

УДК 696.6:006.354

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СМОГА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Соловьев Л.П.*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, Муром,
e-mail: oid@mivlgu.ru*

В данной статье проведен анализ причин и условий формирования систем электропитания промышленных и социально-жилищных объектов в ходе освоения и развития различных направлений применения электромагнитной энергии. На основе проведенного анализа определено различие структурных принципов обеспечения электробезопасности и условий защищенности людей от воздействия электромагнитных полей, создаваемых электросетями, приборами и устройствами в производственных и социально-жилищных условиях. Отмечена важность надежного заземления для обеспечения электробезопасности и защищенности людей от воздействия электромагнитных полей. Приведены данные о последствиях воздействия электромагнитных полей на живые организмы. Обращено внимание на недостаточную эффективность систем заземления в социально-бытовой сфере, что увеличивает вероятность поражения электрическим током и повышает уровни напряженностей электромагнитных полей, действующих на человека. В ходе анализа нормативных документов и результатов экспериментальных исследований отмечено, что в помещениях жилых зданиях, построенных и сданных в эксплуатацию до 2010 г., значения максимально допустимых величин параметров электромагнитных полей, при наличии двухпроводной системы заземления, обеспечить невозможно. В заключение приведены рекомендации по сравнительно простому способу преобразования двухпроводных систем заземления в трехпроводные системы.

Ключевые слова: системы электропитания, двух- и трехпроводная система заземления, электробезопасность, жилые помещения, электросмог, эксперимент

CONSTRUCTION TECHNOLOGIES AND FORMATION OF THE ELECTROMAGNETIC SMOG IN PREMISES

Solovev L.P.*Murom Institute (branch) of the Vladimir State University, Murom, e-mail: oid@mivlgu.ru*

In this article the analysis of the reasons and conditions of formation of power supply systems of industrial and social and housing facilities is carried out during development and development of various directions of use of electromagnetic energy. On the basis of the carried-out analysis distinction of the structural principles of ensuring electrical safety and conditions of security of people from influence of the electromagnetic fields created by power supply networks, devices and devices in production and social living conditions is defined. Importance of reliable grounding for ensuring electrical safety and security of people from influence of electromagnetic fields is noted. Data on consequences of impact of electromagnetic fields on live organisms are provided. The attention to insufficient efficiency of systems of grounding in the social sphere that increases probability of defeat by electric current is paid and increases levels of napryazhennost of the electromagnetic fields influencing the person. During the analysis of normative documents and results of pilot studies it is noted that in rooms the residential buildings constructed and put in operation till 2010, values of the most admissible sizes of parameters of electromagnetic fields in the presence of two-wire system of grounding, it is impossible to provide. Recommendations about rather easy way of transformation of two-wire systems of grounding to three-wire systems are provided in the conclusion.

Keywords: power supply systems, two- and system of grounding three-through passage, electrical safety, premises, an electro smog, experiment

В рамках практического применения электромагнитной энергии на начальном этапе (конец XIX – первая половина XX в.) к.п.д. ее использования в ходе преобразования в световую, механическую и другие виды энергии определялся путем оценки количества энергии, переходящей в тепло. Опасности при использовании электромагнитной энергии для человека связывались с возможностью поражения электрическим током.

Именно на этом этапе на основе разницы в функциональном использовании электроэнергии и, соответственно, в обеспечении безопасности её применения сформировалось структурное различие систем электро-

питания в промышленности и жилищно-социальном секторе в нашей стране. В рамках промышленного сектора основная доля потребляемой электроэнергии направлялась на обеспечение функционирования промышленного оборудования (станки, аппараты, машины и т.п.). Практически, большая часть промышленного оборудования представляла собой металлические конструкции, вследствие чего существовала высокая вероятность замыкания электрических цепей на корпуса оборудования, и, соответственно, высокая вероятность поражения работающих людей электрическим током. При этом с учетом использования больших электрических мощностей, электробезо-

пасность промышленного оборудования обеспечивалась путем создания вокруг промышленных корпусов и цехов контуров заземления, которые и обеспечивали высокий уровень защиты работающих от поражения электрическим током. При этом особенных требований к структуре системы электропитания, не предъявлялось. Использовалась четырехпроводная трехфазная система электропитания, в которой функциональный нулевой провод одновременно являлся защитным нулевым проводом.

