

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЧ ДИАПАЗОНА
НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Логачева Е.А., Жданов В.Г., Ярош В.А., Шунина А.А.
Ставропольский государственный аграрный университет

В статье рассматриваются методы и средства электромагнитной безопасности рабочих мест.

Исследования процессов формирования ЭМП СВЧ диапазона необходимы для создания здоровых и безопасных условий труда людей, работающих с СВЧ технологиями. Работа в этом направлении представляется сочетанием следующих аспектов (рис 1):

- нормирование опасных параметров воздействующего фактора, то есть предельно допустимых значений электромагнитного поля.
- обнаружение биологически значимых параметров.
- разработка системы защиты, то есть комплекса мероприятий инженерного, организационного и физико-биологического плана, направленных на предотвращение или снижение до минимума вредного воздействия [1, 2].

Нормирование параметров воздействия ЭМП на организм человека является преимущественно медико-биологическим направлением. Состояние нормативной документации по безопасной работе с источниками электромагнитных полей СВЧ диапазона не раз обсуждалось в научной литературе [1, 2, 4]. Единое мнение отсутствует даже на уровне различных государств [1, 3, 4].

Обнаружение биологически значимых параметров и разработка защитных мероприятий требуют внимания специалистов охраны труда [1, 6]. Основной задачей технических средств измерения параметров электромагнитного поля является инструментальное определение энергетических и временных характеристик поля, определяющих его биологическую опасность. В настоящее время лучше всего разработаны методы и аппаратура измерения энергетических параметров поля – плотности потока падающей мощности, а также величины электрической и маг-

нитной составляющих. В соответствии с назначением аппаратуры для измерения параметров ЭМП можно разделить на следующие группы [1,4,12]:

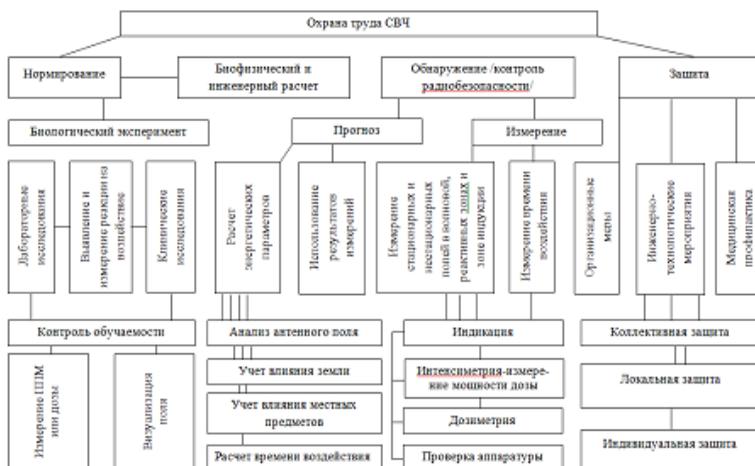


Рис. 1 – Основные направления развития охраны труда использования СВЧ

- Аппаратура оповещения персонала об опасности. То есть индикаторы поля, дозиметры, если они выполнены с устройствами автоматической сигнализации

- Контрольные приборы, предназначенные для регулярного контроля превышения нормируемых параметров, то есть обычно интенсиметры, измеряющие плотность потока мощности ППМ, напряженность электрической и магнитной составляющих поля по средним или пиковым значениям амплитуды напряженности поля. [1, 3, 4].

- Инспекторские и исследовательские приборы, предназначенные для широкого круга научных, производственных и инспекторских работ. Эти приборы подобны приборам контрольной группы, но имеют большой динамический диапазон и лучшую точность. Приборы первой и второй групп достаточно редки и дороги, малодоступны[1, 4, 7, 12].

