



Обнаружение Повреждений В Электрически Обесточенных Линиях Электропередачи

A.X.Abdusamatov

Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми, Фергана, Узбекистан

E-mail: xasanboy.abdusamatov@mail.ru

Аннотация: Проведен анализ повреждений на линиях электропередачи. Задачи определены способы контроля состояния линий электропередачи. Техники решения были предложены поставленные задачи. Предлагаемая система мониторинга позволит быстро обнаружить и локализовать повреждения на линиях электропередачи. Технические требования к системе имеют цитировались. Рассмотрены характеристики рефлектометра РЕЙС-105.

Ключевые слова: линия, электропередачи, задачи, решения, локализовать.

Введение

Постоянно возрастающая конкуренция в сфере энергоснабжения приводит к увеличению. Требования потребителей к качеству и надежности электроснабжения от производитель и дистрибьютор потоков электроэнергии. В то же время в Казахстане и России для электроснабжения по-прежнему используется устаревшее оборудование. Самая ненадежная часть оборудования электроснабжения – воздушные линии электропередачи. Однако, они являются основным элементом передачи энергии и кроме того охватывают огромные территории как в Казахстане, так и в России.

На этой основе автоматический контроль состояния линий электропередачи, в том числе повреждение является важнейшей задачей, стоящей перед проектировщиками и эксплуатантами современных линий электропередачи [1, 2]. Наибольшее количество повреждений происходит из-за обрыва проводов и короткое замыкание, которое обычно происходит из-за неблагоприятных погодных условий, а также самовольный демонтаж проводов. Обрывы проводов из-за атмосферных воздействий включают обледенение, обрывы электропитания. Столб линии электропередачи и обрывы, вызванные сломанными ветвями деревьев. Кроме того, когда на проводах появляется лед и иней, функциональный сбой высокочастотной несущей возможны и сигналы от автоматического контроля нештатных ситуаций и реле защиты может быть неправильно закодировано, неправильная передача технологических информации или ее отсутствие возможно [3–5].

Несанкционированное отключение проводов осуществляется путем создания искусственного короткого замыкания. Отключение цепи и линии электропередачи от системы электроснабжения или линия электропередачи уже обесточена во время



устранения неисправности. Для технического контроля необходимо разработать автоматизированную систему оперативного контроля. Метод появления наледи на проводах с возможностью работы удаленно при достаточной чувствительности и надежности, при этом не требовался специально выделенный канал связи для передачи информации и командных сигналов на комнату управления. Этот метод должен обеспечивать контроль отсутствия перерывов в этих мощностях. Линий при отключении электроэнергии на проводах ЛЭП [6–8].

Задачи, которые необходимо решить для создания этого метода, следующие [9–11]:

- найти зависимость периода задержки и изменения амплитуды сигнала в форма отраженных импульсов при зондировании методом локации ЛЭП от толщины и длины наледи на линиях электропередачи;
- найти точки опоры, которые определяют препятствия на линиях электропередачи, такие как высокие частотные экраны, кабельные вставки, точки подключения к ответвлениям и другие элементы;
- найти способы реагирования на препятствия на линиях электропередачи, имеющие как активную, так и реактивную характеристики при проведении локации подачей импульсов;
- создать методику расшифровки реакции при подаче импульсов во время зондирования реальных линий электропередачи;
- разработать подсистему, реализующую метод оперативного обнаружения различных видов льда на линиях электропередачи.

Одним из способов определения местоположения участка с неисправностью является метод управления по локации и заключается в том, что температура проводов косвенно определяется током нагрузки, температурой и скоростью движения воздуха, и таким образом можно обнаружить как обрыв провода, так и короткое замыкание [12].

