

УДК 504:574(075)+537.86(075)

Ю. Г. Рябов, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
ООО «Инновационно-внедренческое предприятие прикладного магнетизма» (Ижевск)
Г. В. Ломаев, доктор технических наук, профессор;
М. С. Емельянова, аспирант
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ФАКТОР ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Рассмотрены физические, физиологические и организационные аспекты обеспечения фактора ГМП в зданиях и сооружениях. Показаны способы обеспечения естественных условий по фактору ГМП в помещениях. Приведены подходы, технические решения и методы восстановления, которые могут быть использованы для обеспечения естественного геомагнитного фона и создания раздела стандарта.

Ключевые слова: гипогеомагнитное поле, нормы санитарные, методы восстановления, железобетонные сооружения

Введение

Основным природным полем, синхронизирующим функциональные биоритмы жизнедеятельности биологических систем всех уровней организации в местах их пребывания, является векторная сумма геомагнитного и геоэлектрического полей (ГМП и ГЭП), действующих в окружающей среде свободного пространства. В качестве естественных показателей электромагнитных условий обычно используют основные критерии факторов ГМП и ГЭП состояния атмосферы «хорошей погоды» в открытом пространстве региона, к условиям которого адаптирован данный организм [1].

В помещениях из железобетонных конструкций эти природные ГМП и ГЭП искажаются. Появляются опасные градиенты полей: магнитные поля (МП), зависящие от экранирования и намагниченности элементов металлоконструкций; ГЭП, определяемые распределением зарядов статического электричества (СЭ) на поверхности применяемых в помещении строительных материалов, мебели и оборудования. Условия нахождения в таких помещениях животного и человека становятся небезопасными из-за искажений природных показателей ГМП и ГЭП, к которым организм был адаптирован. У биологических систем более низкого уровня организации наблюдаются отклонения в развитии как на самых ранних стадиях, так и в последующей жизнедеятельности.

В нормальных комфортных условиях между организмом и окружающей средой устанавливаются гармонические взаимоотношения. Когда они нарушаются, могут возникнуть различные отклонения в функциях организма в виде болезни, снижения скорости психических, сенсорных и двигательных реакций. Физиологическим ответом организма на такие воздействия является снижение показателей жизнедеятельности, неадекватные действия и отклонения в поведении. Наиболее чувствительными к отклонениям ГМП, ГЭП и воздействиям СЭ являются следующие системы организма: центральная нервная, сердечно-сосудистая, гормональная и репродуктивная [3].

Ниже рассматриваются основные подходы и принципы обеспечения безопасных и комфортных условий ГМП в помещениях ЖКХ, производствен-

ных помещениях, включая сооружения агропромышленного комплекса (АПК).

Существующие подходы к обеспечению безопасности в помещениях по фактору ГМП

Ослабление ГМП проявляется в пространстве помещений зданий и сооружений, выполненных с применением стальных металлоконструкций. Ранее в ФРГ такую среду определили как «синдром болезни офисов», от которого страдали около миллиона человек. Заявлено, что в строительные НД вносятся изменения, направленные для защиты от сниженных ГМП на рабочих местах [2]. В СССР негативные реакции организма человека на пребывание в условиях среды ослабленного ГМП получили наименование «бункерный синдром».

Не менее актуален данный аспект и для биологических систем животного происхождения. Проведенные в Институте теоретической и экспериментальной биофизики РАН исследования подтверждают угнетающее воздействие ослабленного ГМП на организм (опыты проводились на планариях, молоди тугуна). Полученные результаты заключаются в снижении естественной резистентности организма, приводящей к дистрессу, избыточным энергозатратам и десинхронизации биоритмов. Практически исчезают адаптационные протекторные реакции, из-за чего снижается способность к выживанию. Ослабленное ГМП выступает в роли ингибитора, замедляющего естественные процессы гомеостатического регулирования функциональных систем [8, 9].

Подобные реакции проявляются у человека в заглубленных помещениях, выполненных из чугунных тюбингов, в бронетехнике, в стальных помещениях, каютах, вагонах и т. п. [7]. Поэтому в 90-х годах прошлого столетия в результатах проведения двух НИОКР в интересах Минобороны России были установлены показатели гипогеомагнитного поля (ГГМП) и разработаны нормы, методы и приборы контроля ГГМП, метрологическое обеспечение инструментальных средств. Результаты исследований были отражены в разработанном впервые в России ГОСТ Р 51724–2001 «Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиени-

ческим нормативам» (<http://www.gosthelp.ru/gost/gost8481.html>).