Широкое распространение имеют приборы третьей группы. При разработке данных приборов использовался основной принцип измерения плотности потока мощности, который со-

стоит в следующем: СВЧ мощность устанавливается приемной антенной соответствующего диапазона волн. В качестве элемента, реагирующего на мощность СВЧ колебаний, обычно выбирается терморезистор, включенный в цепь постоянного тока, в плечо мостиковой схемы. Терморезистор помещен в волновую или коаксиальную линию в качестве высокочастотной нагрузки. Между приемной антенной и терморезисторной головкой включается переменный градуированный аттенюатор. Аттенюатор устанавливается в такое положение, чтобы показание прибора в диагонали моста всегда было одним и тем же, соответствующим определенной мощности, рассеиваемой терморезистором. Примером такого прибора является измеритель плотности потока мощности ИПП-10. Он основан на принципе поглощения всей мощности, приходящей на эффективную поверхность рупорной антенны. Высокочастотной нагрузкой является терморезистор с увеличенным размером для уменьшения перегрева в работе в импульсном режиме. Рисунок 2 представляет принципиальную схему прибора.

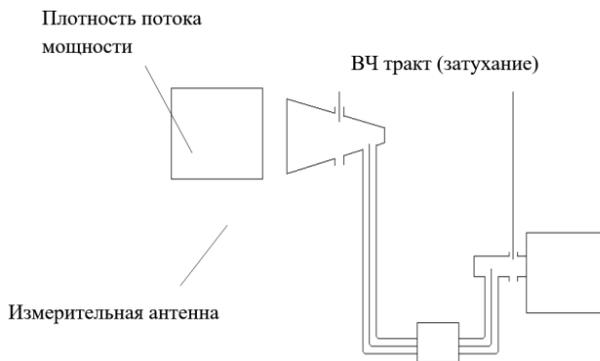


Рис. 2 – Принципиальная схема измерения плотности потока мощности

Подсоединение измерителя малой мощности к эталонной антенне осуществляется коаксиально-волноводным переходом с кабелем, затухание которых известно.

Определение плотности потока мощности осуществляется по известной формуле, для которой нужно знать эффективную поверхность измерительной антенны.

В настоящее время наиболее распространенным прибором для измерения интенсивности излучения в СВЧ диапазоне является измеритель плотности потока мощности ПО – 1 («Медик - I»). Он предназначен для измерения плотности потока мощности в $\text{мкВт}/\text{см}^2$, т.е. энергии сформировавшегося ЭМП. Диапазон изменений по длинам волн составляет 1,8 – 2 см...2м. Столь широкий диапазон обеспечивается применением калиброванных антенн, рассчитанных на различные длины волн.

В основу измерения положен болометрический метод, вследствие чего прибором регистрируется средняя мощность излучения.

При измерении ППМ антенна с известной эффективной поверхностью помещается в измеряемое поле. Мощность высокой частоты поступает на аттенюатор и терморезистор. Часть мощности рассеивается в аттенюаторе с фиксированной величиной ослабления, остальная поглощается терморезистором. При малых интенсивностях излучения терморезисторная головка подключается непосредственно к антенне.

Терморезистор включается непосредственно в измерительный мост постоянного тока, с помощью которого производится измерение. Электрическая схема измерителя мощности состоит из двойного терморезисторного моста, генератора частоты и двух измерительных приборов.

Плотность потока мощности $W(\text{мкВт}/\text{см}^2)$ определяется по формуле:

$$W = \frac{P \cdot n}{\mu \cdot S}$$

где P – показания измерителя мощности, мкВт;

S – эффективная поверхность антенны, см^2 ;

n – величина ослабления аттенюатора;

μ – КПД терморезисторной головки.

Общая погрешность прибора составляет $\pm 30\%$.

Так как прибор ПО – 1 предназначен для определения величины плотности потока мощности, т.е. энергии сформировавшегося электромагнитного поля, перед измерением необходимо установить, в какой зоне находятся точки замера, что является большим неудобством при проведении измерений. Различают три зоны излучения: ближнюю, промежуточную и дальнюю. Наиболее благоприятной для измерения ППМ с помощью при-

бора ПО – 1 является дальняя зона. В промежуточной зоне имеет место наложение полей, причем они могут совпадать или быть противоположными по фазе, вследствие чего создаются пики мощностей в одних участках и незначительная мощность в других участках. Результаты измерений прибором ПО – 1 в этой зоне будут крайне неоднородные, следует сделать максимально возможное число замеров и вывести из них среднее значение плотности потока.