Структура системы электропитания в рамках жилищно-социального сектора на первоначальном этапе формировалась в рамках функционального использования электроэнергии практически только для освещения, электрические цепи которого хорошо изолированы и достаточно безопасны. Электропитание многоквартирных жилых домов также осуществлялось четырехпроводной трехфазной системой электропитания, в которой функциональный нулевой провод одновременно являлся защитным нулевым проводом. Данное электропитание подавалось на подъездные электрощиты, от которых по квартирам осуществлялась разводка однофазной двухпроводной системой, в которой нулевой провод одновременно являлся защитным нулевым проводом. Данная система электропитания впоследствии получила шифр TN-C. Первые бытовые электрические и радиоприборы (электрические утюги, электроплитки, радиоприемники и т.п.) стали массово использоваться в нашей стране начиная с середины XX в. Обеспечение достаточного уровня безопасности их эксплуатации достигалось использованием термостойких диэлектрических материалов для изоляции электрических цепей бытовых приборов (электрические утюги, электроплитки), или же изготовлением корпусов бытовых приборов из изоляционных материалов (радиоприемники и т.п.). Использование однофазной двухпроводной системы исключало возможность заземления металлических корпусов и каркасов бытовых электроприборов и радиоприборов, так как используемые конструкции электрических розеток и электрических вилок не обеспечивали обязательность подключения проводника выполняющего функции функционального нулевого провода и защитного нулевого провода к металлическому корпусу (каркасу) прибора. С равной степенью вероятности, при подсоединении вилки к розетке, на корпусе может оказаться фазное напряжение. Поэтому при использовании системы двухпроводного электропитания, метал-

лические корпуса (каркасы) к проводнику, совмещающему роли функционального и защитного проводников, не подсоединяются. Но, тем не менее вследствие пробоя изоляции между корпусом и фазным проводником на корпусе появляется сетевое напряжение, но короткого замыкания и отключения электропитания автоматическим выключателем не происходит, так как проводник, выполняющий роли функционального нулевого провода и защитного нулевого провода к металлическому корпусу не подсоединен. И возможное одновременное прикосновение человека к металлическому корпусу прибора, находящемуся под напряжением, и к заземленной металлической конструкции (трубы и элементы водоснабжения, трубы и батареи отопления и т.п.), может привести к поражению электрическим током. Следует отметить, что, хотя достаточно редко, но тем не менее такие случаи поражения электрическим током наблюдались в бытовых условиях.

Во второй половине XX в., когда началось все более широкое применение электромагнитной энергии для передачи и обработки информации, возникла проблема опасности электромагнитного облучения для человека. Первоначально эта проблема рассматривалась применительно к использованию мощных РЛС и радиотелепередающих центров. Но постепенно, по мере изучения воздействия электромагнитных полей на биологические объекты, все более осознавались опасности воздействия электромагнитных излучений, возникающих при эксплуатации электрорадиоборудования, электронных средств обработки информации, систем электропитания и связи.

Обеспечение электромагнитной безопасности систем радиолокации, радионавигации и связи принципиально возможно путем использования защиты расстоянием, на котором уровни излучения уменьшаются до безопасных значений.

Наличие надежного заземления и использование экранирования снижает уровни электромагнитных излучений от промышленного оборудования до допустимых значений. Требования к характеристикам контуров заземления определялись Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [1].

Отсутствие заземления в системах электропитания в абсолютном большинстве жилых и социально-бытовых зданий приводит к тому, что практически вся электрифицированная бытовая техника излучает поля в очень широкой полосе частот, от 50 Гц до 2,4 ГГц. Определение причин возникновения и уровней электромагнитных является целью данной работы.

Материалы и методы исследования

Трехпроводные системы электропитания TN-S и TN-C-S стали внедряться в западноевропейских странах начиная с 1960-х гг. В системе TN-S нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем протяжении системы от источника электропитания до потребителя. В системе TN-C-S нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на последнем этапе подсоединения потребителя, для многоэтажного жилого дома трехпроводная система электропитания начинается от подъездного щитка и закачивается разводкой по всей квартире. При этом были разработаны конструкции электророзеток и электровилок, обеспечивающие требуемое подсоединение электро и радиоприборов.

В 1990-х гг. в нашей стране Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) было рекомендовано использовать все системы защитного заземления TN-C, TN-S, TN-C-S. Но на практике в основном использовалась, как наиболее освоенная и дешёвая, двухпроводная система TN-C, которая по уровню обеспечения электробезопасности сравнительно немного уступает трехпроводным системам. Тем не менее в Правилах Устройства электроустановок, 7 издания, 2006 г. [1], двухпроводная система защитного заземления TN-C была исключена из числа разрешенных. Это объясняется двумя причинами.

