

УДК 621.316

М.Н. Иванов, кандидат технических наук
Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар),
E-mail: dimo4ka1996@mail.ru

Л.А. Потяга
Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)
E-mail: potyaga.lyudmila@yandex.kz

Алгоритм подавления электромагнитных помех

Аннотация. В статье рассмотрены различные способы подавления электромагнитных помех встречающихся в электроэнергетической системе, приведены подробные описания методов подавления, а также классификация электромагнитных помех по признаку источника их возникновения. Приведены наглядные схемы трех методов. На основе анализа составлены рекомендации по повышению помехоустойчивости энергетического оборудования.

Ключевые слова: электромагнитная помеха, электроприемник, электромагнитное излучение, электромагнитная совместимость.

На промышленных предприятиях регулярно наблюдается рост числа и мощности электроприемников, которые в свою очередь и образуют различные виды электромагнитных помех.

Электромагнитная помеха, далее именуемая как ЭМП, является явлением, которое снижает качество функционирования технического средства и электроэнергетической системы в целом [1].

Влияние ЭМП сказывается не только на электроприемниках предприятия, но также и на электроприемниках соседних предприятий через линии электропередач. В связи с данной проблемой большое внимание уделяется источнику ЭМП, а также восприимчивости электроприемников систем управления и ЭВМ к уровням ЭМП.

Необходимым будет ввести такое понятие, как *электромагнитная совместимость*, обозначающее способность электронных устройств надёжно взаимодействовать с заданным качеством в определенной электромагнитной обстановке, не создавая при этом недопустимых ЭМП другим средствам [3].

Проблема электромагнитной совместимости в настоящее время является одной из самых основных проблем, которой отводятся отдельные научно-технические направления, исследования и разработки.

Классификация ЭМП

Условно ЭМП можно поделить на преднамеренные и непреднамеренные. Как правило, в электросистемах промышленных предприятий имеют место быть только непреднамеренные ЭМП, которые возникают вследствие работы электроприемника и других устройств. Более развернутая классификация по признаку источника ЭМП приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация электромагнитных помех по признаку источника помех

Термин	Источник
Естественная помеха	Природные физические явления
Искусственная помеха	Устройство, созданное человеком
Атмосферная помеха	Электрические разряды в атмосфере
Космическая помеха	Излучение Солнца, звезд и галактики
Электростатический разряд	Импульсный перенос электрического заряда между телами с разными электростатическими потенциалами
Электростатическая помеха	Стекание накопленных электрических зарядов, электростатические разряды
Индустриальная помеха	Технические средства за исключением выходных трактов радиопередатчиков
Коммутационная помеха	Процессы коммутации тока и напряжения
Контактная помеха	Излучение токопроводящих контактов, среды с нелинейной проводимостью при воздействии на них электромагнитного поля
Станционная помеха	Радиостанция, излучающая радиоволна через антенну

Не стоит упускать также деление ЭМП по способу распространения – по проводам (кондуктивные помехи), так и через окружающее пространство (излучаемые помехи).

Нормирование ЭМП

Электромагнитное излучение может оказывать отрицательно воздействие на организм человека, окружающую среду, а также неблагоприятно влиять на работу электрических приборов. Данное влияние оказывает большое значение на нормирование уровней ЭМП. Подтверждением соблюдения данных норм

является Государственный Стандарт Республики Казахстан «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни и требования к проведению контроля». СТ РК 1151-2002, составленный на основе Законов РК «О Стандартизации», «Об охране здоровья граждан», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Санитарные правила и норма защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами» [5].

Подавление ЭМП

К основным методам, позволяющим снижать уровень ЭМП можно отнести такие, как:

- применение фильтров защиты от радиопомех (ФРП);
- экранирование отдельных узлов преобразователя;
- применение экранов в качестве корпусов преобразователей.

Суть первого метода состоит в том, что фильтры устанавливаются во входной и выходной цепях преобразователя. С помощью такой схемы осуществляется подавление не только дифференциальной, но и синфазной составляющей ЭМП. Данные фильтры реализуют на основе фильтров нижних частот (ФНЧ). Это связано с тем, что фильтры должны ослаблять колебания высокой частоты и пропускать без ослабления колебания низкой, так называемой промышленной частоты.