В ближней зоне, где поле еще не сформировалось и нет постоянных соотношений между электрической и магнитной составляющими ЭМП, прибором ПО – 1 пользоваться невозможно. Анализируя состояние современных методов измерения интенсивности ЭМП и аппаратуры, предназначенной для измерений соответствующих параметров ЭМП СВЧ диапазона, можно сказать, что в настоящее время отсутствуют удобные универсальные приборы, удовлетворяющие всем требованиям исследований. Наиболее рекомендуемый прибор ПО – 1 («Медик – 1») обладает большой погрешностью измерений, предназначен для измерений лишь на определенных участках ЭМП, не рекомендован для измерений в ближней зоне излучателя, т.е. на наиболее опасных, с позиции безопасности труда, участках. Поэтому первоочередной задачей является разработка прибора, позволяющего контролировать ППЭ на рабочем месте оператора СВЧ установки.

Библиографический список

1. *Логачева Е.А., Жданов В.Г. К вопросу о сохранении естественного «электромагнитного фона» окружающей среды при внедрении СВЧ технологий в сельском хозяйстве. В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства IV международная научная экологическая конференция с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины). 2015. С. 378-38.*

2. *Жданов В.Г., Логачева Е.А. Планирование работ электротехнической службы для разработки АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. С. 47-49.*

3. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Повышение качества подготовки технических кадров – основная задача в аграрном образовании // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы II Международной научно-практической конференции 2014. С.125-130.

4. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Электромагнитная безопасность производственного оборудования // В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 74-я научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. Ставрополь, АГРУС.2010. С.120-122.

5 Atanov I.V., Mastepanenko M.A., Ivashina A.V., Zhdanov V.G., Logacheva E.A., Avdeeva V.N. Seed treatment by pulsed electric field before sowing/ Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 6. С. 1664-1671.

6. Жданов В.Г., Логачева Е.А.. Оптимизационные задачи управления деятельностью энергослужб предприятий. Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 2 (18). С. 36-40.

7. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Программный комплекс для ЭВМ по планированию ремонта электрооборудования // Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем : сб. науч. статей по материалам 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 15-16 ноября 2011 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2011. С. 65-67.

8. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Планирование работ электро-технической службы для разработки АРМ энергетика // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: материалы 76 научно-практической конференции электроэнергетического факультета СтГАУ, 2012. С-47-49.

10 Жданов В.Г., Логачева Е.А. Информационное обеспечение АРМ энергетика // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: материалы 76 научно-практической конференции электроэнергетического факультета СтГАУ, 2012. С-42-46.

11. Ракутько С.А., Логачева Е.А., Жданов В.Г. Алгоритмы инструментальных обследований для проведения энергоаудита

организаций // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2014. №36. С.225-229.

12. *Логачева Е.А., Жданов В.Г., Зобнин В.И. Исследование частотных характеристик сельскохозяйственных материалов с целью обеспечения безопасности СВЧ технологий // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2019. №2(55). С.203-209.

13. *Yarosh V.A., Zhdanov V.G., Kobozev V.A., Logacheva E.A., Privalov E.E. Use of geo-information systems for solving analytical problems in the power industry // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019. T. 10. № 1. С. 1049-1055.

УДК 662.235

ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ И УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ ПРИ ВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Молдован Д.В., Чернобай В.И., Ястребова К.Н.

Санкт-Петербургский государственный горный университет

В работе освещена проблема загрязнения атмосферы открытых горных разработок добычи угля при буровзрывных работах. Данное направление особенно актуально в сегодняшнее время и требует более тщательного контроля. Данные задачи возможно осуществлять при помощи современных средств контроля. Оперативный контроль опасных газов позволяет принять оперативные действия по их ликвидации, а так же произвести упреждающие мероприятия для предотвращения вредных последствий.

Последнее десятилетие было отмечено дальнейшим обострением проблемы создания нормальных санитарно-гигиенических условий труда в карьерах по фактору загрязнения, в том числе и при взрывных работах. Это обусловлено интенсивным углублением горных работ и, соответственным ослаблением естественного воздухообмена, использование в связи с экономическими трудностями более дешевых типов промышленных взрывчатых веществ (ВВ), а также недостаточным количеством новых эффективных научно-технических методов, позволяющих решить вопросы нормализации атмосферы карьеров после взрывных работ.