

2. Ning P. et al. A compact wireless charging system for electric vehicles //Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2013 IEEE. – IEEE, 2013. – С. 3629-3634.
3. Ронжин А.Л., Юсупов Р.М. Многомодальные интерфейсы автономных мобильных робототехнических комплексов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2015. – №. 1 (162).
4. Мотиенко А.И., Тарасов А.Г., Дорожко И.В., Басов О.О. Проактивное управление робототехническими системами спасения пострадавших // Труды СПИИРАН. 2016. № 3(46). С. 169-189.
5. Левоневский Д.К., Ватаманюк И.В., Савельев А.И. Многомодальная информационно-навигационная облачная система МИНОС для корпоративного киберфизического интеллектуального пространства // Программная инженерия. – 2017. – Т. 8. – № 3. – С. 120-128.
6. Павлюк Н.А., Бизин М.М. Конструктивные решения для антропоморфного робота АНТАРЕС // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2016. – № 9 (91). – С. 138-141.
7. Шляхов Н.Е., Ватаманюк И.В., Ронжин А.Л. Обзор методов и алгоритмов агрегации роя роботов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2017. – Т. 18. – № 1. – С. 22-29.
8. Ронжин А.Л., Ватаманюк И.В., Станкевич Л.А., Шляхов Н.Е. О способах контактного соединения группы модульных роботов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2016. – № 3(12). – С. 34-41.

МИКРОКОРОННЫЕ РАЗРЯДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ИЗОЛЯЦИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Л.Ф. Зиялтдинова, Е.М. Федосов, А.И. Раскулова

Уфимский государственный авиационный технический университет

В процессе эксплуатации высоковольтного оборудования очень часто выявляются различные технологические и конструкторские дефекты, таких как трещина, разъедание, неоднородность материалов изделия, наличия воздушных включений и т.д. Применение методов неразрушающего контроля так же способствует значительному уменьшению потерь по времени и сокращению материальных затрат при ремонте. Наиболее эффективным и новым методом выявления характерных для изоляции дефектов является метод измерения частичных разрядов, который определяет уровень микрокоронных разрядов в теле изоляции.

Частичный разряд – это искровой разряд небольшой мощности, который образуется внутри высоковольтной изоляции, или на ее поверхности. Наибольшую опасность для оборудования представляют не сами разряды, а результат их воздействия на изоляцию - периодически повторяющиеся частичные разряды разрушают высоковольтную изоляцию. Частичные разряды появляются в слабом месте оборудования под воздействием переменного напряжения и приводят к постепенному развитию дефекта и разрушению изоляции при дальней-

шей эксплуатации оборудования, эти дефекты развиваются и растут [1]. Увеличение размеров дефекта приводит к дуговому пробое всего изоляционного промежутка. ЧР возникают в области локальных дефектов, т. е. в местах, где изоляция ослаблена.

Метод отличается от ранее известных методов отсутствием разрушающего воздействия на изоляцию, так как подводимое к кабелю напряжение не превышает амплитуды номинального. Для оценки состояния изоляции и определения параметров ЧР, таких как повторения число ЧР можно воспользоваться схемой замещения изоляции, в которой происходят ЧР, показанной на рис. 1 [2].

Воздушные включения могут располагаться хаотично. Рассмотрим участок кабельной линии, где имеются газовые включения. Механизм образования и развитие ЧР рассмотрим при помощи схемы замещения изоляционного промежутка с включением (рис. 1).

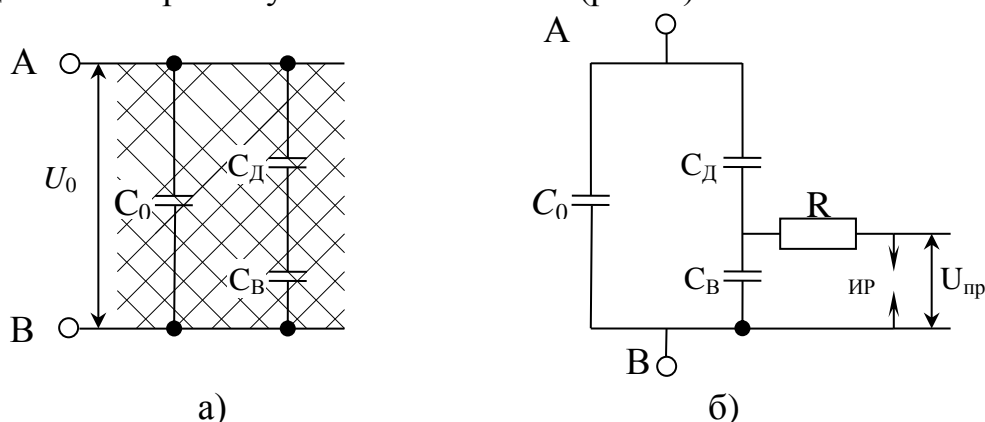


Рис. 1. Схема изоляции с воздушным включением (а) и схема замещения при ЧР (б). C_0 – емкость участка диэлектрика без включения C_B – емкость включения, C_D – емкость неповрежденного участка диэлектрика, включенного последовательно с газовым включением, ИР – разрядник, имитирующий пробой газового промежутка, R – сопротивление канала разряда, в котором рассеивается энергия разряда.