Зондирование локационным методом позволяет своевременно, качественно и высокая степень надежности и чувствительности не только для обнаружения гололеда на линиях электропередачи и обеспечить оперативную организацию удаления льда методом плавления. Это также становится возможным осуществлять оперативный контроль коротких замыканий и обрывов на линиях электропередачи, что сокращает время простоя подачи электроэнергии потребителям, быстро реагировать на возможные действия по несанкционированному снятию проводов, что снижает материальные и финансовые затраты энергоснабжающих организаций на чрезвычайные ситуации восстановительные работы и для потребителей на случай возможных простоев. Приборы, обеспечивающие прямое или косвенное измерение температуры частей, находящихся под напряжением, позволяют предотвращают случаи вандализма и могут быть установлены на участке ЛЭП, проходящем по территории подстанции, вблизи точки подключения конденсаторы связи.

Одним из эффективных принципов телемеханики является принцип «один – N», когда использование метода локации позволяет использовать коммутационный переключатель



от подстанция для подключения всех ветвей ЛЭП к коэффициенту отражения счетчик и этим же оборудованием через короткие промежутки времени определяют наличие обледенение или повреждение, такое как короткое замыкание или обрыв.

Затраты на систему зондирования с использованием метода локации, необходимого для контроля наледи значительно меньше стоимости телеметрического оборудования, используемого в настоящее время. используется для определения наличия ледяного покрова. Кроме того, экономическая эффективность – это тем существеннее, чем больше линий электропередачи будет подключено к подстанции. Управляется локационным устройством в комплекте с переключателем коммутации. В связи с этим предлагаются основные технические требования к системе:

1) Требования к структуре:

Функциональную структуру оборудования можно представить следующим образом:

- блок высоковольтной присоединения;
- блок контроля линии.

Блок высоковольтной присоединения должен быть выполнен в виде конденсаторов связи. На соответствующее напряжение и имеющие внешнее исполнение.

Блок высоковольтной присоединения должен быть предназначен для ограничения подаваемого напряжения. К блоку управления при работающей линии и подавать управляющее напряжение на обесточенная линия. Блок контроля линии должен быть выполнен в виде устройства, контролирующего скорость изменения электрические параметры обесточенной трехфазной линии электропередачи с целью определения короткое замыкание проводов между собой или на землю [13].

2) Требования к техническим характеристикам:

Известно, что электрические параметры линий электропередачи можно свободно определять. Меняться в течение дня в зависимости от температуры и влажности окружающей среды изменения. Резкие изменения параметров могут быть вызваны перепутыванием проводов, вызванным ветром или специальными перемычками для отключения линии с целью быстрого снятия провода. Учитывая вышеизложенные основные технические требования, которые должны применяться к Конкретное оборудование для мониторинга линий приведено в Таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики оборудования мониторинга линии

<i>№</i>	<i>Название параметра</i>	<i>Нормальное значение</i>
1	Версия	Промышленные общего назначения
2	Уровень и тип защиты от воздействия окружающей среды	IP 43
3	Количество контролируемых линий, не более	1
4	Количество проводов в линии, не более	3



5	Минимальная длина линии электропередачи, не менее, км	3
6	Максимальная длина ЛЭП, не более, (км)	30
7	Напряжение ЛЭП, не более (кВ)	35
8	Напряжение питания оборудования контроля линии (В)	220 ± 15%
9	Количество выходных сигналов	3. дистанционная сигнализация

3) Требования к выполняемым функциям:

Оборудование метода локации для обнаружения ледяного покрова должно быть цифровым. Для размещения в помещениях подстанций [10].

Оборудование должно формировать следующие сигналы телесигнализации:

- высокое напряжение на линиях электропередачи;
- включение оборудования в режиме мониторинга линии;
- сигнализация при обрыве провода, замыкании линии или одного линейного провода на массу, коротком замыкании провода вокруг друг друга;
- наличие наледи на проводах.

Оборудование должно генерировать следующий сигнал дистанционного управления:

- активация режима защиты от обледенения проводов.

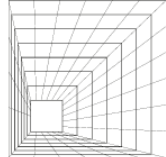
Эти сигналы должны передаваться по средствам телемеханики или другим средствам передачи. Системы (GSM или другие) в центр управления для контроля. При мониторинге состояния. На линиях электропередачи могут быть использованы цифровые рефлектометры российского производства РЕИС-105П и РЕИС-205.