Рассчитать эффективность сетевого фильтра можно через вносимое затухание для сигнала помех, измеряемое в децибелах:

$$A = 20 \lg \left| \frac{U_1}{U_2} \right|,$$

где

U_1 – напряжение помех при отсутствии фильтра;

U_2 – напряжение помех при наличии фильтра.

Рассмотреть типовую схему подобного фильтра можно на рисунке 1.

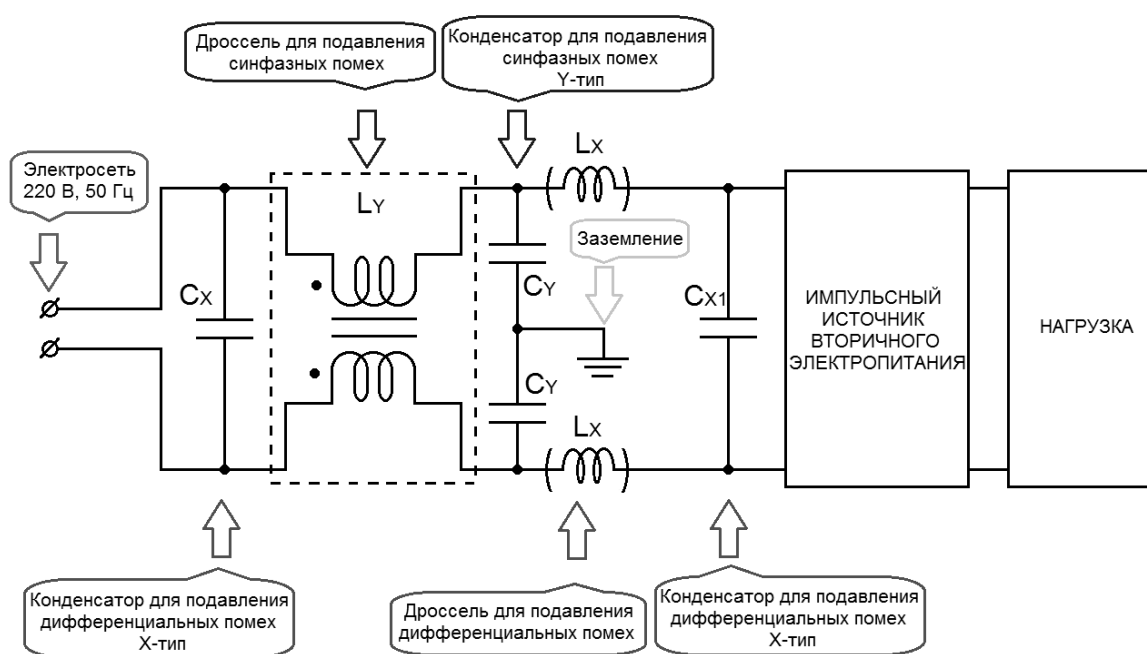


Рисунок 1 – Типовая схема ФНЧ

На данной схеме можно увидеть, что фильтры реализуют путем каскадного соединения Г-образных, Т-образных звеньев. Такая комбинация позволяет добиться нужного уровня затухания.

Если же говорить о методе экранирования отдельных узлов, то стоит отметить, что данный метод позволяет снизить помехи, излучаемые только отдельными узлами. Примером такого метода может служить трансформатор или дроссель с сердечником, имеющим воздушный зазор. Такой узел создает интенсивное электромагнитное поле, которое в свою очередь влияет на соседние компоненты преобразователя. Данную проблему можно решить с помощью экрана, выполненного из медной фольги. Экран соединяют с общей точкой на стороне первичной или вторичной обмоток.

Пример данного экранирования приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Экранирование отдельных узлов преобразователя

Что касается третьего метода, то есть применения экранов в качестве корпусов преобразователей, то в данном случае корпус преобразователя служит электромагнитным экраном для излучаемого отдельными узлами.

Для конструкции корпуса применяются магнитные материалы на металлической основе (железо, сталь и т.д.). В случае использования пластикового корпуса возможно использование специальных проводящих красок для экранирования корпуса. Пример конструкции приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Применение экранов в качестве корпусов преобразователей

Наряду со снижением уровней ЭМП, генерируемых электроприемником в сеть, также важной задачей является повышение помехоустойчивости. Данную проблему стоит решать фирмам – изготовителям электроприемников. При разработке требований к электроприемникам фирмы – изготовители обычно ориентируются на существующие в стране стандарты по электромагнитной совместимости (ЭМС). В Республике Казахстан и странах СНГ это ГОСТ Р 54149-2010, который устанавливает уровни ЭМС для кондуктивных ЭМП в системах электроснабжения. Данные уровни должны учитываться при определении уровней помехоустойчивости [4]. Следует отметить, что уровни помехоустойчивости должны быть выше уровня ЭМС, с целью, чтобы иметь запас ЭМС.

