

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

БУТАКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Сборник статей
II Всероссийской с международным участием молодёжной конференции

13–15 декабря 2022 г.

Томск 2022

УДК 621.31(063)
ББК 31л0
Б93

Бутаковские чтения : сборник статей II Всероссийской с международным участием молодёжной конференции / под ред. А.С. Заворина ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 638 с.

Сборник посвящён теоретическим и практическим проблемам цифровой энергетики и интеллектуальным энергетическим системам, теплофизическим спектрам энергетических технологий, производству тепловой и электрической энергии, экологическим проблемам энергетики, энергетическим системам и комплексам, энергосбережению и энергоэффективности, а также новациям инженерного образования.

Представлен широкий круг исследований аспирантов, студентов и молодых учёных Томска и ряда других городов России.

УДК 621.31(063)
ББК 31л0

Редакционная коллегия

А.С. Заворин, доктор технических наук, профессор ТПУ;
А.С. Матвеев, кандидат технических наук, доцент ТПУ;
С.Г. Обухов, доктор технических наук, профессор ТПУ;
Г.В. Кузнецов, доктор физико-математических наук, профессор ТПУ;
Б.В. Лукутин, доктор технических наук, профессор ТПУ;
А.Я. Пак, кандидат технических наук, доцент ТПУ;
А.С. Гарганеев, доктор технических наук, профессор ТПУ;
В.В. Литвак, доктор технических наук, профессор ТПУ;
С.В. Лавриненко, кандидат педагогических наук, доцент ТПУ;
И.И. Шолохова, старший преподаватель ТПУ;
Л.В. Савостьянова, кандидат технических наук, ассистент ТПУ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабаев А.Г., Гаврильчева Л.Г. Соляно-ангидритовая формация верхней юры и нефтегазоносность нижележащей карбонатной толщи Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1986. – 109 с.
2. Басарыгин Ю.М. Теория и практика создания подземных хранилищ газа. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2012. – 518 с.
3. Гельдимуратов А.Г. Особенности создания подземных хранилищ газа в условиях Туркменистана. // Проблемы освоения пустынь. – 2020. – No 3-4. – С. 86-88.

Научный руководитель: д.т.н. А.Г. Гелдимуратов, доцент кафедры РЭНГМ МУНГ.

ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЯ 35 КВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Р.И. Рамазанова

Казанский государственный энергетический университет
ИЭЭ, ЭС, группа ИЭСм-1-22

С постоянным развитием и урбанизацией городов Российской Федерации, нам приходится постепенно заменять линии электропередач, которые широко используются во всех городских энергосистемах. Это связано с увеличением срока службы кабелей и их старением, износом, соответственно, увеличивается количество неисправностей и повреждений. Появляется актуальная проблема, как именно и каким способом будет более эффективно оценить рабочее состояние кабеля. Именно поэтому мы рассмотрели современный вид диагностики кабельных линий с помощью прибора CPDA-15 и CPDA-60 [1].

Благодаря программе, по которой проводится анализ, отражаются частичные разряды и электрические параметры, отражающие характеристики состояние кабеля в процессе эксплуатации. В соответствии с полученными электрическими характеристиками мы видим кривые состояния работы кабеля, по которым можем привести выводы и отчет, а также рекомендации по дальнейшей эксплуатации [1, 2].

Приборы, с которого были получены данные, относятся к марке CPDA. Его конструкция представлена на рисунке 1. Они предназначены для диагностики состояния высоковольтной изоляции кабельных линий методом регистрации частичных разрядов в кабельных линиях. В рамках этой статьи рассматривается силовой кабель АПвВнг(В)-LS 35 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Исследуемый тип кабеля широко применяется при стационарной прокладке для передачи электроэнергии в кабельных сооружениях и производственных помещениях. Изоляция из сшитого полиэтилена сечением 35 мм, количество жил – 1, рассчитанная на напряжение 35 кВ.

Классическая схема установки представлена на рисунке 2, в нее входят основные элементы: катушка индуктивности L, кабельная линия CL, высоковольтный источник HV, контактор K.



