

УДК 621.321

Электромагнитная совместимость устройств в электрических сетях

Криксин П.В.

Научный руководитель – ФУРСАНОВ М.И., д.т.н., профессор

Необходимость осуществления качественного и бесперебойного электроснабжения вынуждает электротехников искать новые пути в совершенствовании процесса генерации, передачи, распределении и потреблении электроэнергии. Одним из значительных достижений в этой области является применение автоматических и автоматизированных систем технологического управления (далее – АСТУ). Устройства АСТУ участвуют во всех стадиях электроэнергетического процесса и играют важнейшую роль в обеспечении надежного и качественного электроснабжения, к таким устройствам относят системы РЗА, АСДУ, АРН, АРЧМ, ПА, АСУТП и другие.

Ранее устройства АСТУ реализовались, в основном, на электромеханических реле. Высокий уровень помехоустойчивости, слабая реакция на внешние возмущения и высокий уровень используемых сигналов позволяли применять электромеханические реле даже в крайне неблагоприятных с электрической точки зрения условиях. Современные устройства АСТУ реализуются на микропроцессорной базе и в связи с этим обладают рядом достоинств перед своими предшественниками. Микропроцессорные устройства более компактны, в них легче реализовать требуемую логику, функции телемеханики и телеуправления, конфигурация микропроцессорного устройства поддается кодировки и программированию. В ряде случаев в одном таком устройстве реализуют функции управления и сигнализации. Преимущества микропроцессорный устройств перед электромеханическими очевидны, однако низкий уровень используемого сигнала и высокая степень зависимости микропроцессорных устройств от окружающей электромагнитной обстановки потребовали решения новой проблемы – проблемы электромагнитной совместимости.

Электромагнитной совместимостью технических средств (ЭМС ТС) называют способность технических средств функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать при этом недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам [1]. Электромагнитной обстановкой (ЭМО) называют совокупность электромагнитных явлений и (или) процессов в данной области пространства и (или) данной проводящей среде в частотном и временном диапазонах [2]. В качестве электромагнитной помехи может выступать любое электромагнитное явление, которое может ухудшить работу технических средств или неблагоприятно повлиять на живую или неживую материю [3].

Характерной особенностью проблемы ЭМС является её неопределенность, которая возникает в результате огромного множества влияющих факторов:

- геомагнитное влияние;
- магнитные поля, возникающие при ударах молнии, коротких замыканиях и в режиме нормальной работы электросетевого оборудования;
- электрические поля, возникающие при ударах молнии, коротких замыканиях и процессах коммутации высоковольтными аппаратами;
- взаимное влияние проводников и электротехнических устройств;
- разряды статического электричества;
- перенапряжения, вызываемые ударами молнии, токами короткого замыкания, коммутациями;

- гармоника, искажения синусоиды, дисбаланс и прочие виды помех во вторичных цепях электросетевого объекта.

Как правило, рассматривать все виды влияний нецелесообразно. Нецелесообразность диктуется, прежде всего, экономическими соображениями, поэтому на первом этапе рассмотрения проблемы ЭМС определяют область исследования. Она выбирается исходя из набора помех, которые будут воздействовать на исследуемый прибор наиболее вероятно, и уровень воздействия которых наиболее опасен для данного типа приборов. Самостоятельно определить набор исследуемых помех достаточно трудно, поэтому необходимо использовать рекомендациями соответствующих нормативных документов, например, МЭК 61000-6-5:2001 «Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях» и МЭК 61000-2-5:95 «Электромагнитная обстановка. Классификация электромагнитных помех в местах размещения технических средств».

После того установления набора исследуемых параметров необходимо определиться с методом исследования. В общем случае параметры электромагнитной совместимости могут исследоваться посредством

- непосредственного измерения помехи;
- расчета и компьютерного моделирования;
- имитационного моделирования влияющего процесса.

Непосредственное измерение помех проводят во время нормальной работы электрооборудования. Таким образом, можно определить напряженности магнитного и электрического полей, помехи, возникающие при коммутациях, параметры качества электроэнергии, уровень разрядов статического электричества.

Расчет и компьютерное моделирование позволяют изучить влияния токов молнии, токов короткого замыкания и помех, возникающих при коммутационных переключениях в высоковольтной части энергообъекта. По результатам расчета можно определить обусловленные этими влияниями распределения потенциала по заземляющему устройству и оборудованию энергообъекта, уровни наведенных и излучаемых помех, токи, протекающие в отдельных проводниках, напряжения шага и прикосновения.

