

20. В преддверие наступления уборочной компании, а также периода летних каникул у школьников и студентов усилить разъяснительную работу с населением через средства массовой информации об опасности поражения электрическим током при приближении (касании) токоведущих частей действующих электроустановок и порядке сообщения диспетчеру РЭС о повреждениях в электрических сетях.

21. Поместить в местной печати статьи, отражая вопросы сохранности ЛЭП 0,4–6–10 кВ, опасности поражения людей электрическим током, о недопущении хищения электрической энергии и самовольного подключения к электрическим сетям.

22. Качественно производить обходы и выявлять причины отключений линий, в кратчайшие сроки устранять дефекты.

23. Усилить надзор за качеством работ при строительстве, капитальном ремонте, реконструкции ВЛ.

Таким образом, при правильной и качественной эксплуатации электрических сетей, соблюдения всех норм и требований, проведению мероприятий по повышению надежности можно тем самым существенно снизить количество аварийных отключений, что повысит надежность работы электрических сетей и качество электроснабжения потребителей.

УДК 621.311

ХАРАКТЕРИСТИКИ И СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОНЕСУЩИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ

Сильченко О.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ФАДЕЕВА Г.А.

В распределительных сетях напряжением до 1 кВ широкое применение находят воздушные линии электропередачи с проводами, изолированными полиэтиленовой оболочкой (ВЛИ), а в сетях 6–35 кВ – с защищенными проводами (ВЛЗ).

Стоимость таких линий выше, чем традиционных воздушных линий с неизолированными алюминиевыми и сталеалюминевыми проводами, однако они обладают рядом преимуществ:

– затраты на их эксплуатацию ниже, чем для традиционных линий, а надежность электроснабжения потребителей выше, т. к. исключены короткие замыкания из-за схлестывания проводов, обрывы из-за падения деревьев, гололедообразования и налипания снега;

– снижаются габариты линий до земли и инженерных сооружений, что позволяет снизить высоту, а значит, и стоимость опор;

– снижаются затраты на монтаж ВЛИ, обусловленные вырубкой более узкой просеки в лесной местности, а для ВЛИ 0,38 кВ – возможностью вести монтаж проводов по фасадам зданий в условиях городской застройки, отсутствием изоляторов и траверс, возможностью совместной подвески на уже существующих линиях низкого и высокого напряжения, а также на линиях связи;

– упрощается ремонт и монтаж линий, сокращаются их сроки;

– снижается возможность несанкционированных подключений к линиям;

– снижается возможность поражения электрическим током при монтаже, ремонте и эксплуатации, а также при работах вблизи линии;

– по сравнению с традиционными линиями ВЛИ имеют более низкое реактивное сопротивление.

Для линий напряжением 0,38 кВ и ответвлений от них к жилым домам и хозяйственным постройкам применяются четырехпроводные самонесущие изолированные провода (СИП). При необходимости к СИП может быть добавлен провод для подключения уличного освещения.

СИП состоят из трех изолированных фазных проводов, выполненных из уплотнённых алюминиевых проволок, скрученных поверх несущего нулевого провода. Всю механическую нагрузку в проводах СИП-1 и СИП-2 несет нулевой провод, который выполняется из сталеалюминиевого провода или провода из алюминиевого сплава. В проводах СИП-1 и СИП-2 несущий нулевой провод выполняется неизолированным. Провода СИП-1А и СИП-2А содержат изолированный нулевой провод. В них все четыре провода являются несущими, т. е. механическая нагрузка распределяется между всеми проводниками, что делает эти провода технологичнее и удобнее в монтаже.

В проводах СИП-1 и СИП-1А изоляция выполняется из термопластичного светостабилизированного полиэтилена. В проводах СИП-2 и СИП-2А – из сшитого светостабилизированного полиэтилена.

