

Шелуденко Анна Сергеевна, старший лаборант кафедры информатики Кировоградского государственного педагогического университета имени В. Винниченко, г. Кировоград, Украина

Филер Залмен Ефимович, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики, статистики и экономики Кировоградского государственного педагогического университета имени В. Винниченко, г. Кировоград, Украина

УДК 621.3.049.77

ИССЛЕДОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ РАЗРЯДА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Шинтар А.В., Савостеев Ю.И., Пискун Г.А., Алексеев В.Ф.

DOI: 10.12737/15165

Аннотация. Изучен процесс возникновения и распространения разрядов статического электричества в газовой среде, а также представлена классификация основных его типов.

Ключевые слова: электростатический разряд (ЭСР), плазменный канал, электрод.

Одна из наиболее актуальных проблем электроники является воздействие ЭСР на аппаратуру различного назначения. Это обусловлено, в первую очередь тем, что современное оборудование построено на базе быстродействующих интегральных схем, которые весьма чувствительны к деструктивному влиянию разрядов статического электричества. При этом в последнее время особое внимание уделяется проблеме защиты информации, которая повреждается в результате непреднамеренного или умышленного воздействия ЭСР [1 – 4].

Возникновение электростатических зарядов обусловлено чаще всего природой статической электризации, которая охватывает все процессы, ведущие к образованию и разделению положительных и отрицательных электрических зарядов в результате механической деформации, имеющей место при столкновении или контакте поверхностей двух твердых тел, поверхностей твердого тела и жидкости, а также при разрыве или отделении поверхностей

твердых тел или жидкости газами или каким-либо другим агентом, в частности, ионизированными газами. Данные заряды, накапливаясь в определенной электрической емкости, создают электрический потенциал, который в ряде случаев можно регулировать с помощью специализированных технических средств или специальных мероприятий. Однако в большинстве случаев имеет место возникновение ЭСР, который, в свою очередь, приводит к образованию электромагнитных помех (в случае распространения разряда в газовой среде) или неравномерному распределению градиентов температур (в случае протекания разрядного импульса в системе токоведущих элементов).

Форма импульса разрядного тока представлена на рисунке 1 [4].

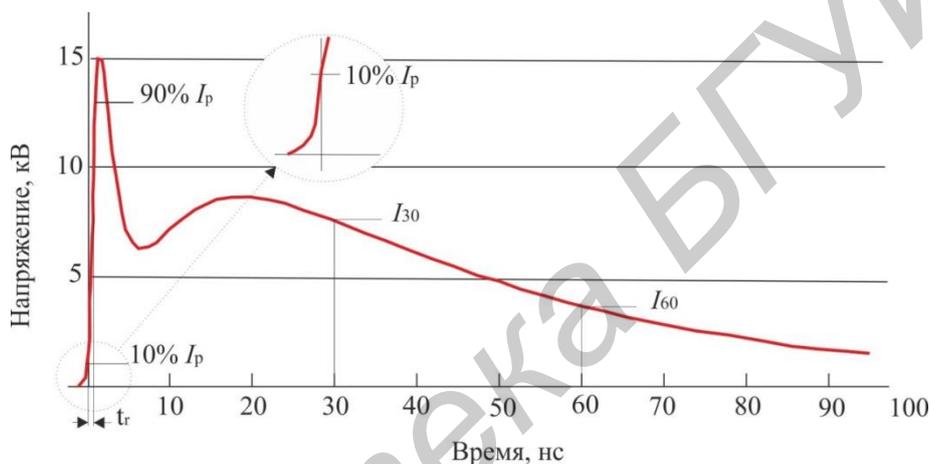


Рисунок 1 – График зависимости разрядного тока от времени, полученного с испытательного генератора, имитирующего разряд статического электричества с тела человека

Электростатические разряды обычно делятся на три типа: коронные, искровые и кистевые (рисунок 2).

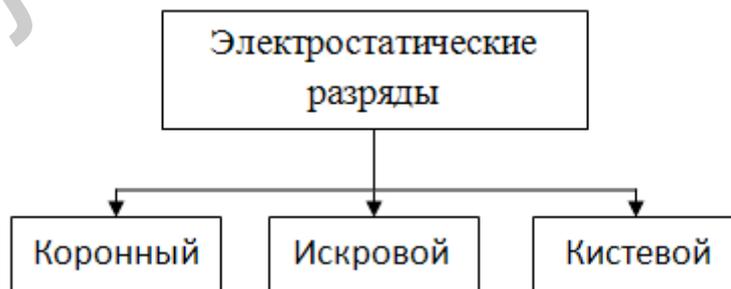


Рисунок 2 – Классификация электростатических разрядов по типу распространения в газовой среде

Рассмотрим данные типы более подробно.

Коронный разряд наблюдается, когда электрод, имеющий острые выступы, находится под высоким напряжением, а второй электрод заземлен. Плотность силовых линий электрического поля перед заостренной частью электрода очень велика, и в этой локальной области напряженность этого поля может превысить пробивную напряженность воздуха [4].

На практике принято считать, что коронный разряд не происходит, если напряжение между заряженным и заземленным электродами не превышает определенного порогового уровня. Это напряжение зависит от остроты наконечника одного из электродов, а при использовании в качестве электрода провода – от его диаметра. Чем острее наконечник и тоньше провод, тем ниже пороговое напряжение. Нижняя граница напряжения может определяться неидеальной формой острия наконечника, связанной с микроструктурой материала, а также тем обстоятельством, что по мере протекания электрических разрядов острие наконечника закругляется. Принимается, что в случае заостренного наконечника это 3 кВ, а в случае провода – несколько выше [4].

Искровой разряд может происходить между двумя округлыми металлическими электродами. В этом случае электрическое поле достаточно однородное. Электроды должны иметь различные потенциалы. Обычно один из них заземлен.

Разряд начинается в окрестностях точки, где напряженность превышает напряженность поля пробоя. В отличие от коронного разряда при искровом разряде ионизации газа между этими двумя электродами происходит полностью, и плазменный канал распространяется от одного электрода до другого.

Если электроды соединены с источником напряжения, разряд может превратиться в непрерывную дугу. В обычном случае, когда разряжается заряд статического электричества, он быстро стекает по плазменному каналу (искры), и разряд тут же прекращается. Искровой разряд от изолированного проводника очень быстро рассеивает энергию в небольшой области разряда.

Разновидность разряда, средняя между коронным и искровым, это *кистевой разряд*, и он может происходить, например, между заряженным

материалом и заземленным электродом с радиусом кривизны в несколько миллиметров [4].

Список литературы

1. Пискун, Г.А. Контроль функционирования микроконтроллеров при воздействии электростатического разряда / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев // Доклады БГУИР. 2012. № 6 (68). С. 12–18.

2. Алексеев, В.Ф. Влияние разрядов статического электричества на программное обеспечение, инсталлированное во встроенную flash-память микроконтроллеров / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун // Радиоэлектроника и информатика. 2012. № 3 (58). С. 8–12.

3. Пискун, Г.А. Планирование эксперимента по выявлению изменений в программном обеспечении микроконтроллеров с flash-памятью при воздействии электростатического разряда / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев // Известия Гомельского государственного университета имени Ф.Скорины. Естественные науки. 2013. № 6 (81). С. 139–146.

4. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. М.: Изд. дом «Технологии», 2005. 352 с.

Шинтар Андрей Владимирович, магистрант факультета компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Савостеев Юрий Игоревич, студент 4-го курса факультета компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научные руководители:

Пискун Геннадий Адамович, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Алексеев Виктор Федорович, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь