

УДК 621.396

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Боровко А.И., Гончаров Ф.Н., Михолап Е.Н., Курлович В.О.
Научный руководитель – Булойчик Е.В.

Под электромагнитной совместимостью любого электрического устройства подразумевается его способность нормально функционировать совместно с другими электротехническими системами, например с установками высокого напряжения в условиях возможного влияния случайных электромагнитных помех, не создавая при этом недопустимых помех другими средствами.

Уровень совместимости – установленное значение помехи, при которой с наибольшей вероятностью гарантируется нормальное взаимодействие всех элементов системы. Он служит, с одной стороны, в качестве основы при формулировке требований по помехоустойчивости и, с другой стороны, исходным пунктом для установления допустимого уровня излучения помех, вводимых в эксплуатацию устройств. Установление уровня совместимости осуществляется в соответствии с существующим или ожидаемым видом и значением помех и с возможным изменением электромагнитной обстановки объектом на стадии его проектирования с учётом технико-экономических аспектов.

Помехоустойчивость – свойство чувствительного элемента нормально работать при воздействии помехи. Количественно помехоустойчивость рассматриваемого объекта задаётся в виде допустимого воздействия в форме амплитуды импульса напряжения, напряжённости поля, граничной энергии и т. д. Если при воздействии, превышающем предел помехоустойчивости, не происходит разрушение объекта, то наблюдается обратимое нарушение функционирования. После исчезновения помехи рассматриваемое устройство может работать нормально, ему не требуется ремонт или замена деталей или группы элементов.

Электромагнитная совместимость изделия наиболее эффективно достигается с учетом эксплуатационных и экономических условий путем планомерной и непрерывной работы на стадии проектирования системы.

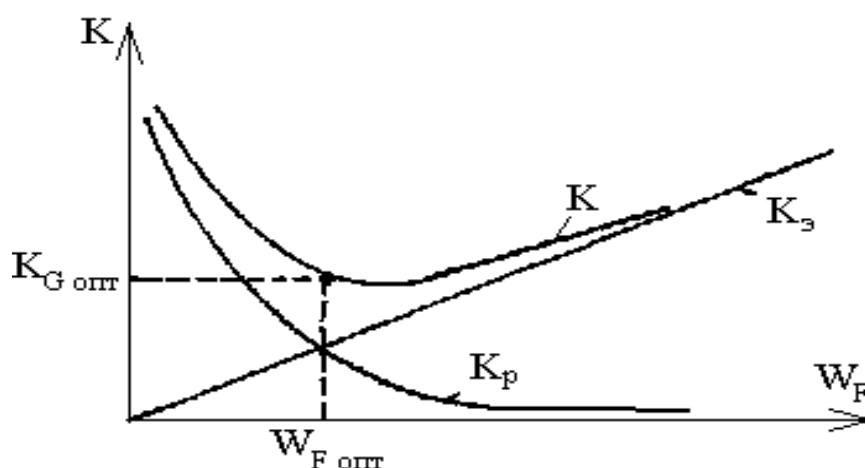


Рис. 1. Зависимость эксплуатационных $Kэ$ и капитальных затрат $Kп$, связанных с ЭМС

На рисунке по оси абсцисс отложена WF – вероятность нарушения функционирования системы вследствие недостаточной электромагнитной совместимости.

Однако практически трудно определить зависимость $KЭ(WF)$ и $KР(WF)$. Практически затраты, обусловленные обеспечением электромагнитной совместимости, составляют от 2 до 10 % стоимости разработки, и эти цифры могут быть приняты в качестве первого приближения оптимальной стоимости затрат.

Характерными источниками электромагнитных воздействий на электрических станциях и подстанциях являются:

- переходные процессы в цепях высокого напряжения при коммутациях силовыми выключателями и разъединителями;
- переходные процессы в цепях высокого напряжения при коротких замыканиях, срабатывание разрядников или ограничителей перенапряжений;
- электромагнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием станций и подстанций;
- переходные процессы в заземляющих устройствах подстанций, обусловленные токами КЗ промышленной частоты и токами молний;
- переходные процессы при коммутациях в индуктивных цепях низкого напряжения;
- переходные процессы в цепях различных классов напряжения при ударах молний непосредственно в объект или вблизи него;
- разряды статического электричества.