Рис. 1. Конструкция прибора CPDA-30

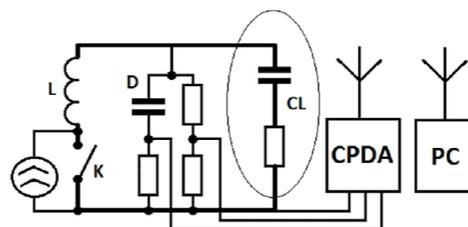


Рис.2. Схема установки

Мы рассмотрели кабельную линию АПвВнг(В)-LS были сняты по 10 единиц измерения с помощью прибора в каждой фазе (А, В, С). Далее была сформирована выборка для анализа из полученных замеров. По результатам обработки мы получили рефлектограмму на рисунке 3.

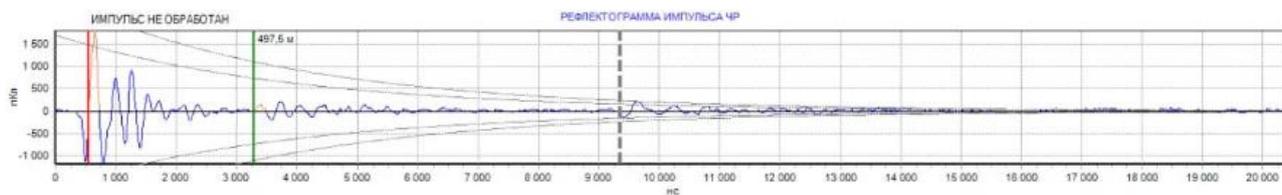


Рис. 3. Рефлектограмма импульса ЧР исследуемого кабеля

На ней хорошо можно увидеть отраженный сигнал, который говорит нам о том, что волновое сопротивление отличается от среднего параметра. А если у нас присутствуют несоответствия, то могут появляться отраженные сигналы, что в будущем могут повлиять на передачу сигналов, соответственно, вызвать потери в кабельной линии.

На рисунке 4 видно, что основная часть исследуемых импульсов частичного разряда приходится на отметку 660 метров. Значит именно в этой зоне происходит развитие скрытого дефекта. Возможно, в изоляции присутствуют пузыри газовые, увлажнение или другое.

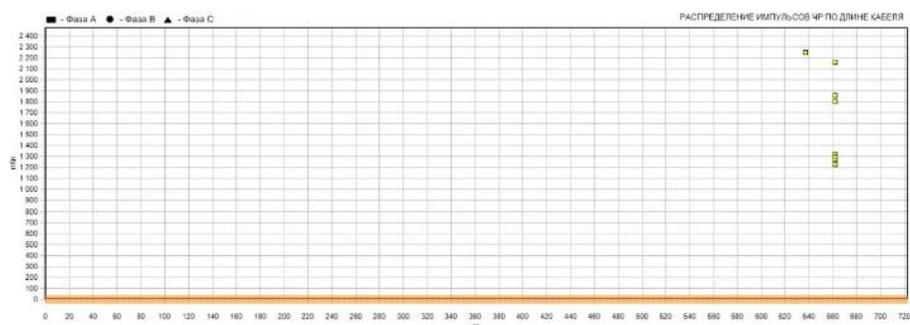


Рис. 4. Распределение импульсов ЧР по длине кабеля

Очень важно на ранних стадиях определить развитие дефекта в кабельной линии, чтобы оно не перешло в критический. Аварийный дефект в будущем может проявляться в виде дуговых и искровых разрядов [3].

Проанализировав амплитудно-фазовое распределение можно выявить, что все частичные разряды находится в диапазоне от 1200 пК до 7000 пК. Следовательно, диагностику кабельной линии следует провести не позже чем через один год. Обычно, такой дефект устраняется таким способом: вырезание поврежденной части изоляции из сшитого полиэтилена и замена его на новую [4].

