

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Мурзакулов Н.А., к.т.н., профессор ОшТУ,

Апсамат кызы Гулиза -преподаватель

Тажибаева Гулзар-преподаватель

Умаров Акжол - магистрант

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15469266>

Аннотация: В статье обоснованы причины отказов воздушных линий и рекомендация для повышения их надежности в условиях постоянно меняющейся инфраструктуры и технологий электроэнергетики.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи, аварийность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, современные технологии мониторинга и диагностики

RESEARCH AND ANALYSIS OF EMERGENCY MODES OF OPERATION OF OVERHEAD POWER LINES

Murzakulov N.A., Ph.D., professor of OshTU,

Apsamat kyzy Guliza - teacher

Tazhibaeva Gulzar-teacher,

Umarov Akzhol - master's student

Abstract: The article substantiates the causes of overhead power line failures and provides recommendations for increasing their reliability in the context of constantly changing infrastructure and electric power technologies.

Keywords: overhead power lines, accident rate, reliability, durability, maintainability, storability, modern monitoring and diagnostic technologies.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование воздушных линий электропередачи представляет собой сложную задачу, связанную с различными факторами, влияющими на надежность и безопасность электросетей. Несмотря на множество проведенных исследований в данной области, проблемы отключений линий остаются актуальными из-за разнообразия возможных причин, таких как технические неисправности, погодные условия, недостатки в эксплуатации и т.д.

Эффективное функционирование электропередачи напрямую зависит от надежности линий, что требует постоянного мониторинга и анализа их состояния. Отказы элементов линий могут привести к неплановым отключениям, ограничивающим передачу электроэнергии. Исследование причин отказов воздушных линий и разработка рекомендаций для повышения их надежности имеют важное значение в условиях постоянно меняющейся инфраструктуры и технологий электроэнергетики. Обеспечение надежности систем электроснабжения становится ключевым аспектом с увеличением их сложности и внедрением новых технологий, что обуславливает актуальность данной темы.

Аварийность в электроэнергетике представляет собой серьезную проблему, поскольку она может привести к множеству негативных последствий, таких как: нарушение электроснабжения потребителей, недоотпуск электроэнергии, снижение надежности, повреждение оборудования, а также существует значительный риск возникновения угрозы

жизни и здоровья людей. Для борьбы с аварийностью в электроэнергетике применяются различные методы, включая регулярное техническое обслуживание оборудования, модернизацию инфраструктуры, использование современных технологий мониторинга и диагностики, а также обучение персонала [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Предупреждение аварий и быстрое реагирование на них играют ключевую роль в обеспечении стабильной работы электроэнергетических систем.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования. Надежность объекта обладает количественной характеристикой – показателями надежности. Рассмотрены показатели безотказности:

1) вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет;

2) вероятность отказа – вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданной наработки, будучи работоспособным в начальный момент времени;

3) гамма-процентная наработка до отказа – наработка, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью, выраженной в процентах;

4) средняя наработка до отказа – математическое ожидание наработки объекта до первого отказа;

5) средняя наработка на отказ – отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки;

6) интенсивность отказов – условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник;

7) параметр потока отказов – отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за достаточную матую его наработку к значению этой наработки;

8) осредненный параметр потока отказов – отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за конечную наработку к значению этой наработки.

Анализ данных явлений позволяет разрабатывать более эффективные стратегии и методы поддержания нормальной работоспособности объекта и общем надежности энергосистем.

Интенсивность отказов – условная величина, характеризующая плотность вероятности отказов. Типичная функция представлен на рисунке 1.1.

В общем виде представлена в формуле (1):

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)},$$

где $f(t)$ – плотность распределения; $P(t)$ – вероятность безотказной работы.

Во время изучения надежности особое внимание уделяется случайным событиям, которые могут произойти при определенных условиях, и для которого существует вероятность наступления. Случайная величина принимает одно значение из множества возможных результатов опыта, причем появление конкретной величины невозможно предсказать. В контексте теории надежности они могут быть дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные значения. Например, в теории надежности – время работы (время до возникновения отказа) рассматривается как случайная величина. Анализ данных явлений позволяет разрабатывать более эффективные стратегии и методы поддержания нормальной работоспособности объекта и общей надежности энергосистем.



Рисунок 1. – Типичная функция интенсивности отказов

Период приработки ($t-t_0$), представляет собой время испытания на прочность и надежность. Участок при $\lambda(t) = const$ (t_1-t_2) – период нормальной эксплуатации. Внезапные отказы в этот период, приобретают случайный и непредсказуемый характер. Период износовых при исчерпании ресурса подчеркивает важность регулярного технического обслуживания и замены деталей для поддержания надежной работы системы на протяжении всего её срока службы[2].

ВЫВОДЫ

К основным мероприятиям по снижению аварийности воздушных линий можно отнести следующее:

- 1) регулярное техническое обслуживание: проведение регулярных инспекций и технического обслуживания линий для выявления дефектов и предотвращения возможных аварий (Планово-предупредительный ремонт);
- 2) мониторинг состояния линий: использование специализированных систем мониторинга для отслеживания параметров работы линий (температура, нагрузка, вибрация и др.);

3) использование современных материалов: замена устаревших материалов на более надежные и прочные, что уменьшит вероятность возникновения повреждений;

Важно отметить, что современные технологии, такие как самонесущие изолированные провода (СИП), играют ключевую роль в обеспечении надежности электроснабжения[3]. Благодаря специальной конструкции и полимерной оболочке, они могут предотвратить нежелательные ситуации, такие как контакт птиц с токоведущими частями, что способствует снижению вероятности аварий и отключений. Также они уменьшает вероятность обрыва в следствии падения тяжелых предметов в связи с большой механической прочностью, исключает КЗ при падении веток, схлестывании проводов, а также не боится гололеда и мокрого снега, так как последний в свою очередь не задерживается на поверхности провода.

Литература

1. ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения»– М.: ЗАО «Научно исследовательский центр контроля и диагностики технических систем», 2021 – 46 с.
2. Токликшвили А. Г. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2019. – 65 с.
3. Бояринов, Е. Самонесущие изолированные провода (СИП), устройство и особенности применения / Е. Бояринов // Вестник науки. Электротехника, электронная техника, информационные технологии. – 2023. – Т. 5, № 62. – С. 1032-1034.