

УДК 621.3.01

Б.И. КУЗНЕЦОВ (д-р техн. наук, проф.), **Т.Б. НИКИТИНА** (д-р техн. наук, доц.),
Д.Е. ПЕЛЕВИН (канд. техн. наук), **И.В. БОВДУЙ** (канд. техн. наук),
А.В. ВОЛОШКО (канд. техн. наук), **Е.В. ВИНИЧЕНКО**, **Д.А. КОТЛЯРОВ**
 Научно-технический центр магнетизма технических объектов НАН Украины
bikuznetsov@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАКЕТА СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ ТОКОПРОВОДОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Разработана методика экспериментального исследования макета системы активного экранирования искажений магнитного поля промышленной частоты вблизи токопроводов электростанций с помощью управляемых источников магнитного поля. Результаты экспериментальных исследований подтверждают возможность достижения необходимой эффективности экранирования для обеспечения требований санитарных норм на рабочем месте вблизи токопровода электростанции. Приведены результаты экспериментальных исследований макета системы компенсации.

Ключевые слова: магнитное поле промышленной частоты, токопровод, система активного экранирования, макет, экспериментальные исследования.

Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами. Магнитное поле промышленной частоты является канцерогенным и приводит к раковым заболеваниям. В связи с этим во всем мире проводятся интенсивные исследования и комплекс мероприятий по поддержанию параметров магнитного поля для выполнения экологических норм внутри рабочих помещений энергонасыщенных объектов, а также для создания комфортных условий работы.

Анализ последних достижений и публикаций. Для уменьшения уровня техногенного магнитного поля во всем мире разрабатываются системы пассивного и активного экранирования. В работе [1] рассмотрены вопросы построения замкнутых систем компенсации магнитного поля технических объектов с различными способами формирования обратных связей, а в работе [2] рассмотрены вопросы синтеза систем активного экранирования магнитного поля промышленной частоты. Рассмотрим синтез такой системы управления магнитным полем с помощью системы специальных управляемых источников магнитного поля – обмоток с регулируемым током, установленных в зоне, где необходимо поддерживать параметров внутреннего магнитного поля в заданных пределах.

Цель работы. Целью данной работы является разработка методики экспериментальных исследований макета системы активного экранирования магнитного поля промышленной частоты вблизи токопроводов электростанций. Задачей работы является проведение экспериментальных исследований макета системы активного экранирования магнитного поля промышленной вблизи токопроводов электростанций.

Изложение материала исследования и полученных результатов. В научно-техническом центре магнетизма технических объектов НАН Украины проведены теоретические и экспериментальные исследования внешнего магнитного поля электроэнергетического оборудования отечественных электростанций.

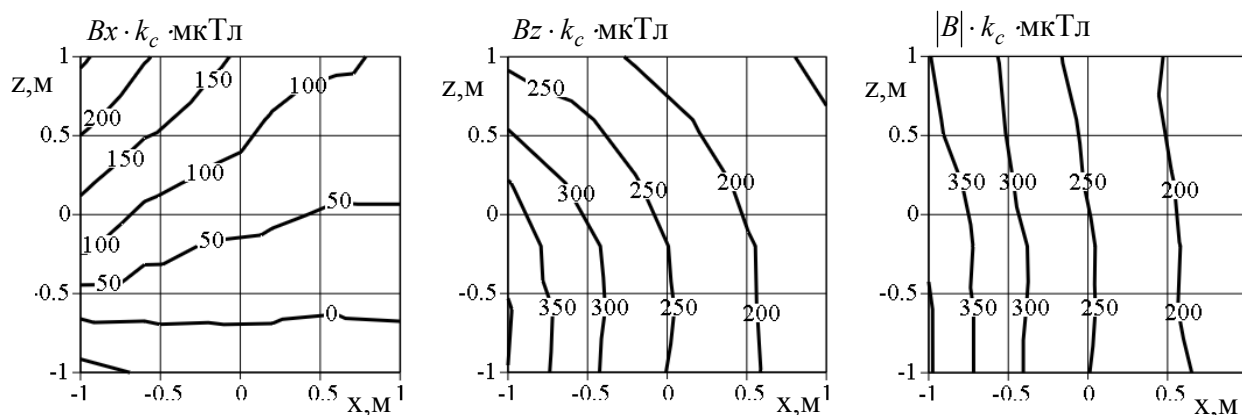


Рисунок 1 – Экспериментальные линии равного уровня индукции магнитного поля на рабочем месте вблизи токопровода турбогенератора

Показано, что основными источниками магнитного поля частотой 50 Гц является токопроводы энергоблоков мощностью более 100 МВт, которые создают техногенное магнитное поле в 3-5 раз превышающее предельно-допустимый уровень современных санитарных норм и представляет опасность для здоровья персонала.