Во-первых, она не обеспечивает абсолютной защиты от поражения электрическим током.

Во-вторых, отсутствие заземления металлических корпусов и каркасов у бытовых электро- и радиоприборов приводит к возникновению высоких уровней электромагнитного излучения в полосе частот от 50 Гц до 2,4 ГГц.

Исследование биологического воздействия ЭМП на живые организмы осуществляется с середины XX в. При этом в основе исследований лежит эффект поглощения энергии живыми тканями. Интенсивность поглощения определяется степенью взаимодействия живой ткани, а именно ее диэлектрической проницаемостью и электропроводностью. Поскольку ткани живых организмов содержат большое количество воды, то они фактически являются диэлектриками с потерями. Именно потери определяют глубину проникновения ЭМП в живые ткани – чем меньше потери, тем больше поглощение. Глубина проникновения при общем облучении тела определяется длиной волны ЭМП.

На биологическую реакцию воздействуют следующие параметры электромагнитного поля (2, с. 9):

– интенсивность электромагнитного поля;

- частота излучения;
- продолжительность облучения;
- модуляция сигнала;
- сочетание частот электромагнитных полей;
- периодичность действия.

В результате суперпозиции электромагнитных полей от различных источников излучения возможно возникновение стоячих волн, частота которых может совпадать с резонансными частотами клеток и частотами биологических ритмов различных органов и функциональных систем организма. Что может оказать негативное влияние как на функционирование организма, так и на генетическую наследственность.

Влияние на живые организмы низкочастотных электромагнитных полей практически мало изучено. В ходе экспериментальных исследований у животных, при воздействии ЭМП разных частот в диапазоне 1–500 Гц, отмечались нестойкие нарушения функционирования нервной системы и двигательноподпищевых условных рефлексов.

Кроме того, в [3, с. 9] отмечается... «что влияние ЭМП на биологические объекты, включая человека, не может быть выражено одной лишь линейной зависимостью. При этом живые организмы могут проявлять чувствительность к действию ЭМП различных частот, обладающих энергией на десятки порядков ниже теоретически предполагаемого порога». «Кроме того, как показывают многочисленные экспериментальные исследования, многократно повторяющиеся воздействия слабых электромагнитных полей, обладают кумулятивным биологическим эффектом, т.е. способны суммироваться».

Кроме облучения ЭМП в условиях производства, в транспорте и т.д., существует достаточно интенсивное и очень специфическое облучение ЭМП в условиях жилых помещений [4]. Специфичность облучения ЭМП в жилых помещениях определяется двумя основными факторами – это, во-первых, наличие электрорадиоприборов и установок, работающих в диапазоне частот от 50 Гц до 2–3 ГГц, во-вторых, отсутствие заземления в системах электропитания практически во всех жилых домах в нашей стране.

Перечень электрооборудования в жилых помещениях, излучающих ЭМП с частотой 50 Гц, включает в себя: все элементы электропроводки и освещения; утюги; электромясорубки; миксеры; фены; электробритвы; пылесосы; электроплиты; теплые полы и т.д.

К оборудованию, излучающему ЭМП высоких и сверхвысоких частот, относятся: телевизоры (50–300 КГц), компьютеры (50 КГц – 1 ГГц), мобильные телефоны (800 МГц – 1,5 ГГц) и СВЧ-печи (2,45 ГГц).

Результаты экспериментальных исследований

Система электропитания Параметры	Без заземления				С заземлением			
	Е, В/м		Н, нТл		Е, В/м		Н, нТл	
Расстояние до объекта	10 См	1 М	10 См	1 М	10 См	1 М	10 См	1 М
СВЧ-печь	> 200*	125	>2000**	1950	75	60	>2000**	1800
Холодильник «Ока»	> 200*	185	20	20	45	35	20	20
Холодильник «Атлант»	> 200*	185	20	20	50	40	20	20
Компьютер	> 200*	165	20	20	32	26	20	20

Примечание. *значение превышает верхний предел измерения 200 В/м; ** значение превышает верхний предел измерения 2000 нТл.

