

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рогов И.Е., Ананченко Л.Н., Касьянов И.А., Болотин А.Н., Калмыкова К.Ф.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы мощных электромагнитных полей и электромагнитной совместимости в электроэнергетике. Цель исследования заключается в проведении анализа современных систем и способов минимизации мощных электромагнитных полей в электроэнергетике. Проведение анализа современных систем и оценки электромагнитной обстановки на энергетическом объекте даст возможность разработать и внедрить модернизации повышающие защищенность объекта.

Ключевые слова. Электромагнитная совместимость, анализ современных систем, модернизация, оптимизация устройства заземления, оценка электромагнитной обстановки, экранирование электронной аппаратуры, защитные устройства.

PROSPECTS FOR SOLVING PROBLEMS OF POWERFUL ELECTROMAGNETIC FIELDS IN AGRICULTURE

Rogov I.E., Ananchenko L.N., Kasyanov I.A., Bolotin A.N., Kalmykova K.F.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. The article deals with the problems of powerful electromagnetic fields and electromagnetic compatibility in the electric power industry. The purpose of the study is to analyze modern systems and methods for minimizing powerful electromagnetic fields in the electric power industry. The analysis of modern systems and assessment of the electromagnetic environment at the energy facility will make it possible to develop and implement upgrades that increase the security of the object.

Keyword. Electromagnetic compatibility, analysis of modern systems, modernization, optimization of the grounding device, assessment of the electromagnetic environment, shielding of electronic equipment, protective devices.

В настоящее время особое внимание уделяется проблеме электромагнитной совместимости в электроэнергетике. Проблема электромагнитной совместимости актуальна поскольку: 1. Мощные электромагнитные поля оказывают существенное влияние на качество функционирования систем автоматики, систем связи и электронные системы обеспечения безопасности рабочих процессов современных энергетических объектов; 2. Эксплуатационные условия систем зачастую не соответствуют регламентам нормативных документов: ГОСТы, СанПиНы, ТР, стандарты МЭК и т.д.; 3. Исключить влияния мощных электромагнитных полей на сегодняшний день невозможно, а возможно только их минимизировать до уровня приемлемого нормативными документами [1-5].

Цель исследования заключается в проведении анализа современных систем и способов минимизации мощных электромагнитных полей в электроэнергетике.

В данной работе под термином «современных» систем подразумеваются системы автоматического управления энергетическими объектами. При анализе современных систем необходимо выделить ряд электромагнитных помех, которые негативно влияют на работу электронных устройств.

Наибольшее влияние оказывают:

- Помехи, возникшие при протекании тока короткого замыкания в сетях с глухозаземленной и эффективно заземленной нейтралью;
- Вызванные молниевыми разрядами помехи;
- Напряжение низкого качества в электросети;
- Импульсные помехи от работающих электромеханических устройств;
- Электромагнитные поля высокой частоты, вызванные радиотехническими станциями;
- Электромагнитные поля промышленной частоты, возникающие при работе силового электрооборудования;

- Импульсные помехи, возникающие при плановых отключениях и переключениях;
- Значительной силы токи, протекающие по устройствам защиты при штатной работе энергообъекта.

Для минимизации мощных электромагнитных полей в электроэнергетике необходимо, в первую очередь, произвести оценку электромагнитной обстановки на энергетическом объекте, которая даст возможность разработки и внедрения модернизаций повышающих защищенность объекта.

Оценка электромагнитной обстановки заключается в выполнении следующих мероприятий: - Оценка состояния систем молниезащиты и заземления;

- Определение трасс растекания импульсных токов при коротком замыкании и попадании разряда молнии;
- Качественная оценка напряжения в сети питания;
- Долговременное наблюдение электромагнитных помех в слаботочных цепях;
- Определение уровней электромагнитных помех при переключениях в цепях питания и информационных слаботочных цепях;
- Анализ уровней электромагнитных полей промышленной частоты и радиочастотного диапазона.

На основании полученных результатов анализа и оценки исследования определен ряд способов решения проблемы мощных электромагнитных полей [6-8].

Оптимизация устройства заземления объекта – одно из важных способов решения проблемы. Суть решения заключается в снижении разности потенциалов, возникающие в пределах энергетического объекта при коротких замыканиях и молниевых разрядах. Для этого необходимы восстановление поврежденных и прокладка недостающих заземлителей, установление вертикальных заземлителей для устройств разрядников, грозозащиты.

Экранирование электронной аппаратуры. Способ реализуется с помощью электромагнитных, магнитных и электростатических экранов. Используется способ для уменьшения проникновения поля в определенную область пространства. При высоком уровне магнитных полей аппаратуру необходимо разместить в экранирующий цельнометаллический шкаф специальной конструкции.