В качестве примера на рис. 1 показаны результаты проведенных экспериментальных исследований магнитного поля на рабочем месте вблизи токопровода турбогенератора при номинальном токе турбогенератора электростанции в 15 кА. На рисунке показаны составляющие магнитной индукции: а) – по координате у; б) – по координате z и в) – модуль индукции магнитного поля. При этом индукция магнитного поля в объеме базового рабочего места достигает 420 мкТл, в то время как санитарные нормы ограничивают уровень индукции магнитного поля в объеме базового рабочего места до 100 мкТл,

В научно-техническом центре магнетизма технических объектов НАН Украины изготовлены физические макеты трехфазного токопровода и системы активного экранирования магнитного поля на рабочем месте вблизи токопровода электростанции.

В зоне компенсации искажения магнитного поля размещены управляемые источники магнитного поля, ориентированные определенным образом в пространстве. Первым этапом синтеза системы активного экранирования магнитного поля промышленной вблизи токопроводов электростанций является синтез самих источников управляющего магнитного поля, с помощью которых потенциально можно создать магнитное поле с требуемой пространственно-временной структурой. Схема расположения токопровода и управляющих обмоток макета системы активного экранирования магнитного поля показана на рис. 1. Макет системы активного экранирования состоит из пяти компенсационных обмоток, охватывающих рабочее место и формирующих компенсирующее магнитное поле.

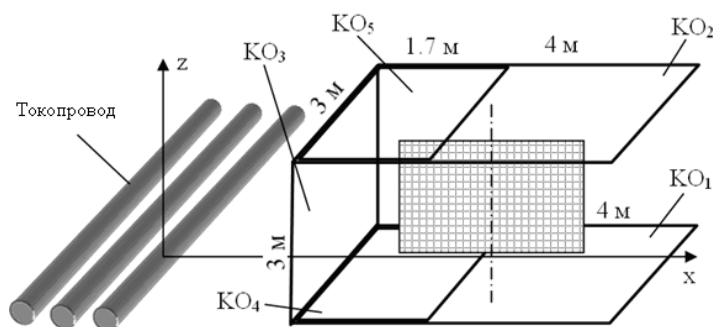


Рисунок 2 – Схема расположения токопровода и управляющих обмоток макета системы активного экранирования магнитного поля

Схема макета системы активного экранирования магнитного поля на рабочем месте вблизи токопровода электростанции показана на рис. 2. Секционные обмотки в вертикальной и горизонтальной плоскостях запитываются от соответствующих усилителей.

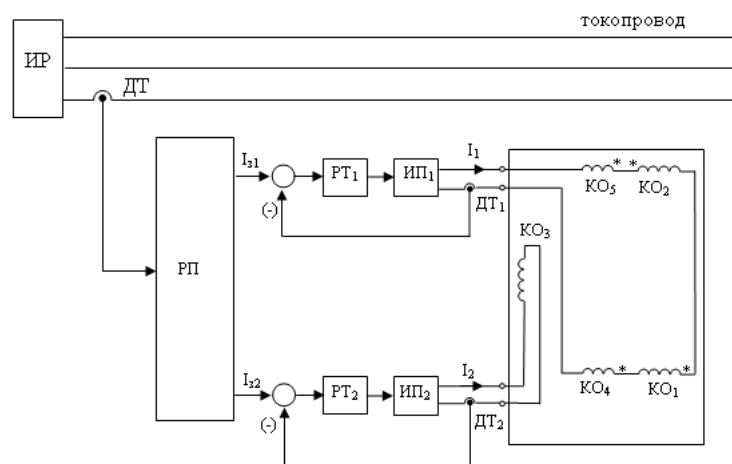


Рисунок 3 – Схема макета системы активного экранирования магнитного поля

Результаты экспериментальных исследований. Система активного экранирования построена по разомкнутому принципу и работает по датчику тока токопровода. Рассмотрим работу системы активного экранирования. Магнитометр расположен в некоторой точке объема рабочего места. При отключенном токопроводе и системы активного экранирования магнитометр фиксирует наведенное магнитное поле, которое составляет 0,03 мкТ.