В проводе СИП-4 фазные и нулевой провода выполнены из алюминия и имеют одинаковое сечение. Изоляцию СИП-4 выполняют из термопластичного светостабилизированного полиэтилена, СИПн-4 – из светостабилизированной полимерной композиции, не распространяющей горение, СИПс-4 – из сшитого светостабилизированного полиэтилена.

Провода ВЛИ скручены в жгут и могут прикрепляться при помощи крюков, кронштейнов и арматуры к опорам, а для линий до 1 кВ – стенам зданий и сооружений.

Фазные провода магистральной ВЛИ должны иметь сечение не менее 35 мм². Для электроснабжения потребителей, нагрузка которых в перспективе возрастет не будет, допускается применение фазных проводов сечением 25 мм².

Двухпроводные линейные ответвления по дополнительным опорам и ответвления к вводу допускается выполнять скрученными между собой изолированными проводами сечением по алюминию не менее 16 мм².

Проводимость нулевого провода должна быть не менее 50 % проводимости фазных проводов. На линиях, питающих преимущественно (более 50 % по мощности) однофазные электроприемники, а также электроприемники животноводческих и птицеводческих ферм – не менее проводимости фазного провода. Проводимость нулевого провода может быть более проводимости фазного, если невозможно другими средствами обеспечить необходимую электробезопасность и селективность защиты линии от однофазных замыканий.

На ВЛЗ напряжением 10–20 кВ применяют одножильный самонесущий изолированный провод СИП-3. Провод состоит из токопроводящей жилы и изолирующей оболочки из сшитого светостабилизированного полиэтилена. Жила площадью сечения 35–150 мм² выполнена из алюминиевого сплава высокой прочности или из алюминиевого провода, упрочненного стальной проволокой.

Для ВЛ напряжением 35 кВ выпускают провода с защитной изоляцией ПЗВ и ПЗВГ (грозоустойчивый). Провод ПЗВ предназначен для магистральных линий, провод ПЗВГ – для ВЛЗ, проходящих по населенным пунктам и на участках линий вблизи подстанций. Токопроводящая жила выполнена из проволок алюминиевого сплава площадью сечения от 35 до 240 мм². Изоляция состоит из слоев сшитого полиэтилена.

Для одновременной передачи электрической энергии и оптических сигналов связи по ВЛИ 10 кВ разработан провод ПЗВ-О (СИП-О). Токоведущие жилы выполняются из алюминия или алюминиевого сплава. Оптический модуль, содержащий от 2 до 24 волокон, изолирован гидрофобным наполнителем. Снаружи провод защищен оболочкой из сшитого полиэтилена.

Допустимый нагрев изолированных и защищенных проводов (таблица 1) ограничен свойствами изоляции. Более высокая допустимая температура нагрева СИП, чем для традиционных воздушных линий, объясняется тем, что провода находятся на открытом воздухе, следовательно, имеют лучшие условия охлаждения, чем проложенные в земле кабели с пластмассовой изоляцией, вместе с тем, токоведущие части провода защищены от непосредственного солнечного нагрева.

Таблица 1. Допустимая температура нагрева СИП, °С

| Режим эксплуатации ВЛИ | С изоляцией из термопластичного полиэтилена | С изоляцией из сшитого полиэтилена |
|--|---|------------------------------------|
| Нормальный режим | 70 | 90 |
| Режим перегрузки продолжительностью до 6 часов в сутки | 80 | 130 |
| Режим короткого замыкания с протеканием тока короткого замыкания в течение времени до 5 секунд | 130 | 250 |

При выборе сечений проводов СИП должны рассматриваться следующие условия:

- допустимая потеря напряжения;
- нагрев длительно допустимым током;
- механическая прочность;
- термическая стойкость.

Минимально допустимое сечение провода по условию термической стойкости находится по формуле:

$$F_{\min} = \frac{I_{\text{кз}} \sqrt{T}}{c},$$

где $I_{\text{кз}}$ – ток короткого замыкания;

T – время протекания тока короткого замыкания;

c – коэффициент, равный для изоляции из термопластического полиэтилена 59 и для сшитого полиэтилена – 97.

