

УДК 621.3

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ САМОНЕСУЩИХ И ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ НА ВЛ 35 КВ

Алексеев Е.А., Невмержицкая Т.Д.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Гецман Е.М.

Необходимость развития электрических сетей доказывает устойчивый рост электрических нагрузок. Ужесточаются требования к надежности электроснабжения и качеству электрической энергии. Нарастает объем электрических сетей, отработавших нормативный срок. Для обеспечения надежного и качественного электроснабжения потребителей необходимо определение оптимальных условий и основных технических направлений. Поэтому в настоящее время на ЛЭП все чаще применяют изолированные самонесущие и защищенные (покрытые) провода. Самонесущие изолированные провода (СИП) предназначены для воздушных линий электропередач в районах с умеренным, холодным и тропическим климатом.

Самонесущие изолированные провода, в отличие от проводов неизолированных, имеют изолирующее покрытие из сшитого полиэтилена на фазных проводах и, в зависимости от модификации, имеют или не имеют подобное покрытие на несущем нейтральном проводе. Кроме того, есть разновидность СИП без несущего провода, у которой все четыре провода изолированы. Рассмотрим основные разновидности СИП (СИП-1, СИП-1А, СИП-2 и СИП-2А по российской терминологии рисунок 1), представляющая собой жгут изолированных фазных проводов, скрученных вокруг несущего провода В качестве несущего «нулевого» провода используется уплотненный 7-проволочный трос из алюминиевого сплава. В качестве фазных проводов используются алюминиевые провода, покрытые атмосферостойким светостабилизированным полиэтиленом с поперечными молекулярными связями («сшитый полиэтилен»). Изолированные фазные провода скручены вокруг несущего троса таким образом, что вся механическая нагрузка сосредотачивается целиком на несущем «нулевом» тросе. Присоединение этого троса к заземляющему устройству производится при помощи специального ответвительного плашечного зажима.

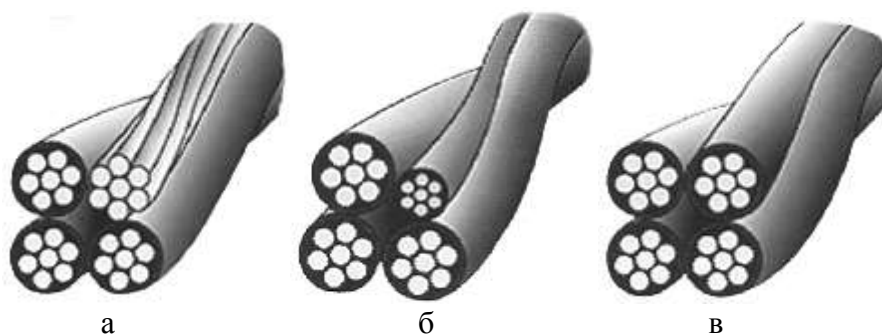


Рисунок 1. Типы самонесущих изолированных проводов:
 а - СИП-1; б - СИП-2; в - СИП-4 и СИП-5

На основании анализа повреждений ВЛ с неизолированными проводами специалистами сделан вывод, что при действии ветровых нагрузок наиболее частыми повреждениями являются:

- обрыв проводов – 24,9%;
- повреждения, связанные со сближением и схлестыванием проводов – 17%;
- обрыв вязки провода к изолятору – 9,8%.

На поиск и ликвидацию указанных повреждений, по данным эксплуатации, как правило, уходит 7-8 часов с перерывом в электроснабжении.

Для повышения надежности электроснабжения наиболее эффективным является применение изолированных (защищенных) проводов SAХ. При этом расстояния между проводами уменьшены. При кратковременном схлестывании до 1 млн раз за срок службы проводов (опыт Финляндии, США и Японии) короткое замыкание не происходит. При использовании изолированных проводов существенно уменьшается повреждаемость проводов от климатических нагрузок за счет исключения повреждений от схлестывания и сближения проводов, исключается повреждаемость при набросах на них и перекрытиях на деревья. Практика показала, что падение дерева на изолированный провод не приводит к аварийной ситуации. В механическом отношении провод SAХ выдерживает массу относительно крупного ствола падающего дерева, находясь в течение долгого времени под напряжением.