Подадим в токопровод ток величиной 20 А. При этом напряженность магнитного поля составляет 1,2 мкТ. Включим систему активного экранирования. При этом уровень магнитного поля составляет 0,3 мкТ. Таким образом, если с помощью системы компенсации уровень магнитного поля уменьшен с величины 1,2 мкТ до 0,3 мкТ, т.е. в 4 раза.

Рассмотрим теперь работу системы активного экранирования при большем значении тока в токопроводе, равным 50 А. При выключенной системе компенсации уровень магнитного поля составляет 2,8 мкТ. При включении системы компенсации уровень магнитного поля уменьшается до 0,7 мкТ. Таким образом, при увеличении тока в токопроводе с 20 А до 50 А уровень магнитного поля увеличился в 2,5 раза как без системы активного экранирования, так и с системой активного экранирования. Однако эффективность системы активного экранирования магнитного поля практически не изменился и составляет около 4 единиц. На рис. 4 показаны линии равного уровня индукции магнитного поля макета без системы активного экранирования а) и с системой активного экранирования б). Как видно из рисунка, уровень индукции магнитного поля при включенной системе активного экранирования уменьшается примерно в четыре раза.

Сравнение результатов экспериментальных исследований индукция магнитного поля, проведенных на рабочем месте вблизи токопровода турбогенератора, показанных на рис.1, и результатов экспериментальных исследований индукции магнитного поля макета, показанных рис. 4, позволяет сделать вывод, что с учетом масштабного коэффициента макета относительная погрешность распределения индукции магнитного поля в рассматриваемой области рабочей зоны составляет не более 10 %.

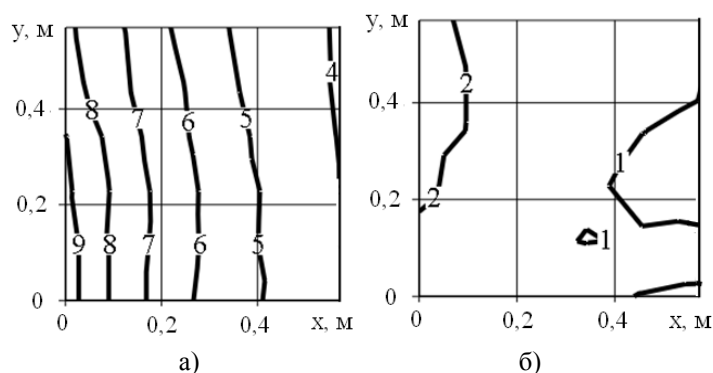


Рисунок 4 – Линии равного уровня индукции магнитного поля: а) без системы активного экранирования и б) с системой активного экранирования

Выводы из проведенного исследования, перспективы дальнейших исследований. Разработан общий подход к решению задачи активного экранирования магнитного поля на рабочих местах вблизи токопроводов электростанций. Предложено теоретическое обоснование решения задачи синтеза управляемых источников, способных создавать компенсационное магнитное поле с необходимыми пространственными характеристиками. Для решения задачи активного экранирования магнитного поля необходимо определить принципы управления этими источниками и синтезировать управляющую часть системы активного экранирования магнитного поля. Разработаны и изготовлены физические макеты трехфазного токопровода и систем активного экранирования магнитного поля и проведены их экспериментальные исследования. При заданной конфигурации обмоток уровень активного экранирования искажений магнитного поля в макете системы активного экранирования во всем пространстве рабочего места составляет около 3.

Результаты экспериментальных исследований подтверждают возможность достижения необходимой эффективности экранирования для обеспечения требований санитарных норм на рабочем месте вблизи токопровода электростанции.