Данные рефлектометры обладают достаточно высокой чувствительностью для регистрации наледи и инея на токопроводящих линиях толщиной до 5 мм и более, при участке со льдом 3% от общей длины проводов.

Рефлектометры подключаются к контролируемым линиям электропередачи с помощью напряжением 6–10 кВ при обесточенном отрезке кабеля или двухпроводной линии. Длиной до 200 м, чтобы обеспечить прохождение локационных импульсов длительностью 0,3 мкс и более [14, 15].

Если линия находится под напряжением 6–10 кВ, то рефлектометр подключается. Через промышленный фильтр с полосой пропускания от 400 до 900 кГц, что обеспечивает прохождение зондирующих импульсов длительностью 1 мкс. Промышленные фильтры, используемые для проведения зондирования импульсным методом должно быть настроено на полосу заграждения не менее 400–900 кГц.

Новое поколение импульсных рефлектометров представлено портативными цифровыми рефлектометр REIS, созданный компанией STELL с целью использования его в практическая энергетика для обнаружения повреждений и диагностики силовых



кабельных линий, а также в качестве линий связи, передачи электроэнергии, мониторинга и управления всех типов. Для использования при производстве и передаче электроэнергии их можно использовать вместо значительное количество устаревших рефлектометров, например, тестер однородности П5-10, П5-13 и П5-17.

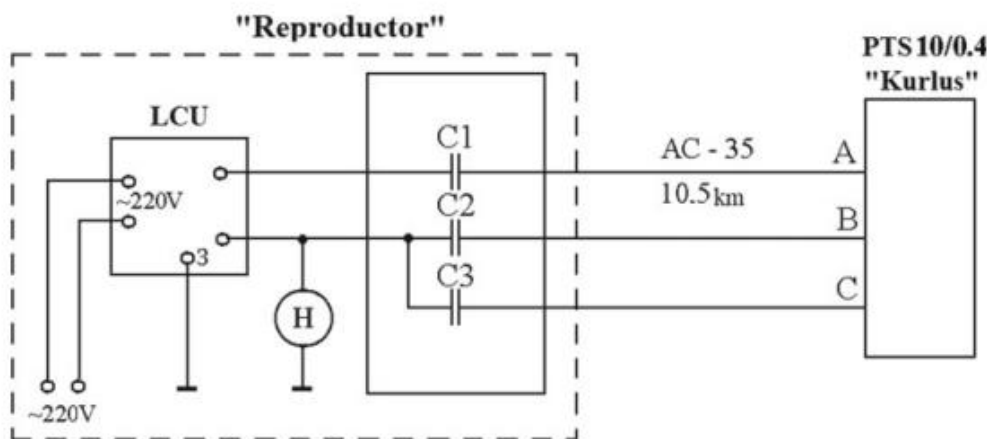
Через этот интерфейс всю информацию из памяти прибора РЕЙС-105 М1 можно быстро перенести в память компьютера. А дальше нужная информация регистрируется в компьютере в базе данных, которую можно сортировать, дополнять и сохраненная в виде рефлектограмм «библиотека» своевременно обслуживаемых линий. Это возможен перенос обратно на устройство с компьютера.

Сформированная «библиотека» данных обслуживаемых линий обеспечивает оперативность нахождения место некорректного функционирования путем сравнения данных, характеризующих параметры повреждения информацией об этой же линии, расположенной в «библиотеке»[16,17]. Кроме того, возможна автоматическая калибровка прибора путем сравнения данных из «библиотека» при прочих равных условиях.

Для обмена информацией и возможности работы с компьютером РЕЙС Прибор-105М1 поставляется с программным обеспечением, в частности РЭИД-7.

Результатов

Проведены испытания опытных образцов аппаратуры мониторинга линий электропередачи. Проведены в соответствии с программой и методикой предварительные испытания линий оборудование контроля на фидере №8 подстанции «Репродуктор», г. Курлус пос, Карагандинская область. Установлен блок линейного управления (БКУ) аппаратуры мониторинга линий электропередачи в г. Помещение подстанции. Вместо узла высоковольтной связи использован имитатор. Которые состоят из конденсаторов типа ЛКУ-3, также установлены в помещениях подстанции. Блок управления линией был подключен к электросети и питающему напряжению 220 В. в соответствии со схемой, представленной на рис. 1.



