

Посредством изменения коэффициентов b_1 – b_4 имеется возможность получения ВАХ, соответствующей реальному варистору, и ее оперативного изменения для моделирования процессов изменения характеристики нелинейного элемента вследствие старения и т.д.

Результат моделирования существующих двухступенчатых схем грозозащиты показал, что они не позволяют снизить перенапряжение до приемлемого уровня. При этом установлено, что основную роль в снижении уровня перенапряжения на нагрузке играют соотношения сопротивления источника помехи и эквивалентного сопротивления, сработавших элементов защиты и сопротивления нагрузки. Так как сопротивление защищаемого объекта сопоставимо, а иногда и ниже сопротивления элементов защиты, то через защищаемый объект протекает большой ток и выделяется значительная энергия. Это требует дальнейшего совершенствования схем грозозащиты.

Таким образом, применение разработанных моделей элементов защиты от перенапряжений позволяет моделировать схемы грозозащиты с достаточной достоверностью. При этом имеются возможности оперативного изменения параметров элементов и получения значений результатов измерений величин других параметров, которые достаточно сложно получить при реальных испытаниях.

УДК 656.25

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЙ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ

К. А. БОЧКОВ,

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Д. В. КОМНАТНЫЙ

Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

В лаборатории «Безопасность и ЭМС» НИИЖТа при Белорусском государственном университете транспорта накоплен обширный материал по результатам испытаний различного оборудования СЖАТ на электромагнитную совместимость. При проведении испытаний неоднократно отмечалось, что аппаратура СЖАТ выдерживала все испытательные воздействия, предусмотренные РД РБ БЧ 19.055-99, кроме испытания на устойчивость к электростатическому разряду (ЭСР). Из обсуждений на различных форумах специалистов по ЭМС известно, что такие же случаи наблюдались и в других исследовательских организациях. Но, несмотря на это, данному обстоятельству не уделено достаточного внимания в капитальных работах по ЭМС Э. Хабигера, А. И. Шваба, Л. Н. Кечиева и Е. Д. Пожидаева, Т. Уильямса и др. Поэтому в настоящем докладе выполнен сравнительный анализ испытаний на воздействие электромагнитных помех, предусмотренных стандартами РБ, ПМГ, МЭК и EN. Проведенные исследования показали следующее.

Стандартами предусмотрено значительное число испытаний на устойчивость к кондуктивным помехам, к которым относятся: пачки наносекундных импульсов, микросекундные импульсы, динамические изменения напряжения питания, коммутационные помехи, паразитные гармоники, нелинейные искажения и перекрестная модуляция, колебания частоты сети, помехи от источников постоянного напряжения и др.

Среди некондуктивных помех широко проводятся испытания на устойчивость к магнитным полям промышленной частоты и радиопомехам. Магнитные поля промышленной частоты содержат гармоники сравнительно низких частот, пропорциональных промышленной частоте 50 Гц. Кроме того, исследования С. М. Аполлонского показывают, что высшие гармоники магнитного поля промышленных источников резко убывают в пространстве по закону $\sim 1/r^{n+1}$. Радиопомехи имеют широкий спектр, но сравнительно малую мощность, что делает их опасными, главным образом, для радиоканалов железнодорожной автоматики и связи.

Испытания на устойчивость к ЭСР занимают, как показывает анализ, особое место. По ГОСТ Р 513 17.4.2-2001 импульсы испытательного генератора производятся в места неоднородностей на корпусе. Эти неоднородности являются паразитными излучающими антеннами, которые создают внутри корпуса помеховые поля различной природы: электрические, магнитные и электромагнит-

ные. Эти поля имеют и очень широкий спектр, обеспечивающий высокую проникающую способность, и достаточную мощность. Мощность помех определяется импульсом испытательного генератора, который имеет по ГОСТ сравнительно высокую амплитуду, порядка киловольт.

Отсюда видно, что испытания на устойчивость к ЭСР охватывают паразитные каналы проникновения помех, не выявляемые другими существующими испытаниями на воздействие помех. Каналы подвергаются воздействию достаточно мощных импульсов электромагнитного поля с значительной шириной спектра. Эти особенности, по-видимому, и объясняют случаи, когда испытываемое оборудование ЖАТ проходит все испытания, кроме воздействия ЭСР.

Кроме этого, в реальной ЭМО неоднородности корпуса возбуждаются внешними электромагнитными полями и переизлучают их во внутренний объем устройства ЖАТ, снижая тем самым эффективность экранирования. При проведении испытаний на устойчивость к ЭСР неоднородности возбуждаются более мощным непосредственным воздействием генератора. Поэтому излучение неоднородности при испытаниях, в общем случае, сильнее, чем ее паразитное излучение при работе в реальной ЭМО. Тогда по испытаниям на устойчивость ТС ЖАТ к ЭСР можно косвенно судить и об устойчивости того же средства к электромагнитным некондуктивным помехам различной природы, существующим в ЭМО этого средства на месте эксплуатации.

В настоящее время в ЭМО могут оказаться компоненты, преднамеренно созданные с вредоносными целями. Опыт разработки средств радиоэлектронной борьбы показывает, что преднамеренно созданные помехи являются в значительном числе случаев некондуктивными. Они также проникают в рецепторы помех через переизлучение электромагнитных волн неоднородностями корпуса. Следовательно, испытания на устойчивость к ЭСР дают возможность приближенно оценить устойчивость микроэлектронной и микропроцессорной аппаратуры к электромагнитным импульсам преднамеренных помех. Эта проблематика в настоящее время усиленно разрабатывается в связи с резким ростом экстремизма в мире и сопряженной с этим, опасностью «электронного терроризма». Поэтому допустим вывод, что исследования воздействия ЭСР на микроэлектронные технические средства, в том числе средства систем обеспечения безопасности движения поездов, остаются актуальными и полезными для решения сложных проблем электромагнитной совместимости и электромагнитной безопасности указанных систем. Эти исследования должны принести пользу при разработке и внедрении современных систем железнодорожной автоматики, так как необходимо уже на этих этапах обеспечивать высокую надежность и безопасность. Также требуется принимать такие конструкторские и схемотехнические решения, которые обеспечивали бы как можно более быстрое прохождение обязательной сертификации аппаратуры систем обеспечения безопасности движения поездов, исключили бы возврат ее на доработку с последующими повторными испытаниями. В этом случае, как показывает практика ведущих мировых производителей, существенно возрастает экономическая эффективность разработки и внедрения новой техники.

УДК 656.25-92

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОТКАЗНОСТИ СТРУКТУР СОВРЕМЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЙ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

*К. А. БОЧКОВ, С. Н. ХАРЛАП, Д. Н. ШЕВЧЕНКО, А. В. ЛОГВИНЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Важнейшей характеристикой микропроцессорной централизации стрелок и сигналов (МПЦ), наряду с возможностью безопасного выполнения заданных функций, является надежность ее функционирования. Поэтому анализ надежности (в частности безотказности) систем МПЦ является одним из наиболее важных этапов разработки, сертификации и внедрения. Потребность Белорусской железной дороги в современных системах МПЦ ставит задачу выбора наиболее перспективной системы для широкого внедрения. Одной из важнейших характеристик, определяющей данный выбор является безотказность системы, которая определяется выбранной структурой, технологией резервирования и обслуживания.