

**Следующий вопрос продолжил тему электромагнитной экологии:** “При проведении аттестации рабочих мест было установлено превышение магнитного поля до величин, в 10 раз превосходящих предельные нормы. Подскажите, пожалуйста, наиболее эффективный способ снижения поля”.

Отвечает Михаил Вячеславович Матвеев, также рассматривающий проблемы, связанные с генерацией магнитного поля в электроустановках зданий.

**Михаил Матвеев,**  
к.ф.-м.н.,  
ООО “ЭЗОП”,  
г. Москва



## СИЛЬНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СИМПТОМ СЕРЬЕЗНЫХ ПРОБЛЕМ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В промышленных, офисных и жилых зданиях довольно часто приходится сталкиваться с ситуацией, когда уровни постоянно действующих магнитных полей оказываются выше предельно допустимых значений согласно Санитарным Правилам и Нормам (СанПиН СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03). Так, для низкочастотного магнитного поля (диапазон 5 Гц - 2 кГц) в СанПиН принимается норма 250 нТл (около 0,2 А/м). В реальности поля вблизи проводки и силового электрооборудования часто достигают уровня порядка 1 А/м и выше.

Мы не будем касаться вопросов обоснованности той или иной нормы и степени опасности влияния магнитного поля на организм человека. Отметим лишь, что воздействие магнитного поля амплитудой порядка 1 А/м и выше чаще всего проявляется в виде эффекта “дрожания” изображения на экранах электронно-лучевых трубок (ЭЛТ). Чаще всего страдают мониторы компьютеров. Хотя сам по себе компьютер остается полностью работоспособным, работа пользователя оказывается затруднена.

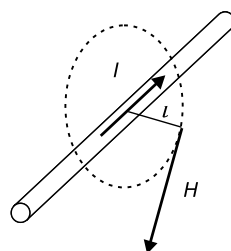
### НЕИЗБЕЖНОЕ ЗЛО ИЛИ?...

На первый взгляд, генерация магнитного поля силовым оборудованием представляет собой “неизбежное зло”. Действительно, любой ток, протекающий в проводнике, порождает, согласно закону Био-Савара, магнитное поле напряженностью  $H$ , пропорциональное току  $I$  и обратно пропорциональное расстоянию от рассматриваемой точки до проводника  $l$  (рис. 1).

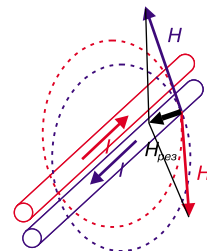
Поскольку потребляемые токи определяются нагрузкой, то кажется, что единственным средством снижения уровня поля является увеличение расстояние от тока - источника поля - до, например, рабочего места с компьютером. В реальных условиях сделать это возможно далеко не всегда. Экранирование же низкочастотного магнитного поля представляет собой сложную задачу и используется крайне редко (причем успешно - почти никогда).

Однако ситуация вовсе не так безнадежна. Дело в том, что в гра-

**Рис. 1.**  
Генерация магнитного поля



**Рис. 2.**  
Компенсация магнитного поля



мотно спроектированной и выполненной системе электроснабжения ток от различных проводников компенсируется. На рис. 2, например, показана компенсация магнитного поля при протекании тока в однофазной цепи (причем фазный и N-проводник проложены рядом).

Поскольку на удалении от места прокладки проводников векторы напряженности поля от них очень близки по модулю и почти противоположны по направлению, результирующее поле оказывается много меньше поля от каждого из проводников в отдельности. Аналогичная ситуация будет и в трехфазной цепи. Таким образом, поле от кабеля, токи в котором сбалансированы (т.е., сумма токов во всех проводниках с учетом направления в каждый момент времени равна нулю) будет мало уже на расстоянии, в несколько раз превышающем диаметр кабеля.