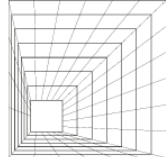


Рис. 1 Схема подключения сетевого блока управления к линии электропередачи

Испытания проводились на обесточенной линии электропередачи. Уровень сигнала на приеме. Линия LCU дополнительно контролировалась осциллографом (обозначена буквой «Н»). На объекте были произведены следующие виды повреждений:

- 1) Обрыв линии электропередачи на подстанции «Репродуктор». Разрыв был достигнут путем удаления провод от линии к конденсатору связи.
- 2) Замыкание любой пары фаз друг с другом или всех фаз вместе в Подстанция «Репродуктор».
- 3) Замыкание одной фазы или любой пары фаз на землю или всех фаз на землю в Подстанция «Репродуктор».
- 4) Замыкание любой пары фаз или всех фаз друг на друга на шинах ПТС 10/0,4.
- 5) «Курлус».
- 6) Замыкание одной фазы или любой пары фаз на землю или всех фаз на землю. Автобусы ПТС 10/0,4 «Курлус».
- 7) Отключение или подключение ПТС 10/0,4 «Курлус».

Фидер №8 ПС «Репродуктор» питает четыре блочных трансформатора подстанция (ПТС), обеспечивающая электроэнергией поселок Курлус, как показано на рис. 2.

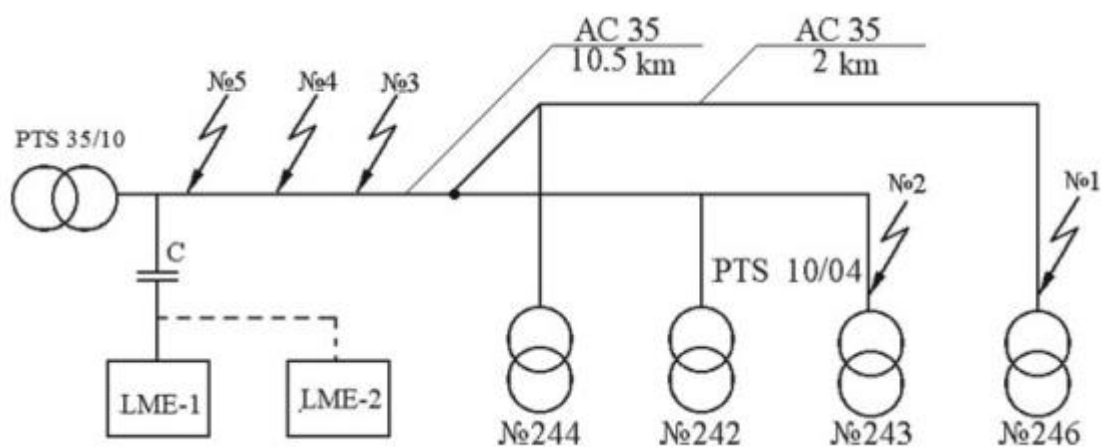
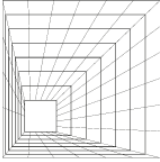


Рис. 2 Схема подключения

Заключение

Испытания проводились с двумя комплектами оборудования для мониторинга линии. В соответствии с По результатам испытаний были сделаны следующие выводы. Испытания проводились без использования рефлектометров, но на основе и характеристики позволяют использовать их для мониторинга линий электропередачи в зимнее время и летние условия. Рассмотренная система мониторинга обеспечивает своевременное определение типа повреждения. И такое место, как короткое замыкание и обрыв цепи из одной контрольной точки -электрическая подстанция, кроме того,



позволяет пресечь возможные случаи вандализма, в том числе несанкционированное снятие проводов. Использование предложенного метода управления позволяет снизить вероятность наиболее тяжелых, так называемых обледенелых аварий, и тем самым повысить надежность электроснабжения предприятий и населения, а также снизить затраты на восстановление и ремонт линий электропередачи.