Таблица 2. Коэффициенты для расчета стоимости воздушных линий с самонесущими изолированными проводами

| Количество жил | Диапазон площади сечения токоведущих жил, мм ² | Диапазон площади сечения нулевой жилы, мм ² | Диапазон площади сечения жилы наружного освещения, мм ² | a_0 , тыс. руб РБ/км | a_1 , тыс. руб РБ/км·мм | a_2 , тыс. руб РБ/км·мм ² |
|----------------|---|--|--|------------------------|---------------------------|--|
| 1 | 16–70 | | | 68,25 | 22,12 | –0,044 |
| 3+1 | 10–120 | 16–95 | | 247,17 | 100,63 | –0,22 |
| 5 | 25–120 | 16–25 | 35–95 | 1 075,58 | 83,27 | –0,073 |
| 5 | 35–120 | 35 | 50–95 | 1 134,66 | 102,16 | –0,23 |

Процесс принятия решений при технико-экономической оценке вариантов в ходе проектирования линий с самонесущими изолированными проводами затрудняется тем, что стоимость СИП, выпускаемых разными заводами-изготовителями, заметно отличается, стоимость СИП одного и того же типа изменится во времени в зависимости от конъюнктуры рынка и ряда случайных факторов. Автором были изучены и проанализированы стоимостные показатели некоторых видов СИП, на основании чего были построены зависимости для определения их стоимостных показателей:

$$K_{уд} = a_0 + a_1 F + a_2 F^2,$$

где a_0 , a_1 , a_2 – расчетные коэффициенты;

F – площадь сечения кабеля, мм².

Коэффициенты рассчитаны на начало 2007 года в белорусских рублях. Для пересчета в российские рубли стоимость кабельных линий следует разделить на 80.

Литература

1. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами. – М.: ЗАО «Энергосервис», 1999.
2. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением 6–20 кВ с защищенными проводами. – М.: ЗАО «Энергосервис», 1999.
3. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник. – М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.
4. ПО «Энергокомплект». Каталог продукции. – Минск, 2007.

УДК 621.311

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УЧАСТКА ГОРОДСКОЙ СЕТИ 10 КВ НА ПЭВМ

Карнович А.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор ФУРСАНОВ М.И.

Выполнен анализ режимов работы реального участка городской сети 10 кВ на примере выбора точек разреза с использованием комплекса компьютерных программ «DELTA» [1].

Современные распределительные электрические сети охватывают обслуживаемую территорию линиями электропередачи, питающимися от различных подстанций – центров питания [2]. Схемы сетей выбирают исходя из условий электроснабжения потребителей, токов КЗ, релейной защиты, качества электроэнергии и ее расхода на электропередачу. Распределительные сети работают обычно в режиме одностороннего питания – в определенных точках распределительной сети коммутационные аппараты отключены.

В месте нормального разреза часто используют выключатель мощности, оснащенный устройством автоматического ввода резерва (АВР). Подобные выключатели обеспечивают резервирование питания от одного или двух независимых источников при условии, что устойчивое повреждение на начальном участке ЛЭП отключается другим секционным аппаратом, отключающим КЗ после включения выключателя, или отключающим поврежденный участок в бестоковую паузу [3].

Выбор места нормальных разрезов производится на основе учета максимальной надежности электроснабжения, минимального расхода электроэнергии на передачу и минимальных средневзвешенных отклонений напряжения у электроприемников.

В качестве целевой функции используется выражение:

$$Ц = \Delta P_p + \Delta P_3 + U + F_{ш}, \quad (1)$$

где ΔP_p – потери мощности в распределительной сети 10 кВ в режиме наибольших нагрузок;

ΔP_3 – потери мощности в замкнутой сети 110 кВ в режиме наибольших нагрузок;

U – ущерб от недоотпуска электроэнергии (оценивается по упрощенной методике с точностью, достаточной для выполнения оптимизации по критерию потерь);