Защищенные провода, применяемые на линиях среднего напряжения, стандартизованы во многих странах мира. Стандартизация пока не коснулась проводов, используемых в высоковольтных линиях, по причине достаточно короткого периода их применения. Тем не менее в Скандинавии разработаны защищенные провода вплоть до 132 кВ. Защищенный провод на 35 кВ выпускается стандартных сечений: 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240 мм². Жила провода имеет многопроволочную конструкцию, изготовленную из термоупрочненного алюминиевого сплава повышенной прочности. Номинальный диаметр токоведущей жилы варьируется от 6,9 мм для сечения 35 мм² до 18,1 мм для сечения 240 мм². Наружный диаметр провода изменяется в диапазоне от 13,3 до 25,9 мм в зависимости от сечения.

Токопроводящая жила покрывается изоляционным слоем из многослойной полиэтиленовой композиции. Внешний слой изоляции обычно изготавливается из атмосферостойкого сшитого полиэтилена либо из атмосферостойкого трекингостойкого полиэтилена. Внутренний слой состоит из изоляционного сшитого полиэтилена. В некоторых марках проводов присутствует дополнительный внутренний слой из полупроводящего сшитого полиэтилена, а так же водонабухающий материал, обеспечивающий продольную герметизацию. Допустимый нагрев токопроводящей жилы провода не должен превышать 90^oС при нормальном режиме эксплуатации и 250^oС при КЗ.

Воздушные линии электропередач с проводом в защитной изоляции напряжением 35 кВ (ВЛЗ-35) — это именно тот случай, когда новая технология дает ряд технических преимуществ, увеличивая безопасность и надежность всей ЛЭП в целом.

Но самое главное, строительство и монтаж такой ВЛЗ стоит дешевле, чем обычной ЛЭП-35 кВ с голыми проводами АС.

Для строительства ВЛЗ-35 кВ используется самонесущий изолированный провод марки СИП-3, ПЗВ, ПЗВГ, ЗАЛП, SAХ. Сама жила у него выполнена из алюминиевого сплава, а толщина изоляции для $U=35$ кВ составляет 3,5мм.

Благодаря возможности перехода на опорную схему изоляции вместо подвесной, такие ВЛЗ-35 кВ можно строить в габаритах стоек от ВЛЗ-10 кВ.

То есть, здесь уже не нужны опоры СВ (стойка вибрированная) -164, можно запросто обойтись марками СВ 110 и СВ 105. В отдельных случаях на опорах СВ 110 можно даже построить двухцепную ВЛЗ-35.

Применение более низких опор, помимо экономии денежных затрат, дает ряд преимуществ не очевидных на первый взгляд:

- уменьшается вероятность прямых попаданий молний в линию;
- упрощается монтаж - не требуется габаритная специальная техника, которая нужна при установке стоек СВ-164.

То есть, непосредственно монтаж ВЛЗ-35 кВ и установку опор, можно выполнить всего одной техникой – бурильно-крановой машиной БКМ. Не прибегая к услугам 16 или 25-ти тонного автокрана, а также без использования АГП-гидроподъемника.

Строительство обычной ЛЭП напряжением 35 кВ без этой техники невысказано:

- упрощается работа по закреплению опор в грунте;
- сокращение межфазного расстояния приводит к существенно меньшей металлоемкости.

Строительство ВЛЗ-35 кВ вовсе не такое уж и сложное дело, как может показаться на первый взгляд. В совсем недалеком будущем, большинство ЛЭП 35 кВ на голых проводах, построенные по советским стандартам, безусловно начнут переводиться именно на ВЛЗ исполнение.

Впервые в РУП «Гомельэнерго» выполнена реконструкция ВЛ 35 кВ Митьки-Рудня (перевод на ВЛП) согласно проекту, разработанному филиалом «Энергопроект» ОАО «Западэлктросетьстрой» в июле 2017 года. Данный объект не имеет аналогов в Белорусской энергосистеме.