Список литературы

1. Shaban, H. A., & Seeber, A. (2020). Monitoring global chromatin dynamics in response to DNA damage. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 821, 111707. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2020.111707>
2. Maurel, V., Guipont, V., Theveneau, M., Marchand, B., & Coudon, F. (2019). Thermal cycling damage monitoring of thermal barrier coating assisted with LASAT (LASer Shock Adhesion Test). *Surface and Coatings Technology*, 380, 125048. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.125048>
3. Aggarwal, R. K., Johns, A. T., Jayasinghe, J. A. S. B., & Su, W. (2000). An overview of the condition monitoring of overhead lines. *Electric Power systems research*, 53(1), 15-22. [https://doi.org/10.1016/S0378-7796\(99\)00037-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7796(99)00037-1).
4. Levesque, F., Goudreau, S., Cloutier, L., & Cardou, A. (2011). Finite element model of the contact between a vibrating conductor and a suspension clamp. *Tribology International*, 44(9), 1014-1023. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2011.04.006>
5. Venkatasubramanian, V. (2001). Process fault detection and diagnosis: Past, present and future. *IFAC Proceedings Volumes*, 34(27), 1-13. [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)33563-2](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)33563-2)
6. Ferreira, E. F., & Barros, J. D. (2018). Faults monitoring system in the electric power grid of medium voltage. *Procedia computer science*, 130, 696-703. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.123>
7. Kim, J. D., Lee, J. H., Ham, Y. K., Hong, C. H., Min, B. W., & Lee, S. G. (2009). Sensor-Ball system based on IEEE 1451 for monitoring the condition of power transmission lines. *Sensors and Actuators A: Physical*, 154(1), 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2009.06.009>
8. Нижегородов, А. И., Гаврилин, А. Н., & Мойзес, Б. Б. (2018). Application and production technology of thermal activation products of serpentine minerals from industrial wastes. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering*, 329(5), 67-75.
9. Parsi, M., Crossley, P., Dragotti, P. L., & Cole, D. (2020). Wavelet based fault location on power transmission lines using real-world travelling wave data. *Electric Power Systems Research*, 186, 106261. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106261>
10. Abu-Siada, A., & Mir, S. (2019). A new on-line technique to identify fault location within long transmission lines. *Engineering failure analysis*, 105, 52-64. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.06.071>
11. Vavilova, G. V., & Gol'dshtein, A. E. (2018). Instrument for in-process control of capacitance per unit length of an electrical wire. *Measurement Techniques*, 61, 278-283.



-
- <https://doi.org/10.1007/s11018-018-1421-6>
12. Hussain, S., & Osman, A. H. (2014). Fault location on series and shunt compensated lines using unsynchronized measurements. *Electric Power Systems Research, 116*, 166-173. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2014.06.003>
 13. Jianwen, Z., Hui, H., Yu, G., Yongping, H., Shuping, G., & Jianan, L. (2020). Single-phase ground fault location method for distribution network based on traveling wave time-frequency characteristics. *Electric Power Systems Research, 186*, 106401. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106401>.
 14. Prasad, C. D., & Srinivasu, N. (2015). Fault detection in transmission lines using instantaneous power with ED based fault index. *Procedia Technology, 21*, 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.10.020>.
 15. Goldshtein, A. E., Vavilova, G., Rumkin, A., & Starý, O. (2019, February). Detection of insulation defects in automated in-process testing of electric wire during its extrusion. In *Materials Science Forum* (Vol. 942, pp. 141-150). Trans Tech Publications Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.942.141>.
 16. Rathinam, A., Vanila, S., & Harika, C. (2017). Phasor measurement unit based wide area backup protection scheme for power transmission lines. *Energy Procedia, 117*, 1172-1181. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.243>.
 17. Calderaro, V., Galdi, V., Piccolo, A., & Siano, P. (2007). Adaptive relays for overhead line protection. *Electric Power Systems Research, 77*(12), 1552-1559. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2006.11.001>.