

Проведен анализ нормативных документов в сфере ЭМС, рассмотрена взаимосвязь показателей ЭМС с параметрами качества электрической энергии

УДК 621.396

А.И. Колбасин, к.т.н., доц.

В.П. Михайлов,

И.Г. Натарова

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Введение. Требование электромагнитной совместимости (ЭМС) подразумевает взаимную работу электронного оборудования и его компонентов без их негативного влияния друг на друга. Особенно важно выполнение требований электромагнитной совместимости в электроэнергетике, так как в современных условиях резко увеличилось количество потребителей с нелинейным и нестационарным характером нагрузки, а кроме того, широкое использование электронных компонентов в силовой электронике приводит к его большей чувствительности к наличию помех. Положение усугубляется особенностями электроэнергетических сетей и систем, которые приводят к сильной взаимосвязи (в электрическом смысле) отдельных их частей, что приводит к распространению помех и искажений на все элементы системы.

Цель работы: провести анализ нормативных документов в сфере ЭМС с точки зрения обеспечения качества электрической энергии и оценки степени устойчивости оборудования к ухудшению качества электрической энергии.

Основная часть. Целью ЭМС является обеспечение нормальной работы различного оборудования, без их негативного влияния друг на друга. Это обеспечивается, с одной стороны, тем, что применяемые узлы и элементы не вносят искажения и помехи в питающую сеть, а с другой – малочувствительны к отклонениям параметров питающей сети от номинальных значений.

Одним из условий обеспечения ЭМС является разработка и использование стандартов, устанавливающих требования как к электромагнитной среде, в которой работает оборудование, так и к оборудованию, потенциально являющемуся источником нежелательного электромагнитного воздействия.

Стандарты, посвященные вопросам электромагнитной совместимости (ЭМС) можно разделить на три класса:

1. Фундаментальные публикации по ЭМС представляют собой всесторонний набор основополагающих стандартов и технических отчетов, которые охватывают все общие аспекты проблемы. Они относятся к описаниям электромагнитной обстановки, методам измерений, методикам испытаний и т.п.

2. Вторая категория охватывает стандарты, которые применимы к продукции, предназначенной к использованию в специфической окружающей среде. Они известны как общие стандарты по ЭМС.

3. Стандарты по ЭМС для продукции могут использоваться для конкретных видов продукции, например, к электроизмерительным приборам и печатным схемам. Они могут также применяться к группе изделий, которые имеют общие основные характеристики, например, к медицинским устройствам, оборудованию для информационных технологий и низковольтному оборудованию для бытовых нужд. В этом случае такие публикации известны как стандарты по ЭМС для семейств типовых продукции.

Для целей сертификации по ЭМС Международная Электротехническая Комиссия (IEC) различает четыре категории продукции:

1) компоненты - изделия, не имеющие самостоятельного конечного назначения, но которые предназначены для использования в составе аппаратов, например, конденсаторы, трансформаторы или монтажные платы;

2) аппараты – законченные готовые изделия с конкретной функцией и готовые к использованию, например, бытовая техника, медицинское оборудование, инструменты или выключатели;

3) системы – они представляют собой комбинации аппаратов и/или компонентов, составляющих единую функциональную единицу, и предназначенные для выполнения определенной задачи. В качестве примера можно привести компьютерную систему, включающую в себя центральный процессор, монитор, клавиатуру, мышь, принтер и т.д.;

4) установки – это комбинации компонентов, аппаратов и систем, смонтированных или установленных в определенном месте, например, промышленные заводы, электрические подстанции или системы телеуправления, охватывающие обширные районы.

Вопросы электромагнитной совместимости отражены в системе стандартов Международной Электротехнической Комиссии серии 61000, состоящей из следующих частей:

- часть 1 содержит общие соображения (введение, фундаментальные принципы), определения и терминологию;

- часть 2 дает описание и классификацию электромагнитной обстановки, включая уровни совместимости;

- часть 3 представляет нормы помехоэмиссии и помехоустойчивости, кроме тех случаев, которые относятся к сфере деятельности комитетов по продукции;

- часть 4 описывает методы испытаний и измерений;

- часть 5 содержит руководства по установке, а также по методам и устройствам помехоподавления;

- часть 6 содержит общие стандарты.

Схематически взаимосвязь стандартов, регламентирующих электромагнитную совместимость и ее составные части: эмиссию и устойчивость, отражена на рисунке 1.

Среди физических явлений, которые влияют на электромагнитную совместимость, выделяют:

- а) явления, связанные с электрическими, магнитными и электромагнитными полями;

- б) кондуктивные явления;

- в) явления, связанные с электростатическим разрядом.