Первоначально в проект ГОСТ Р 51724–2001 кроме основного показателя – модуля вектора ГМП – были включены также дополнительные показатели – градиент и угол наклона вектора ГМП, отклонения которых от номинального уровня вызывают дисфункции и напряжения адаптационных механизмов организма. К сожалению, из-за финансовых проблем в то время дополнительные показатели, несмотря на их значимость, не были включены в окончательную редакцию нормативного документа.

Нормы ПДУ ГМП для рабочих мест впервые были разработаны Научно-исследовательским институтом медицины труда РАМН. В настоящее время основными нормативными документами (НД), действующими в Российской Федерации, регламентирующими пребывание человека в условиях среды ослабленного экранами ГМП, являются ГОСТ Р 51724–2001 и СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09 «Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях».

Проблема восстановления ослабленных ГМП является одной из тех инновационных технологий обеспечения безопасности в местах пребывания биосистем, без чего нельзя обеспечить выполнение программ «Здоровье нации», «Демография» и др., декларируемых Правительством Российской Федерации.

Железосодержащие конструкции зданий втягивают в себя поток ГМП, отклоняют его, создавая внутри помещения зоны сниженного уровня напряженности H_v , градиенты напряженности $H_{гр}$ и изменение угла наклона I_v вектора H_v относительно наклона I_0 вектора напряженности H_0 открытого пространства. Восстановление распределения основного показателя ослабления ГМП – (K_r) и дополнительных показателей ($H_{гр}$ и I_v) до комфортного уровня внутри помещений зданий и сооружений на этапе строительства, эксплуатации можно выполнять путем монтажа сортированных по направлению вектора намагничивания элементов металлоконструкций и арматуры. При необходимости обеспечивают дополнительное намагничивание или размагничивание металлических элементов.

На этапе эксплуатации здания нормализацию ГМП в помещениях можно обеспечить путем намагничивания или размагничивания металлических элементов, или путем применения в местах, искаженных ГМП, компенсирующих вставок магнитотвердых полосок. Устройство компенсирующих вставок защищено нашим патентом на полезную модель № 103656 от 20.04.2011 г. (RU) «Устройство восстановления геомагнитного поля помещения». Авторы: Вахитов Р. Н., Ломаев Г. В., Рябов Ю. Г. Технология восстановления ГМП приведена в [4].

По ГОСТ Р 51724–2001 гипогеомагнитное поле (ГГМП) – это распределение постоянного магнитного поля внутри экранированного объекта, являющегося суперпозицией магнитных полей, создаваемых геомагнитным полем, ослабленным электромагнитным экраном (ЭЭ) или металлоконструкциями зда-

ния; полем остаточной намагниченности ферромагнитных частей металлоконструкций и коммуникаций в здании; полем постоянного тока, протекающим по кабелям и шинам электроснабжения, металлоконструкциям и коммуникациям вблизи защищаемого помещения или рабочего места.

Интенсивность ГМП оценивают в единицах напряженности магнитного поля (H) в А/м или в единицах магнитной индукции (B) в Тл (мкТл), а коэффициент ослабления интенсивности ГМП (K_r) вычисляют по формуле: $K_r = |H_0|/|H_v|$ или $K_r = |B_0|/|B_v|$, где H (А/м) = 0,8 В (мкТл). Значения предельно допустимого уровня (ПДУ) коэффициента $K_{гпду}$ безопасного ослабления интенсивности ГМП согласно СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09 не должно превышать 2 раз на рабочем месте за смену и 1,5 раза в жилых, общественных зданиях и промышленных сооружениях. Некоторые результаты контроля ослабленных ГМП в объектах различного назначения приведены в таблице [4].