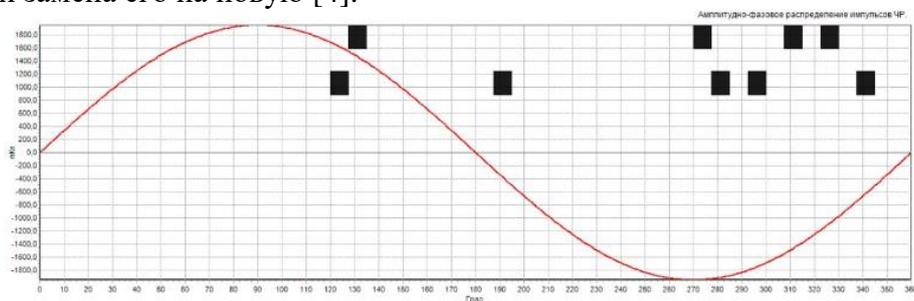


Рис. 5. Амплитудно-фазовое распределение импульсов ЧР

Обычно выделяют 5 основных типов повреждений у кабельных линий из сшитого полиэтилена:

- Внешняя изоляция. Данный тип повреждения часто возникает в результате несоблю-

дения технологии прокладки кабеля. Также может быть сильной износ и естественное старение кабеля.

- Внутренняя изоляция. Данные повреждения связаны с нарушениями правил самой эксплуатации. Или старение внутренней изоляции.
- Механические повреждения защитного экрана кабеля.
- Кабельная жила.
- Заводские дефекты кабеля при производстве [4, 5].

Метод диагностики приборами марки CPDA относится к неразрушающему методу, который нацелен на получение параметров линии, его технический характеристик. Результаты о состоянии кабеля выявляем, не повреждая его, также мы сможем сделать прогноз об оставшемся сроке службы или понять, в какой промежуток времени необходимо осуществить ремонт. Данные о состоянии высоковольтной изоляции кабельных линий получаем путем анализа графиков, где регистрируются появления частичных разрядов, возникающих под действием переменного напряжения [6, 7].

Таким образом, изучив конструкцию прибора CPDA, выявив особенности силового кабеля, проанализировав данные с помощью программы, мы смогли выявить область развития дефекта в кабеле АПВВнг(В)-LS 35 кВ и дать рекомендации по его дальнейшему обслуживанию. Убедились, что данный метод измерения частичных разрядов в КЛ является эффективным для выявления проблемных зон. Метод является неразрушающим, он не травмирует изоляцию и не сокращает ресурс кабелей и муфт.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Привалов В. В. Диагностика оборудования кабельных линий электропередач: учеб. пособие / Привалов В. В. – Изд. 1-е, – Москва : Директ-Медиа, 2015. – 60 с.
2. Неразрушающая диагностика силовых кабельных линий номинальным напряжением 6-35 кВ: сайт <http://market.elec.ru/nomer/19/diagnostics-cable> (дата обращения 17.11.2022) Текст: электронный.
3. Балашов А. И. Кабели и провода. Основы кабельной техники /А. И. Балашов – Москва: – Энергоатомиздат, 2009. – 470 с.
4. Таджибаев А. И. Оценка технического состояния кабелей и кабельных сетей: учеб. пособие / В. А. Канискин, А. А. Пушачев – Изд. 1-е – Санкт-Петербург : ПЭИПК, 2007. – 173 с.
5. «CPDA» Система контроля изоляции кабельных линий/ Руководство по эксплуатации.: сайт: URL: <https://dimrus.ru/cpda.html> (дата обращения: 16.11.2022) – Текст: электронный.
6. Нетребко С.А., Сазыкин В.Г. Техническое состояние городских кабельных линий напряжением 6–10 кВ: Материалы XV всероссийской научно-технической конференции «Пути повышения надежности, эффективности и безопасности энергетического производства». – Дивноморск, 2012. – 56 с.
7. Степанов, В.М. Методы местонахождения повреждённых участков кабельных линий напряжением 35-500 кВ / В.М. Степанов, П.А. Борисов. // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2010. – Вып.3. – Ч.5. – 94-97 с.

Научный руководитель: к.т.н. Ю. Н. Зацаринная, доцент КГЭУ.

Научное издание

БУТАКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Сборник статей

II Всероссийской с международным участием молодёжной конференции

Компьютерная верстка *Л.В. Савостьянова*

Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