На качество электрической энергии, конечно же, могут влиять (прямо или опосредовано) все перечисленные составляющие. Например, переменные магнитные поля могут возбуждать в проводях, кабелях электродвижущую силу, которая тем или иным образом будет влиять на напряжение в питающей сети.

Однако, непосредственно с качеством электрической энергии связаны кондуктивные явления, среди которых выделяют:

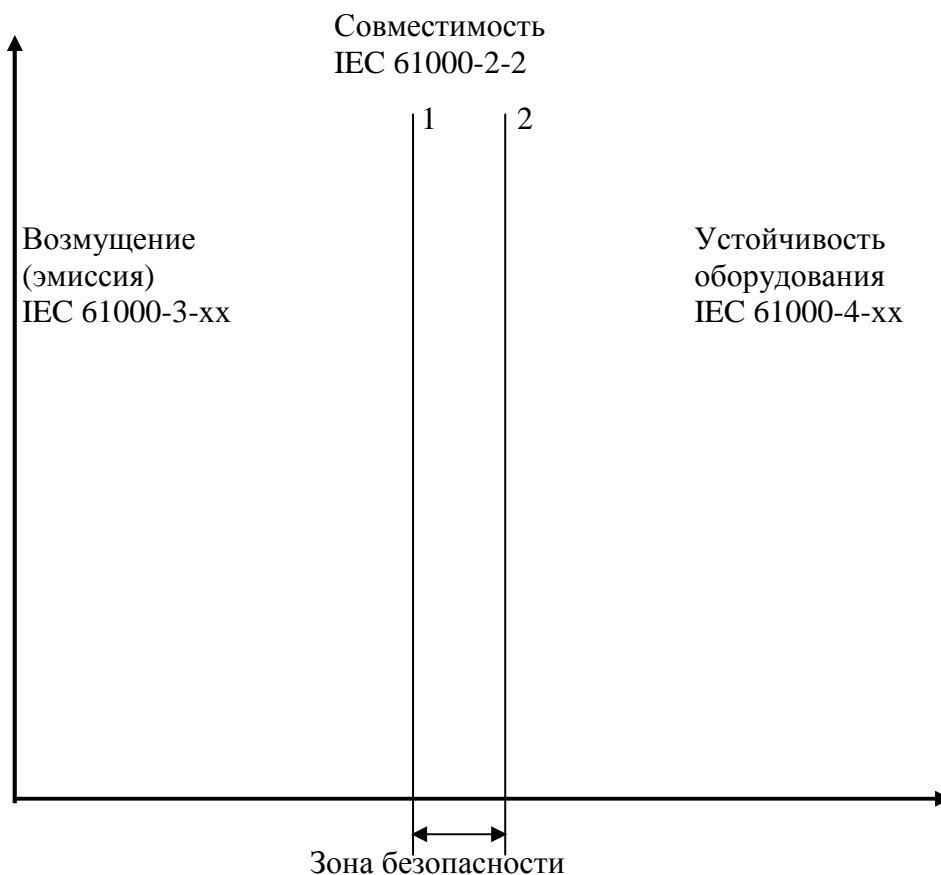
1) низкочастотные явления (частоты до 9 кГц включительно):

- медленные изменения питающего напряжения;
- гармоники и интергармоники;
- передача сигналов управления и сигнализации по питающей сети;
- флуктуации напряжения;
- провалы и прерывания напряжения;
- несимметрия напряжения;
- изменения частоты в сети питания;
- индуцированные низкочастотные напряжения;
- постоянный ток и/или напряжение в сети питания переменного тока;

2) высокочастотные явления (частоты выше 9 кГц):

- индуцированные непрерывные напряжения или токи;
- однонаправленные переходные процессы;
- колебательные переходные процессы

Вероятность



- 1- нормы эмиссии,
- 2- минимальный уровень устойчивости

Рисунок 1 – Совместимость, эмиссия, чувствительность.

Среди стандартов группы 61000-2-xx можно выделить:

| | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEC 61000-2-1 | Описание среды. Электромагнитная среда для низкочастотных кондуктивных возмущений и сигналов сигнализации и управления в коммунальных системах электроснабжения; |
| IEC 61000-2-2 | Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных возмущений и сигналов сигнализации и управления в коммунальных системах электроснабжения; |
| IEC 61000-2-4 | Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных возмущений на промышленных предприятиях; |
| IEC 61000-2-5 | Классификация электромагнитных сред; |
| IEC 61000-2-6 | Руководство по оценке уровней эмиссии низкочастотных кондуктивных возмущений в сетях питания промышленных предприятий; |
| IEC 61000-2-8 | Провалы напряжения, кратковременные прерывания и статистические измерения; |
| IEC 61000-2-12 | Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных возмущений и сигналов сигнализации и управления в коммунальных системах электроснабжения среднего напряжения. |