### СЛУЧАИ ПОЯВЛЕНИЯ ПОЛЕЙ

Тогда за счет чего же возникают магнитные поля, вызывающие “дрожание” изображения на мониторах? Дело в том, что в некоторых случаях протекание токов разных фаз, а также токов в фазных проводниках и некомпенсированного тока нулевой последовательности происходит по совершенно разным путям. Приведем наиболее распространенные причины такой ситуации:

1. Наличие так называемых “токов утечки”, когда часть тока из N(или PEN)-проводника попадает на металлоконструкции здания, РЕ-проводники и т.п. В этом случае фазные проводники, N(PEN)-проводники

и металлоконструкции здания вместе с РЕ-проводниками образуют подобие рамочной антенны, внутри и вблизи которой создается значительное магнитное поле. Проблема токов утечки подробно уже рассматривалась в журнале "Новости Электротехники" (№ 5(23)2003), и потому подробно останавливаться на ней не будем.

2. Прокладка фазных проводников на значительном расстоянии друг от друга. На одном из хладокомбинатов, например, мы наблюдали следующую картину: непосредственно под полом помещения, в котором размещалась компьютерная техника, проходили шины питания холодильного оборудования с межфазными расстояниями порядка метра. В результате работать за мониторами компьютеров в помещении было практически невозможно.

3. Расположение недалеко от помещения с компьютерной техникой высоковольтного оборудования (например, реакторов). По условиям обеспечения электрической прочности изоляции, расстояния между проводниками и электроаппаратами разных фаз для высоковольтного оборудования принципиально не может быть сделано малым, и потому оно является источником значительного магнитного поля.

4. Иногда системы энергоснабжения являются принципиально несимметричными. Таковы, например, тяговые сети на железнодорожном транспорте.

5. В некоторых случаях, источниками полей являются блуждающие токи в протяженных металлических коммуникациях (например, в трубопроводах различного назначения). При этом генерация поля обычно не зависит от режима работы электроустановки рассматриваемого объекта.

### СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Таким образом, в первую очередь следует определить причину, по которой происходит генерация влияющего магнитного поля. В зависимости от причины, могут быть рекомендованы различные подходы к решению проблемы.

- Так, если причиной являются токи утечки, в первую очередь следует привести схему электроустановки в соответствие с рекомендуемыми ПУЭ схемами TN-S, TN-C-S, чего в большинстве случаев оказывается достаточно для решения проблемы. На практике это сводится к обнаружению и устранению нежелательных соединений между N- и РЕ-проводниками в щитках, розетках и т.п.
- В некоторых случаях возникает необходимость в разрыве путей протекания влияющих токов: установка изолирующих вставок на внешние трубопроводы, применение разделительных трансформаторов и т.п.
- При проектировании электроустановок следует, по возможности, избегать прокладки фазных, N- и PEN- проводников по различным трассам и на значительном расстоянии друг от друга.
- Чувствительное оборудование (компьютеры и т.п.) следует размещать на достаточном (обычно не менее 10-15 м) расстоянии от высоковольтного оборудования.
- И, наконец, иногда приходится прибегать (особенно для защиты от полей чувствительного электронного оборудования, например - магниторезонансных томографов) к использованию специальных систем компенсации магнитного поля, состоящих из датчика, модуля управления и токовой цепи. В этом случае датчик измеряет напряженность внешнего магнитного поля, а модуль управления создает в токовой цепи такой ток, что поле от него в месте размещения защищаемой аппаратуры компенсирует внешнее поле.

Отметим, что в большинстве случаев проведение мероприятий по снижению уровней полей довольно трудоемко и требует известной квалификации. Поэтому на практике, если речь идет о "дрожании" изображения на мониторах компьютеров, часто идут по самому простому пути: в зоне действия поля мониторы на базе ЭЛТ заменяют на жидкокристаллические (TFT), обладающие намного меньшей чувствительностью к магнитному полю. В этом случае проблема "дрожания" изображения обычно решается. Но уровень магнитного поля при этом по-прежнему превышает норму СанПиН. Кроме того, наличие токов утечки и блуждающих токов может приводить и к другим неприятным последствиям, включая невозможность применения УЗО, электрокоррозию трубопроводов, зашумление цепей связи и т.п.

Таким образом, высокий уровень магнитных полей часто является лишь одним из симптомов, свидетельствующих о наличии серьезных проблем в системе электроснабжения.