Установка защитных устройств от импульсных перегрузок. В настоящее время для эффективного помехоподавления в системе питания необходимо использовать принцип зонной защиты. Суть способа заключается в установке устройств защиты в несколько каскадов, каждый рассеивает некоторую часть импульсной энергии (рис. 1). В результате амплитуда помех снижается до безопасных уровней для аппаратуры [9-14].

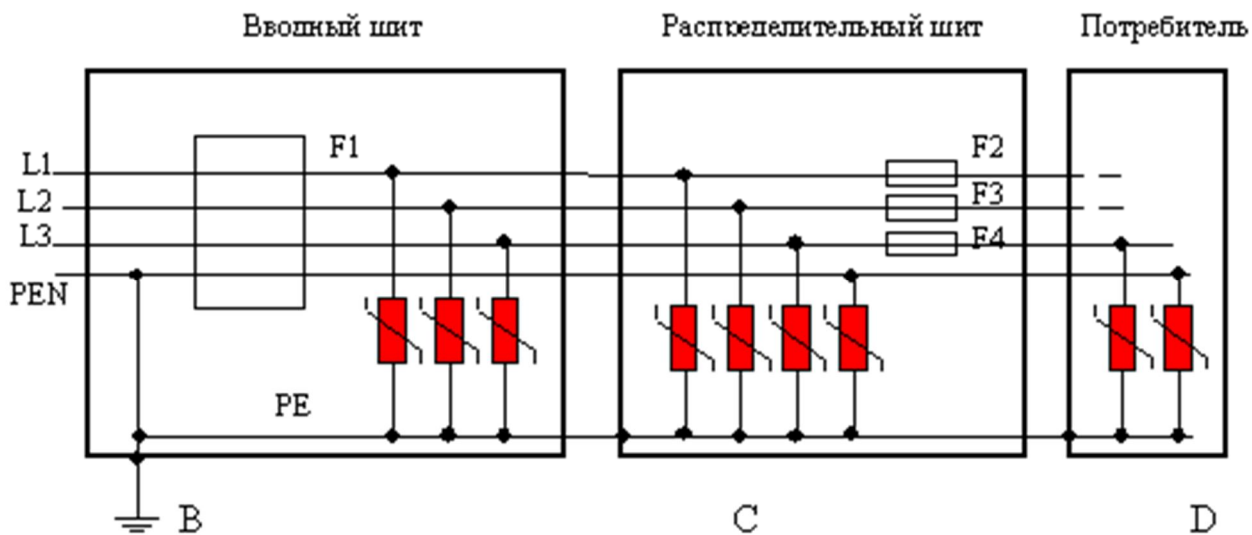


Рисунок 1 - Установка защитных устройств классов В, С и D (по классификации МЭК) в сети TN-C-S 220/380 В

Совершенствование систем питания. Суть способа заключается в разделении цепей заземления и нуля (переход с системы TN-C на системы TN-S и TN-C-S), снижении токов утечки. Это позволяет уменьшить уровень магнитных полей и наводок низких частот на кабели связи, установки стабилизаторов, трансформаторов и устройств резервирования питания, использовании вторичных источников с высокой помехоустойчивостью, организация защищенной подсети для устройств связи, АСУ и т.п [15].

Для повышения уровня помехоустойчивости системы и выбора эффективного устройства реализации повышения уровня электромагнитной совместимости необходимо понимание спектральной и аналитической формы дестабилизирующих воздействий. Одним из рациональных методов решения данной задачи является представление воздействия в виде монохроматического сигнала с учетом временного интервала и амплитуды воздействия. В общем виде это может быть представлено:

$$\omega = \frac{A}{2} \times \left[\frac{\sin(\omega - \omega_0) \times A/2}{(\omega - \omega_0) \times A/2} + \frac{\sin(\omega + \omega_0) \times A/2}{(\omega + \omega_0) \times A/2} \right],$$

где: A- монохроматический сигнал помехи, Гц;

$\omega = 2\pi f$, угловая частота помех, Гц.

Структурная схема реализации данного метода представлена на рисунке 2. Для определения уровня компенсационного воздействия необходимо знать следующие параметры помехи: начальную фазу, амплитуду, а также при высокой спектральной плотности помехи её представление в дискретной форме.