В качестве заключения хотелось бы отметить, что энергетическая электроника является динамичным научно-техническим направлением, результаты которого используются в различных областях техники и технологий.

Источники вторичного питания являются преобразователями электрической энергии. Работу источников вторичного электропитания необходимо согласовывать с характеристиками питающей сети, чтобы удовлетворять требования сети, связанные с изменениями режимов работы и нагрузки.

Принципы преобразования электрической энергии, а также составляющие элементы конструкции устройства непрерывно обновляются. Достижения в схемотехнике импульсных преобразователей, такие как новые компоненты и материалы, позволяют уменьшать размеры и вес преобразователей, при этом не снижая их КПД и выходную мощность.

По статистике 20–25 % общего количества электроэнергии в мире потребляется в виде постоянного тока. Поэтому повышение КПД источников вторичного электропитания имеет довольно

важное значения как для экономики, так и экологии во всем мире в целом. Увеличение КПД даже на несколько процентов уже означает экономию десятков миллионов тонн угля и нефти в год [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Данилов Г.А., Денчик Ю.М., Иванов М.Н., Ситников Г.В. Повышение качества функционирования линий электропередачи. изд. – М. Берлин: Директ– Медиа, 2015 – 558 с.
- 2 Мировое потребление энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Дата обращения: 05.04. 2017).
- 3 Курбацкий В.Г. Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость технических средств в электрических сетях. Учебное пособие. - Братск, БрГТУ, 1999. – 220 с.
- 4 ГОСТ Р. 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. 2013
- 5 Государственный Стандарт Республики Казахстан «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни и требования к проведению контроля». СТ РК 1151-2002.

REFERENCES

- 1 Danilov G.A., Denchik YU.M., Ivanov M.N., Sitnikov G.V. Povysheniye kachestva funktsionirovaniya liniy elektroperedachi. izd. – M. Berlin: Direkt– Media, 2015 – 558 s.
- 2 Mirovoye potrebleniye energii. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Data obrashcheniya: 05.04. 2017).
- 3 Kurbatskiy V.G. Kachestvo elektroenergii i elektromagnitnaya sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv v elektricheskikh setyakh. Uchebnoye posobiye. - Bratsk, BrGTU, 1999. – 220 s.
- 4 GOST R. 54149 - 2010. Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya. 2013
- 5 Gosudarstvennyy Standart Respubliki Kazakhstan «Elektromagnitnyye polya radiochastot. Dopustimyye urovni i trebovaniya k provedeniyu kontrolya». ST RK 1151-2002.

ТҮЙІН

*М.Н. Иванов, техника ғылымдарының кандидаты
Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар),
Л.А. Потяга
Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар)*

Электрмагниттік кедергілерді басу алгоритмі

Мақалада электр энергетикалық жүйесінде кездесетін әр түрлі электромагниттік кедергілері, түрлі сипаттау әдістері, басу тәсілдері келтірілген, сондай-ақ жіктелуі электромагниттік кедергілер белгілері бойынша олардың көздерінің пайда болуы туралы жазылған. Көрнекі сұлбасының үш әдістері келтірілген. Талдау негізінде ұсыныстарды арттыру арқылы энергетикалық жабдықтардың сыртқы әсерге тұрақтылығы жасалған.

Түйін сөздер: электромагниттік кедергі, электр қабылдағыш, электромагниттік сәулелену, электромагниттік үйлесімділік.

RESUME

*M.N. Ivanov, candidate of technical sciences
Innovative University of Eurasia (Pavlodar),
L.A. Potyaga
Innovative University of Eurasia (Pavlodar)*

Algorithm of suppression of electromagnetic disturbances

The article considers various methods of suppressing electromagnetic disturbances encountered in the electric power system. Detailed descriptions of methods of suppression, as well as classification of electromagnetic interference on the basis of the source of their occurrence are given. Illustrative diagrams of the

three methods are shown. Based on the analysis, recommendations were made on improving the noise-proof feature of power equipment.

Keywords: *electromagnetic disturbances, current-using equipment, electromagnetic emission, electromagnetic compatibility.*