Имитационное моделирование позволяет изучить влияния токов молнии, токов короткого замыкания и влияния коммутационных переключений. По сравнению с расчетными методиками данный вид исследования является более точным. Суть исследований заключается в замене реально действующих влияний аналогичными влияниями, но с меньшей величиной амплитуды тока и напряжения. К примеру, ток короткого замыкания моделируется при помощи генератора синусоидального тока, воспроизводящим гармонические колебания частотой 50 Гц с амплитудой тока порядка нескольких десятков ампер, а высокочастотная составляющая тока короткого замыкания может быть смоделирована при помощи генератора высокочастотных импульсов, воспроизводящим затухающие колебания с частотой порядка нескольких МГц и с амплитудой тока порядка нескольких ампер. Измеренная в результате таких моделирований помеха пересчитывается к реальному уровню посредством учета кратности имитационного тока к реально протекающему току.

Выбор метода исследования определяется экономическими и техническими соображениями, то есть в любом случае необходимо балансировать на весах «цена – качество». Например, экспериментально исследовать все влияния, возникающие при ударе молнии, достаточно сложно. Поэтому часть измерений проводят посредством имитационного моделирования, после чего дальнейшие исследования проводят при помощи специальных компьютерных программ. Наличие экспериментальных и расчетных данных позволяют судить о степени достоверности программной модели,

если результаты имеют небольшую разбежку (не более 20 %), то можно считать, что программная модель верна и параметры, которые не были определены в ходе имитационного моделирования, можно определить посредством расчета по программе.

Метод исследования ЭМС также будет зависеть от стадии работы самого объекта. Так если планируется строить новый объект, то можно ограничиться расчетными методами исследования параметров ЭМС с последующей экспериментальной проверкой достаточности принятых мер на стадии сдачи объекта в эксплуатацию. Если объект функционирует или реконструируется, то необходимо проводить расчеты, непосредственные измерения и моделирования, причем достаточность принятых мер должна подтверждаться повторной проверкой.

Конечной стадией исследований является анализ результатов, который позволяет разработать рекомендации по улучшению электромагнитной обстановки и определить требования к устанавливаемой на энергообъекте аппаратуре. При этом целью проводимых исследований является согласование существующей или предполагаемой электромагнитной обстановки с параметрами помехоустойчивости устанавливаемой аппаратуры. То есть фактически ЭМС определяется влияющей величиной и степенью устойчивости к этой величине устанавливаемого аппарата. Из этого вытекает, что обеспечение благоприятной во всех отношениях электромагнитной обстановки не является жестким ориентиром, к тому же это не выгодно с экономической точки зрения. Необходимо лишь, чтобы конечная электромагнитная обстановка была приемлемой для рассматриваемого аппарата.

Таким образом, исследование параметров ЭМС проводят в следующей последовательности:

- определяют перечень влияющих величин, подлежащих исследованиям;
- выбирают методы исследования влияющих величин;
- проводят измерения, моделирования, расчеты;
- анализируют результат;
- разрабатывают мероприятия по улучшению состояния электромагнитной обстановки и определяют требования к устанавливаемой аппаратуре по части ЭМС;
- проводят повторные измерения и исследуют достаточность принятых ранее мер;
- при необходимости разрабатывают дополнительные рекомендации и требования, достаточность которых подтверждают расчетами или измерениями.

Решения по части ЭМС, разработанные на самых ранних стадиях постройки или реконструкции объекта, экономичны и легко реализуемые. Те же вопросы по заземлению и молниезащите необходимо прорабатывать на стадии проекта, а реализовывать на нулевом цикле строительных работ, любые альтернативные решения, принятые в период полной готовности объекта будут, несомненно, более дорогими и трудно реализуемыми.

Затраты на проработку вопросов ЭМС к общей стоимости постройки или реконструкции объекта не превышает сотых долей процента, а итоговая экономическая выгода вполне очевидна. К положительным результатам решения проблемы ЭМС можно отнести

- надежное и качественное электроснабжение;
- отсутствие исковых заявлений со стороны потребителей электроэнергии;
- надежность и безотказность работы, установленного микропроцессорного оборудования;
- защищенность оборудования от разного рода опасных влияний;
- обеспечение безопасности работы персонала.

Литература

1. ГОСТ Р 50397-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.
2. ГОСТ Р 30372-95. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.
3. МЭК 50-161-90. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.