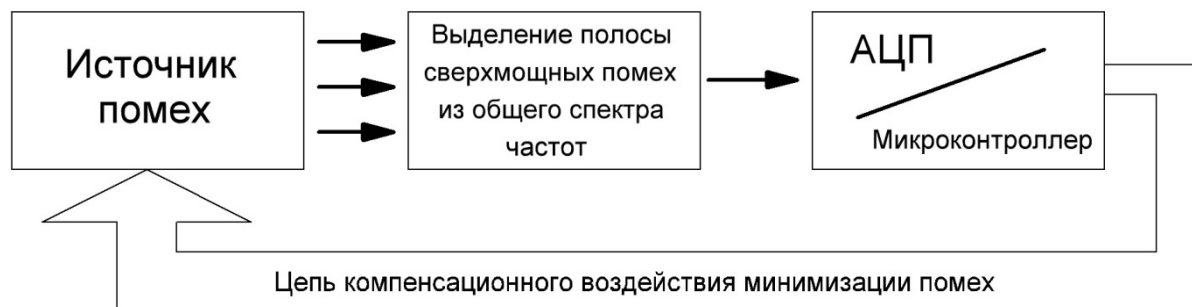


Рисунок 2 – Структурная схема реализации метода

На основании проведённого анализа источников электромагнитных помех и оценки электромагнитной обстановки определены наиболее результативные способы минимизации влияния мощных электромагнитных полей в электроэнергетике, позволяющие уменьшить помехи от источников полей низкой (до 300 Гц), средней (от 300 Гц до 10 МГц) и высокой частоты (от 10 МГц до 300 ГГц).

Список использованных источников

1. Дьяков, А.Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике/ Б.К. Максимов, Р.К. Борисов. Под ред. А.Ф. Дьякова . - М.: Энергоатомиздат, 2003. - 768 с.
2. Шалин, А.И. Об эффективности новых устройств РЗА // Энергетика и промышленность России. - 2006. – №6. – С. 65.
3. Кузнецов, М.Б. Входные цепи устройств РЗА. Проблемы защиты от мощных импульсных перенапряжений/ Д.А. Кунгуров, М.В. Матвеев, В.Н. Тарасов, //Новости электротехники. - 2006. - № 6. – 236с.
4. Иванов, П. Trabtech — технология для защиты электрооборудования от импульсных перенапряжений // Компоненты и технологии. 2003. - № 6.
5. Борисов, Р. Невнимание к проблеме ЭМС может обернуться катастрофой // Новости электротехники. 2001. - № 6. – 12с.
6. Вербин, В.С. Альфа ЭМС – обследование электромагнитной совместимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alfa-ems.ru/informatsiya/pomehi>
7. Антипин, В.В. Влияние мощных импульсных микроволновых помех на полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы/ В.А. Годовицын, Д.В. Громов, А.С. Кожевников, А.А. Раваев–Зарубежная радиоэлектроника, 1995, - №1. – С. 37-57.
8. Пирогов, А.А. // Электросвязь. 1993. - №5. - С. 13-14.
9. Баранский, П.И. Проблемы взаимодействия магнитных полей с объектами живой природы/ А.В. Гайдар, А.Л. Чижевский // Вестн. Калуж. ун-та. - 2007. - N 3. - С. 37-41.
10. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения/ Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин // Учебник для ВУЗов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. -184 с.
11. Прохорова, А. Интеллект — наше главное конкурентное преимущество (интервью с генеральным директором ОАО ЧЭАЗ М. А. Шурдовым) //Оборудование, рынок, предложения, цены. 2003. - № 4.
12. Бобров, В.П. Перенапряжения и защита от них в сетях 110 750 кВ/ В.Г. Гольдштейн, Ф.Х. Халилов // Энергоатомиздат-Москва, 2005. - С. 261.

13. ГОСТ 13109-97. Международный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. 01.01.1999. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1997. – 47с.

14. ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний. - Взамен ГОСТ Р 50007-92; Введ. 28.12.1999. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 325с.

15. Еремич, Я.Э. Проблемы электромагнитной совместимости сетей высокого напряжения. Вопросы стандартизации/ С.А. Пашичева, Ф.Х. Халилов, Б.В. Ефимов // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. – С. 70-78. – (Труды Кольского научного центра РАН).

16. Лимаренко, Н.В. Исследование влияния параметров рабочих тел индуктора на коэффициент мощности / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Г.А. Борисов, Н.В. Лимаренко // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 3 (55). – с. 360-369. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-45.

17. Лимаренко, Н.В. Исследование параметров магнитного поля в рабочей камере индуктора / Н.В. Лимаренко, В.П. Жаров, Ю.В. Панов, Б.Г. Шаповал // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 1. – с. 136-142.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.