Результаты натурных измерений ослабленных ГМП

Объект контроля	Коэффициент ослабления интенсивности ГМП $K_r = H_0 / H_v $
Помещения в деревянных домах	1,0
Помещения в железобетонных домах:	
жилых;	1,5–1,9
жилых по монолитной технологии;	1,3–1,8
производственных	1,2–2,5
Торговые павильоны	2,0–2,5
Помещения в метро	1,8–8,0
Вагон метро	1,3–2,0
Вагон трамвая и автобуса	1,3–1,8
Помещения объектов, расположенные ниже уровня земли	
до 5 м	2,0–2,5
до 10 м	2,5–5,0
Санитарная автомашина УАЗ-3711	2,7–2,8
Кабины легковых автомашин	1,3–2,5
Каюты морских судов	8–10
Чугунная ванна:	
0,5 м от дна	3,5–5,0
0,2 м от дна	15,0
Вблизи отопительных батарей	2,0–4,0
Детская кровать с металлическим каркасом	1,3
Бетонная стена	1,09
Помещения для с.-х. животных	1,5–2,0

Необходимо отметить высокую равномерность ГМП в условиях открытого пространства, где его градиент обычно (кроме аномальных зон) на два порядка меньше вычисленного и много меньше, чем обнаруживают даже в элитных помещениях домов городской застройки. В деревянных домах (не урбанизированных) в сельских условиях градиент ГМП в помещениях составляет $Грв < 1,5$. В сельских домах, выполненных из стальных конструкций, из железобетона, жители чаще болеют. В подобных помещениях коровы дают меньше молока, чем коровы, со-

держатся в деревянных постройках. В вагонах, обшивка которых выполнена из алюминиевого листа, операторы меньше жалуются на условия, меньше устают к концу смены, чем операторы в вагонах, выполненных из стали или в помещениях, расположенных внутри чугунных тубингов.

Считаем, что подобные дисфункции в системах живого организма в экранированных условиях вызывают именно воздействия градиента ГМП. Поэтому при обустройстве комфортных условий в среде обитания показатели и критерии Грв должны входить в перечень значимых факторов, подлежащих обеспечению и контролю. Такие рекомендации были сделаны по результатам выполненных нами НИОКР «ГМП» [5].

В настоящее время в Ижевском государственном техническом университете (ИжГТУ) выполнен комплекс работ по восстановлению ГМП в строительных сооружениях. Под руководством доктора технических наук, профессора Г. В. Ломаева разработана система математического моделирования, обеспечивающая оптимизацию восстановления ГМП в помещениях, используя отечественный программный комплекс ELCUT. Дальнейшее развитие подобных систем моделирования позволит еще на стадии проектирования обеспечить рациональную совместимость комфортных гигиенических условий и выбор вариантов компромиссных показателей: условий безопасности, надежности, долговечности, энергоресурсосбережения, экономических факторов. Используя созданный комплекс средств намагничивания, размагничивания и контроля магнитных полей строительных конструкций, специалисты ИжГТУ обеспечивают оперативное восстановление искаженных ГМП в помещениях.

Кроме того, в ИжГТУ в лаборатории биофизических и экологических исследований проводятся опыты по влиянию вращающихся и комбинированных магнитных и электрических полей, СВЧ и других видов излучений на различные биосистемы. Изучаются свойства структурированной воды. Получены результаты в области изучения динамики микроэлементов в онтогенезе пчел при условии вариации величины ГМП, а также в области изменения морфометрических показателей биосистем растительного и животного происхождения в гипогеомагнитном поле. Полученные результаты подтверждают необходимость восстановления естественного ГМП в зданиях и сооружениях [10].

На практике процесс восстановления ГМП в помещениях обеспечивают путем выполнения следующих операций:

1. Проводят контроль вектора ГМП (по модулю, направлению и градиенту) вдоль стен и полов в местах длительного пребывания человека в помещении, используя, например, магнитометр: компании «НТМ-Защита» – типа МТМ-01, ИжГТУ – типа ИГМП-3к и др.

2. По результатам контроля определяют места намагничивания и размагничивания.

3. Выполняют процессы намагничивания и размагничивания, используя специальные устройства (катушки), включаемые в сеть 220 В 50 Гц.

4. При необходимости в локальных местах помещений монтируют полосы магнитотвердой стали, повышая или снижая уровень ГМП в окружающей среде [6].

Заключение

Природный электромагнитный фон окружающей среды является важным биологическим фактором обеспечения нормальной жизнедеятельности живого организма. Дефицит и искажение показателей этих полей вызывают негативные последствия для жизнедеятельности биосистем.

В данной работе рассмотрены физические, физиологические и организационные проблемы состояния обеспечения фактора ГМП в жилых помещениях зданий, действующие сегодня. Показаны возможности обеспечения комфортных условий по фактору ГМП в помещениях.

В любом строительном сооружении существуют места, которые не соответствуют нормам безопасности по фактору ГМП.