По сведениям метеорологов ежесекундно на Земле происходит приблизительно 100 разрядов молний. В Европе в среднем число грозовых дней в году составляет от 15 до 35, а число ударов молний, приходящихся на 1 км² площади, за такой же период – от 1 до 5.

Энергия канала разряда, составляющая примерно 105 Дж/м, оказывает акустическое, термическое, световое и электромагнитное воздействие на окружающую среду.

Несмотря на то что прямой ущерб от молний снижается, косвенный ущерб от воздействия молний на электронные средства в индустрии и сфере обслуживания резко возрастает.

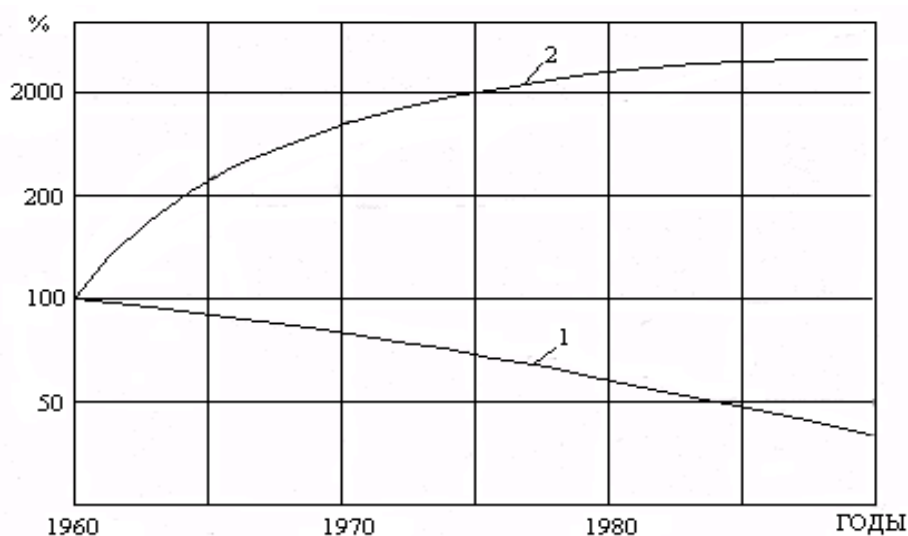


Рис. 2. Ущерб, вызванный разрядами молний: 1 – прямой; 2 – косвенный

С точки зрения электромагнитной совместимости, интерес представляет то обстоятельство, что при ударе молнии в заземляющее устройство его потенциал относительно электрически удаленных точек земли может повыситься до миллиона вольт, и в контурах, образованных сигнальными кабелями и проводами, линиями электропередач, могут в зависимости от размеров контуров и расстояний до места удара молнии, индуцироваться напряжения от нескольких десятков вольт до сотен киловольт. При достижении подстанции перенапряжения ограничиваются либо электрической прочностью изоляции, либо установленными разрядниками.

Таблица 1. Значения напряжений, возникающих за счет трения на различных телах

Причины возникновения	Напряжение, В
Человек, идущий по полу линолеума	200–9000
Извлечение микросхемы из пластикового пакета	до 20000
Извлечение микросхемы из пенопластовой тары	до 11000
Человек, идущий по нейлоновому ковру	10000–5000
Человек, работающий за верстаком	100–3000

Основными методами предотвращения вредного воздействия электростатических разрядов являются предотвращение и ограничение накопления зарядов, отвод или нейтрализация паразитных зарядов, сведение к минимуму полевых и разрядных эффектов.

Аварийные режимы работы оборудования на электростанциях и подстанциях оказывают существенное влияние на электромагнитную обстановку.

Анализ повреждений и неправильной работы устройств РЗА, входящих в состав электротехнических объектов, показал что, 10–15 % из них обусловлены неблагоприятной электромагнитной обстановкой на энергообъектах.