ВЛП (воздушная линия с покрытыми проводами) 35 кВ выполнена по существующей трассе. Ширина трассы находится в пределах 14-16 м. Протяженность всей ВЛ по трассе 15,8 км, с изолированным проводом - 10,3 км (СИПт-3).

Реконструируемый участок выполнен на стойках опор СК-22.1-11 (ранее были стойки опор СВ-1), количество опор на участке с изолированным проводом по сравнению с бывшей ВЛ сократилось на 20 опор, соответственно сократилось и количество изоляторов вместе со сцепной, натяжной и поддерживающей арматурой. Также нет необходимости расширять просеку на высоту лесного массива (деревья по высоте до 25 м).



Рисунок 2. Участок ВЛП 35 кВ

Провод самонесущий изолированный с одной жилой из алюминиевого сплава и дополнительной несущей стальной жилой, в изоляции из светостабилизированного сшитого полиэтилена типа СИПт-3 1x50-35. Изолятор полимерный из кремнийорганической резины в силиконовой оболочке типа ЛК70/35-3 (в данном случае исполнение проушина-пестик). Зажим натяжной спиральный для монтажа на анкерной опоре типа НС-14,9/15,3-01 (14)-СИП.



Рисунок 3. Участок ВЛП 35 кВ

Крепление провода на промежуточной опоре выполнено спиральным поддерживающим зажимом типа ПС-14,9/15,3П-01-СИП. Для защиты проводов от вибрации использованы многочастотные гасители вибрации типа ГВ-4533-02м.

Для исключения приближения провода шлейфа к телу опоры установлены балласты типа БЛ-100-1. Шлейф соединен при помощи спиральной арматуры типа ШС-8,1-01-СИП-3-35 (1x50).



Рисунок 4. Крепление провода

Экономический эффект от использования защищенных изоляцией проводов будет достигнут за счет:

1. Возможности передачи мощности в 2,5-3 раза большей по ВЛ с традиционными габаритами ВЛ 10 кВ;
2. Значительного уменьшения габаритов линии. Уменьшение ширины просеки, требуемой площади землеотводов;
3. Значительного снижения стоимости стоек, их фундаментов и металлоконструкций опор;
4. Снижения стоимости изоляции при использовании новых опорных линейных фарфоровых изоляторов (ОЛФ) вместо промежуточной подвески на базе подвесных стеклянных изоляторов;
5. Снижения стоимости монтажных работ;
6. Уменьшения эксплуатационных издержек;

Применение самонесущих изолированных и защищённых проводов является наиболее прогрессивным и перспективным путём развития электрических распределительных сетей.

За короткое время защищенные провода зарекомендовали себя как качественные, повышающие надежность электроснабжения электрические проводники.

Таким образом, с увеличением количества предприятий, не допускающих перебоев в электроснабжении, всё острее становится вопрос обеспечения требуемой надежности. Строительство ВЛЗ является одним из таких решений. Таким образом, применение защищенных проводов стало чрезвычайно привлекательным решением для энергетиков при строительстве ВЛ в черте города, где требуется компактность и повышенная безопасность, либо в лесной зоне, где вырубка просек под строительство традиционных ВЛ слишком дорога. Для нефтегазовой и металлургической промышленности применение ВЛЗ позволяет значительно снизить недополученную прибыль в результате отключения линий и, как следствие, количество остановок добывающих предприятий.

Литература

1. ВЛ с изолированными проводами. Монтаж и эксплуатация воздушных линий электропередачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elektromontagnik.ru/?address=lectures/part2/&page=page3>.
2. Особенности монтажа самонесущих изолированных и защищенных проводов при строительстве воздушных линий электропередачи 0,38-35 кВ. Электротехнический рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://market.elec.ru/nomer/3/sip-35kv/>.
3. Сравнение ВЛ-35кв и ВЛЗ-35кв. Строительство ВЛЗ высоковольтным СИП-3 — опоры, траверсы, изоляторы, зажимы. Domic Electrica [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://domikelectrica.ru/sravnenie-vl-35kv-i-vlz-35kv/>.
4. «Мозырские электрические сети» реконструировали ВЛ 35 кВ Митьки-Рудня. EnergyLand.info [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energyland.info/analitic-show-160670>.