кВ	4	0,5
Схлестывание проводов из-за их провисания	4	0,5
Отключение СШ 10 кВ на ПС 35–110 кВ	4	0,5
Повреждение опорного изолятора на КТП	3	0,35
Отключение во время грозы	3	0,35
Повреждение силового трансформатора на КТП	3	0,35
Перекрытие в н/в отсеке КТП 10/0,4 кВ	3	0,35
Включение ЗНЛ 10 кВ неизвестными лицами	3	0,35
Повреждение потребительских КТП, ТП 10/0,4 кВ	3	0,35
Отключение СР, ОР 10 кВ посторонними лицами	1	0,15
<b>ИТОГО:</b>	<b>852</b>	<b>100</b>

Общее количество повреждений за 5 лет составило 852 шт., среднее количество повреждений за 1 год – 170 шт.

Удельная повреждаемость на 100 км составляет:

$$\frac{\text{количество повреждений за 1 год}}{\text{общее количество км в РЭС}} \times 100 \text{ км} = \frac{170}{881} \times 100 = 19,3 \text{ повр./100 км.}$$

Среднее время устранения повреждений составляет 5,5–7,4 часа.

УДК 621.311

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Филипчик Ю.Д.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КАЛЕНТИОНОК Е.В.

Нарушения возникающие при перекрытии изоляции на линиях электропередач из-за атмосферных перенапряжений, при набросах на провода, схлестывании и др., после отключения линии самоустраняются. В этом случае после обратного включения под напряжение линии, на которой произошло неустойчивое повреждение, восстанавливается нормальный режим энергоснабжения. Такое включение называется повторным, а автоматические устройства, выполняющие данную операцию, – устройством автоматического повторного включения (АПВ).

АПВ позволяет быстро ликвидировать аварийную ситуацию. Эффективность АПВ характеризуется процентом успешных включений.

АПВ оказывает заметное влияние на устойчивость энергосистемы (рис. 1).

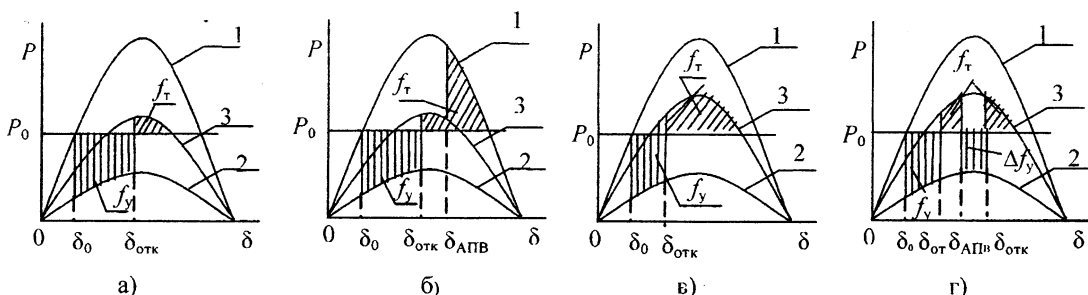


Рис. 1. Режимы системы при возникновении повреждения на линиях: а – неустойчивый режим без АПВ; б – устойчивый режим с успешным АПВ; в – устойчивый режим без АПВ; г – неустойчивый режим при неуспешном АПВ: 1 – угловая характеристика мощности в нормальном режиме; 2 – угловая характеристика мощности при КЗ; 3 – угловая характеристика мощности при отключении линии

Так при отключении повреждения и не использовании устройств АПВ из рис. 1а видно, что при угле отключения  $\delta_{\text{отк}}$  устойчивость нарушается (площадка ускорения  $f_y$  больше площадки торможения  $f_t$ ). При успешном АПВ (рис. 1б) площадка торможения  $f_t$  возрастает и становится больше площадки ускорения  $f_y$ .

Однако бывают случаи, когда устройства АПВ не применяются. Это обусловлено возможным появлением неустойчивости системы. На рис. 1в показан режим сохранения устойчивости системы при коротком замыкании и отключения линии без применения АПВ. Однако использование АПВ линии в случае не устраненного повреждения приведет к нарушению устойчивости из-за уменьшения площадки торможения и увеличения площадки ускорения на величину  $\Delta f_y$  (рис. 1г).