Приведенные сведения, подходы, технические решения и методы восстановления ГМП могут быть использованы:

- для обеспечения комфортных условий по фактору ГМП в помещениях, на рабочих местах, в транспортных средствах, промышленных помещениях, включая сооружения агропромышленного комплекса и т. д.;
- при создании раздела в стандарте по комфортным условиям обеспечения фактора ГМП;
- при разработке экологических, энергетических, строительных и оборонных стандартов по безопасным и комфортным условиям обеспечения фактора ГМП для человека и животных;
- при доработке ГОСТ Р 51724–2001 для введения в него и в СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09 значимых показателей и критериев – градиента Грв-ГМП и угла наклона вектора ГМП- I_v . Введение этих норм и требований в экологические, промышленные и строительные стандарты Российской Федерации.

Библиографические ссылки

1. Рябов Ю. Г., Ермаков К. В., Билецкий С. Э. Обеспечение комфортных условий на рабочих местах по фактору электрического поля // Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем : 1-я Междунар. науч.-практ. конф., 28–30 марта 2013 г. : сб. науч. тр. – Ч. 2. – С. 138–144. – URL: http://forum.mirea.ru/fileadmin/user_upload/part2.pdf (дата обращения: 29.11.2013).
2. Koch, P. Konzepte gegen Sick-Building-Syndrom // Luft- und Kältetechnik. – 1994. – Jg. 30, Nr. 3. – S. 129–130.
3. Григорьев Ю. Г. Ослабление геомагнитного поля как фактор риска при работе в экранированных помещениях // Медицина труда и пром. экология. – 1995. – № 4. – С. 7–12.
4. Рябов Ю. Г., Ломаев Г. В., Кулешова Д. С. Концепция восстановления геомагнитного поля в экранированных объектах // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – № 4. – С. 35–43.

5. Механизмы влияния гелиогеофизических факторов на состояние здоровья и надежность профессионального функционирования человека / А. И. Михайлов, П. М. Шалимов, Ю. И. Гурфинкель и др. // Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях : в 2 т. : материалы рос. конф. Москва, 26–29 сент. 2000 г. / под. общ. ред. А. И. Григорьева. – М. : Слово, 2000. – Т. 1. – С. 284–286.

6. Любимов В. В., Гурфинкель Ю. И., Ораевский В. Н. Опыт применения диагностических магнитометров в условиях города и в клиниках : препринт. – М., 1993. – 28 с. – (Препринт / Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (Троицк)).

7. Марченко Ю. Ю. Гипогеомагнитное поле как фактор риска в градостроительстве // Проблемы электромагнитной безопасности человека: фундаментальные и прикладные исследования, 28–29 нояб. 1996 г., Москва : Первая Рос. конф. с междунар. участием : материалы конф. (тез. докл.) /

Рос. акад.наук. Науч. совет РАН по проблемам радиобиологии, Гос. науч. центр РФ – Ин-т биофизики, Центр биоэлектромагнит. совместимости и др. – М., 1996. – С. 83–84.

8. Зависимость влияния слабых комбинированных низкочастотных переменных полей на интенсивность бесполого размножения планарий *Dugesia tigrina* от величины переменного поля / В. В. Новиков, И. М. Шейман, А. С. Лисицын и др. // Биофизика. – 2002. – Т. 47, вып. 3. – С. 564–567.

9. Белова Н. А., Леднев В. В. Влияние крайне слабых переменных полей на гравитропизм растений // Биофизика. – 1996. – Т. 41, вып. 1. – С. 224–232.

10. Учебно-исследовательская лаборатория электромагнитной экологии / Г. В. Ломаев, Н. В. Козловская, М. С. Емельянова и др. // 9-й Международный симпозиум по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии : тр. симп., 13–16 сент. 2011 г. – СПб., 2011. – С. 606–609.

* * *

Yu. G. Ryabov, PhD in Engineering, Senior research officer, LLC “Innovative promotional venture of applied magnetism”

G. V. Lomaev, DSc in Engineering, Professor of department «Quality Control Instruments and Techniques», Kalashnikov Izhevsk State Technical University

M. S. Emelyanova, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Factor of geomagnetic field in reinforced concrete structures

Physical, physiological and organizational problems of the GMF factor in buildings are considered. Features of ensuring the natural conditions for GMF factor in premises are shown. Approaches, techniques and recovery methods that can be used to provide the natural geomagnetic background and create a section of the standard are presented.

Keywords: hypo-geomagnetic field, sanitary norms, recovery techniques, concrete structures

Получено: 14.10.13