Стандарты, регламентирующие эмиссию:

| | |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEC 61000-3-2 | Нормы эмиссии гармоник тока при потребляемом токе до 16 А на фазу; |
| IEC 61000-3-3 | Ограничение изменений напряжения, флуктуаций напряжения и фликера в коммунальных системах электроснабжения низкого напряжения при потребляемом токе до 16 А на фазу; |
| IEC 61000-3-4 | Ограничение эмиссии гармоник тока в коммунальных системах электроснабжения низкого напряжения при потребляемом токе свыше 16 А; |
| IEC 61000-3-5 | Ограничение изменений напряжения, флуктуаций напряжения и фликера в коммунальных системах электроснабжения низкого напряжения при потребляемом токе до 16 А на фазу; |
| IEC 61000-3-6 | Оценка пределов эмиссии искажающих нагрузок в системах электроснабжения среднего и высокого напряжения; |
| IEC 61000-3-7 | Оценка пределов эмиссии флуктуирующих нагрузок в системах электроснабжения среднего и высокого напряжения; |
| IEC 61000-3-8 | Сигнализация и управления в электроустановках низкого напряжения - уровни эмиссии, полосы частот и уровни электромагнитных возмущений; |
| IEC 61000-3-11 | Ограничение изменений напряжения, флуктуаций напряжения и фликера в коммунальных системах электроснабжения низкого напряжения при потребляемом токе до 75 А. |

Для целей испытаний и измерений служат такие стандарты:

| | |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEC 61000-4-1 | Обзор стандартов серии 61000-4; |
| IEC 61000-4-4 | Испытание на устойчивость к быстрому переходному процессу/ пачке импульсов (наносекундным импульсным помехам); |
| IEC 61000-4-5 | Испытание на устойчивость к выбросу (микросекундным импульсным помехам); |
| IEC 61000-4-7 | Общее руководство по измерениям гармоник и интергармоник, а также по применяемому для этого оборудованию; |
| IEC 61000-4-11 | Испытания на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения; |
| IEC 61000-4-12 | Испытание на устойчивость к колебательным (затухающим) помехам; |
| IEC 61000-4-13 | Испытания на устойчивость к гармоникам и интергармоникам электропитания, включая передачу сигналов по электрическим сетям; |
| IEC 61000-4-14 | Испытание на устойчивость к колебаниям напряжения; |
| IEC 61000-4-15 | Фликерметр – функциональные требования и технические нормы на проектирование; |
| IEC 61000-4-27 | Испытание на устойчивость к несимметрии; |
| IEC 61000-4-28 | Испытание на устойчивость к изменениям частоты питающего напряжения; |
| IEC 61000-4-30 | Методы измерения качества электроэнергии. |

Анализ показывает, что для решения измерительных задач, указанных в упомянутых стандартах, необходимы две разновидности средств измерительной техники (СИТ):

1) средства измерений, позволяющие определять показатели, характеризующие наличие нежелательных возмущений в питающей сети;

2) генераторы (калибраторы), с помощью которых можно имитировать наличие тех или иных возмущений в сети питания, причем эти возмущения должны иметь заданные (с определенной точностью) значения.

Большое разнообразие возмущающих факторов, а также их характеристик не позволяет ограничиться небольшой номенклатурой СИТ. Однако, многие измерительные задачи могут быть решены с помощью анализаторов качества электроэнергии, поскольку они позволяют измерять следующие параметры напряжения:

- установившееся отклонение напряжения;
- размах изменения напряжения;
- доза фликера;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- отклонение частоты;
- длительность и глубина провала напряжения;
- длительность и коэффициент временного перенапряжения.

Кроме того, некоторые современные анализаторы качества позволяют измерять аналогичные параметры тока, а также регистрировать относительно быстрые переходные процессы.

Выводы.

Проведенный анализ показал, что достаточно большое количество задач электромагнитной совместимости относится к показателям качества электрической энергии. Это позволяет использовать анализаторы качества электроэнергии при проведении измерений и испытаний, связанных с определением электромагнитной совместимости.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

О.І. Колбасін, В.П. Михайлов, І.Г. Натарова

Проведено аналіз нормативних документів у сфері ЕМС, розглянуто взаємозв'язок показників ЕМС з параметрами якості електричної енергії.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND POWER QUALITY

A.I. Kolbasin, V.P. Mikhailov, I.G. Natarova

The analysis of normative documents in sphere EMC is carried out, the interconnection of parameters EMC with power quality parameters is considered.