Для повышения эффективности активного экранирования магнитного поля до заданного уровня необходимо, прежде всего, рассчитать обмотки активного экранирования, с помощью которых потенциально можно достигнуть заданного уровня активного экранирования магнитного поля, а затем построить соответствующую систему активного экранирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розов В.Ю. Замкнутые системы компенсации магнитного поля технических объектов с различными способами формирования обратных связей / В.Ю. Розов, Д.А. Ассуиров, С.Ю. Реуцкий // Технічна електродинаміка. – 2008. - Ч. 4. – С. 97-100.
2. Кузнецов Б.И. Синтез системы активного экранирования магнитного поля промышленной частоты / Б.И. Кузнецов, Д.Е. Пелевин, И.В. Бовдуй // Технічна електродинаміка. – 2012. - № 2. – С. 131 - 132.

REFERENCES

1. Rozov V.Y., Assyirov D.A., Reytskiy S.Y. Technical objects magnetic-field closed loop indemnification systems with different feed-backs forming. *Tekhnichna elektrodynamika*. 2008; 4: 97 - 100.
2. Kuznetsov B.I., Pelevin D.E., Bovdyj I.V., Kotlyarov D.A. Active screening of industrial frequency magnetic field system synthesis. *Tekhnichna elektrodynamika*. 2012; 2: 131 - 132.

Надійшла до редакції 14.02.2013

Рецензент: О.І. Толочко

Б.І. КУЗНЕЦОВ, Т.Б. НІКІТИНА, Д.Є. ПЕЛЕВІН, І.В. БОВДУЙ, О.В. ВОЛОШКО, О.В. ВІНЧЕНКО, Д.А. КОТЛЯРОВ

Науково-технічний центр магнетизму технічних об'єктів НАН України

Експериментальне дослідження макету системи активного екранування магнітного поля поблизу струмопроводів електростанцій. Розроблена методика експериментального дослідження макета системи активного екранування спотворень магнітного поля промислової частоти поблизу струмопроводів електростанцій за допомогою керованих джерел магнітного поля. Результати експериментальних досліджень підтверджують можливість досягнення необхідної ефективності екранування для забезпечення вимог санітарних норм на робочому місці поблизу струмопроводів електростанції. Приведені результати експериментальних досліджень макета системи компенсації.

Ключові слова: магнітне поле промислової частоти, струмопровід, система активного екранування, макет, експериментальні дослідження.

B. KUZNETSOV, T. NIKITINA, D.E. PELEVIN, I. BOVDUI, A. VOLOSHKO, E. VINICHENKO, D. KOTLYAROV

Magnetism of Technical Objects Science and Technology Center of the National Academy of Sciences of Ukraine

Experimental Research of the Prototyping System of Active Screening of Magnetic Field Near Power Stations Bus. In the Magnetism of Technical Objects Science and Technology Center of the National Academy of Sciences of Ukraine theoretical and experimental researches of external magnetic field of power-stations equipment is performed. It is shown, that the basic sources of magnetic field by frequency 50 Hertz are power stations bus units, which create a magnetic field by 3-5 times exceeding a maximum-possible level of modern sanitary norms and presents a health hazard personnel. For reduction of level of magnetic field in the whole world the systems are developed of the active screening. In the Magnetism of Technical Objects Science and Technology Center of the National Academy of Sciences of Ukraine physical models are made of three-phase power stations bus and system of the active screening of magnetic field on the job position near the power stations bus. In the area of compensation of distortion of magnetic field the guided sources are placed of magnetic field, oriented in space definitely. Of synthesis of the system of the active screening of magnetic field of industrial near the power stations bus a synthesis is the first step of sources of handling magnetic field, by which potentially it is possible to create a magnetic field with the required spatio-temporal structure. The prototyping system of the active screening consists of five compensative puttees, engulfing job position and forming a compensating magnetic field. General approach is developed to the decision of task of the active screening of magnetic field on the job positions near the power stations bus, securing a theoretical decision of task of synthesis of the guided sources, able to create a compensative magnetic field with the necessary spatial descriptions. For the decision of task of the active screening of magnetic field it is necessary to define control principles by these sources and synthesize handling part of the system of the active screening of magnetic field. We developed and made physical models of three-phase power stations bus and systems of the active screening of magnetic field and their experimental researches are conducted. Results of experimental researches confirm possibility of achievement of necessary efficiency of screening for providing of requirements of sanitary norms on the job position near the power stations bus.

Key words: magnetic field of industrial frequency, power stations bus, active screening system, model, experimental researches.