Напряжение воздействующее на включения будет иметь вид:

$$U_B = C_X \cdot U, \quad (1)$$

где U – приложенное переменное напряжение,

C_X – эквивалентная емкость изоляционного промежутка.

После достижения на включении определенного напряжения U_B произойдет разряд, и процесс ЧР будет повторяться, пока напряжение на включении не станет меньше U_B . Затем напряжение будет изменяться согласно напряжению, которое подается на включение [2]. Таким образом, процесс ЧР стабилизируется, и тогда получим следующую диаграмму (рис. 2).

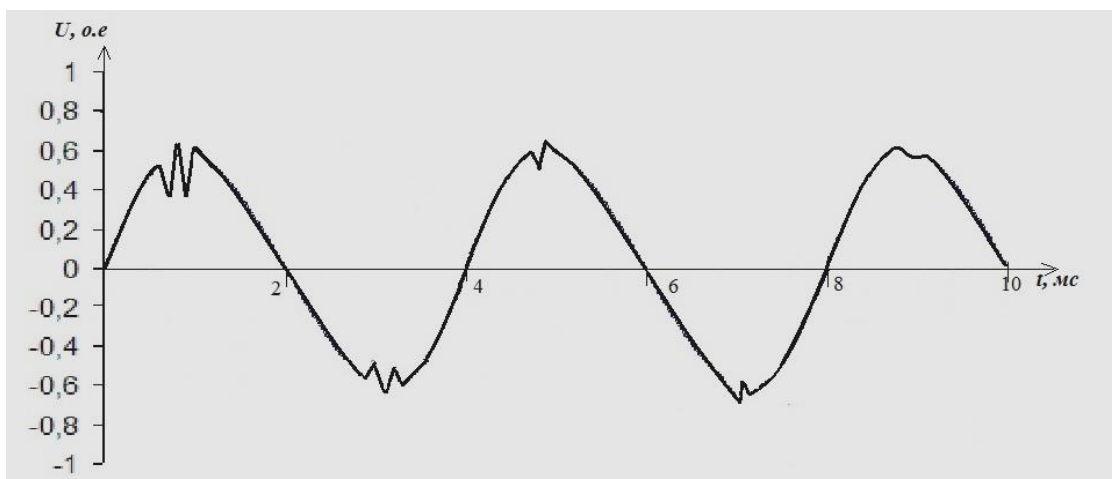


Рис. 2. Диаграмма стабилизирующегося напряжения на включении

В таблице 1 приведены нормированные параметры ЧР для определения технического состояния кабельной линии с изоляцией из сшитого полиэтилена напряжением 6-10 кВ, полученные в течение 10 лет ООО «Тест» (г.Пермь) [3]. Напряжение возникновения оказывает наиболее разрушающее действие при частых и наименьших значениях.

Табл. 1.

№	Диагностический параметр	Заключение о возможности эксплуатации			
		в течение 5 лет	в течение 1 года	Ремонт в течение 1 года	не подлежит
1	Уровень ЧР (Q), пКл	1 200	1200-5000	5000-10500	>10 500
2	Число ЧР (N), с ⁻¹	0,066	0,066-0,23	0,23-0,7	>0,7
3	Напряжение возникновения ЧР, кВ	14	8 – 14	5-8	< 5

Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования могут осуществляться на основании результатов технического диагностирования. Метод диагностики по частичным разрядам позволяет на ранней стадии определить процесс развития пробоя изоляции высоковольтного оборудования, что исключает аварийные ситуации на предприятиях и дает возможность в плановом порядке производить его ремонт [4].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ф.Р. Кувандыков, Е.М. Федосов, Ф.Р. Исмагилов. Методы селекции сигналов частичных разрядов в силовых кабельных линиях. Электротехнические комплексы и системы. / Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, УГАТУ 2015. – с. 11-14
2. Федосов Е.М. Частичные разряды в элементах электротехнических комплексов: диссертация кандидата технических наук: 05.09.03. — Уфа, 2009. — 136 с.

3. Вдовико В.П., Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования., Новосибирск: Наука, 155 с., (2007).
4. E. Gockenbach and W. Hauschild. "The selection of the frequency range for HV on-site testing of extruded insulation cable systems," IEEE Electr. Insul. Mag., vol. 16. no. 6. pp. 11-16. 2000.

Научный руководитель: Е.М. Федосов, к.т.н., доцент УГАТУ.