Существующая система санитарно-эпидемиологического нормирования ЭМП в Российской Федерации [5, 6] имеет существенные недостатки. Так, например, отсутствуют требования, регламентирующие воздействие магнитной составляющей ЭМП во всем рассматриваемом частотном диапазоне (0–300 ГГц) для условий жилищно-социальных помещений, прежде всего магнитного поля промышленной частоты 50 Гц. В требованиях к производственным помещениям допустимые уровни магнитной составляющей ЭМП в зависимости от длительности воздействия в течение рабочего дня находятся в пределах 10–30 мкТл. Тогда как установленный американскими и шведскими учеными безопасный для здоровья человека предел интенсивности магнитной составляющей электромагнитных полей составляет 0,2 мкТл.

Для бытовых приборов, по данным [4, с. 19–22], уровни интенсивности магнитной составляющей электромагнитных полей на частоте 50 Гц, на расстояниях 0,5–1 м, находятся в следующих пределах: холодильник – 0,049 мкТл; домовая электропроводка – 0,02–0,04 мкТл; электрический чайник – 0,097 мкТл; электроплита – 0,27 мкТл (на расстоянии 20–30 см от передней панели); СВЧ-печь – 1–2 мкТл; пылесос – 2–3 мкТл и т.п. Напряженность электрического составляющей электромагнитного поля колебалась в пределах 6–50 В/м.

Результаты исследования и их обсуждение

Для уточнения уровней электромагнитного излучения в жилых помещениях, при отсутствии заземления, автором были проведены измерения параметров составляющих электромагнитного излучения от бытовых приборов и оборудования в трехкомнатной квартире пятиэтажного жилого дома, построенного в 1970-х гг. С целью обеспечения контрольных замеров параметров ЭМП исследуемого оборудования в квартиру от этажного электрощита был проведен заземляющий провод. Измерения проводились измерителями электрического и магнитного поля ИЭП-05, ИМП-05 в диапазоне частот 5–2000 Гц.

Из сравнения показателей видно, что заземление любого прибора приводит к резкому снижению уровней напряженностей электромагнитных полей. Небольшое превышение предельного уровня 25 В/м, очевидно, объясняется наличием достаточно высокого уровня электромагнитного фона в помещении, так как особенностью структуры электромагнитного излучения в жилых помещениях является наличие как минимум 3–5 одновременно работающих источников излучения в различных диапазонах частот.

Выводы

На основе проведенного выше анализа можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо добиться 100% применения во вновь строящихся и сдаваемых в эксплуатацию жилых домах трехпроводной системы электропитания TN-S или TN-C-S, обеспечивающих надежное заземление всех электро- и радиоприборов в жилых помещениях.

2. Выполнение требования [1] о необходимости внедрения трехпроводной системы электропитания TN-S или TN-C-S в ранее построенных жилых домах в ходе их реконструкции может быть отодвинуто на неопределенные сроки. В данном плане можно предложить следующее:

- протянуть от подъездного щитка в квартиру нулевой защитный провод;
- соединить его с проводом контура заземления, проложенного за половым плинтусом;
- установить электророзетки с заземляющими контактами, соединив их с контуром заземления проводом по стене;
- в ходе последующей реконструкции (декоративного ремонта помещения), провод, соединяющий земляной контакт электророзетки с контуром заземления, можно убрать за стеновую панель (за обои).

3. Необходима дальнейшая модернизация существующей системы санитарно-эпидемиологического нормирования ЭМП в Российской Федерации с учетом лучшего мирового опыта.

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ. Издание седьмое. Утверждены приказом Минэнерго России. 08.07.2002 № 204 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> (дата обращения: 10.11.2018).
2. Корепанова А.С. Электромагнитное излучение, его воздействие на человека // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://eduherald.ru/ru/issue/view?id=177> (дата обращения: 10.11.2018).
3. Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека: Аналитический обзор/СО РАН, ГПНТБ. Новосибирск, 1999. (Сер. Экология. Вып. 52). 90 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://eduherald.ru/ru/issue/view?id=177> (дата обращения: 10.11.2018).
4. Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка суммарной реальной нагрузки электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц от различных источников, в местах наиболее длительного пребывания человека // Безопасность здоровья человека. 2017. № 2. С. 12–26.
5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [Электронный ресурс]. URL: http://metrolog-spb.ru/wp-content/uploads/sanpin_2.2.4.3359-16.pdf (дата обращения: 10.11.2018).
6. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293820/4293820246.htm> (дата обращения: 10.11.2018).