

Лекция 7

Электромагнитные поля, статическое электричество

Электромагнитные поля

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет собой форму материи. ~~Всякая электрически заряженная частица окружена~~ электромагнитным полем. ЭМП может существовать и в свободном состоянии и в виде движущихся со скоростью света = 300 тыс. км/с фотонов или в виде электромагнитных волн.

Движущееся ЭМП (электромагнитное излучение – ЭМИ) характеризуется векторами напряженности электрического E (В/м) и магнитного H (А/м) полей, определяющими свойства ЭМП.

Длина волны λ , частота колебаний f и скорость распространения электромагнитных волн в воздухе связаны соотношением $c = \lambda \cdot f$.

В ЭМП существуют 3 зоны, различающиеся по расстоянию (радиусу) от источника: зона индукции ($1/6 \lambda$), зона интерференции ($1/6 \lambda - 6 \lambda$), зона излучения ($> 6 \lambda$).

Электромагнитные поля

В зоне индукции (ближней) электромагнитная волна еще не сформирована, и поэтому на человека действуют независимо друг от друга напряженность электрического и магнитного полей.

В зоне интерференции (промежуточной) одновременно действуют на человека напряженность электрического и магнитного полей, а также энергетическая составляющая.

В зоне излучения (дальняя) на человека действует только энергетическая составляющая (ППЭ), а векторы E и H всегда взаимно перпендикулярны. В вакууме $E = 377 H$.

Для токов промышленной частоты размер зон 1 и 2 составляет несколько десятков км. Начиная с СВЧ ($3 \cdot 10^8$ Гц), зона индукции уменьшается и оценивается плотностью потока энергии (ППЭ).

Источники ЭМП и излучений

Естественные: атмосферное электричество, радиоизлучения Солнца и галактик, электрическое и магнитное поля Земли.

Источниками ЭП промышленной частоты (50 Гц) являются: линии электропередач, а также все высоковольтные установки промышленной частоты. Магнитные поля промышленной частоты возникают вокруг любых электроустановок и токопроводов промышленной частоты.

Источниками электромагнитных излучений радиочастот являются мощные радиостанции, антенны, установки индукционного нагрева, исследовательские установки, высокочастотные приборы и устройства, используемые в промышленности, медицине и в быту.

Источниками электростатического поля и ЭМИ являются ПЭВМ и ВДТ на электронно – лучевых трубках. Главная опасность - излучение монитора в диапазоне 5 Гц ... 400 кГц и статический электрический заряд на экране.

Спектр электромагнитных излучений

| Наименование ЭМИ | | Диапазон частот, Гц | Длина волны, м |
|------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Статические | Постоянные ЭМП | 0 | - |
| Низкочастотные | Крайне- и сверхнизкие | 3 ($10^0 \dots 10^2$) | $10^8 \dots 10^6$ |
| | Инфра- и очень низкие | 3 ($10^2 \dots 10^4$) | $10^6 \dots 10^4$ |
| Радиочастотные | Длинные волны (ДВ) | 3 ($10^4 \dots 10^5$) | $10^4 \dots 10^3$ |
| | Средние волны (СВ) | 3 ($10^5 \dots 10^6$) | $10^3 \dots 10^2$ |
| | Короткие волны (КВ) | 3 ($10^6 \dots 10^7$) | $10^2 \dots 10^1$ |
| | Ультракороткие (УКВ) | 3 ($10^7 \dots 10^8$) | $10^1 \dots 10^0$ |
| | Микроволны (СВЧ) | 3 ($10^8 \dots 10^{11}$) | $10^0 \dots 10^{-3}$ |
| Оптические | Инфракрасные | 3 ($10^{11} \dots 10^{14}$) | $10^{-3} \dots 10^{-6}$ |
| | Видимые | 3 (10^{14}) | $(0,38-0,76) 10^{-6}$ |
| | Ультрафиолетовые | 3 ($10^{14} \dots 10^{15}$) | $10^{-6} 10^{-7}$ |
| Ионизирующие | Рентгеновские | 3 ($10^{15} \dots 10^{19}$) | $10^{-7} \dots 10^{-11}$ |
| | Гамма-излучение | 3 ($10^{19} \dots 10^{21}$) | $10^{-11} \dots 10^{-14}$ |

Действие ЭМП на человека

Степень воздействия излучений на организм человека зависит от:

- 1) диапазона частот
- 2) продолжительности облучения
- 3) интенсивности воздействия соответствующего фактора

- 4) характера излучения (непрерывное, модулированное)
- 5) режима облучения
- 6) размеров облучаемой поверхности тела
- 7) индивидуальных особенностей организма.

В ЭП атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризуются, возникают ионные токи, избыточная теплота отводится до известного предела, начиная с величины энергии $I = 10 \text{ мВт/см}^2$ (тепловой порог) организм не справляется с отводом тепла, что сопровождается повышением температуры тела, локальным нагревом тканей, возможны изменения в крови (количество лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина).

Воздействие НЧ нарушает ЦНС, ССС. СВЧ : головная боль, боли в сердце, утомляемость, нарушение сна. Тяжелые поражения редки.

Нормирование ЭМП

В электрическом поле промышленной частоты нормируется напряженность электрического E поля (кВ/м):

E менее 5— пребывание в течение всего рабочего дня без ограничений, от 5 до 10 ≤ 180 мин, от 10 до 15 ≤ 90 мин, от 15 до 20 ≤ 10 мин, от 20 до 25 ≤ 5 мин.

Для магнитного поля промышленной частоты нормируется H в зависимости от характера воздействия (излучение непрерывное или периодическое) и общего времени воздействия в течении смены. Для постоянных магнитных полей $H = 8$ кА/м в течении 8 час.

Для электростатического поля $E = 60/\sqrt{t}$, $t = 1 \dots 9$ час. Для 8 час = 20 кВ/м.

Нормирование ЭМП

В радиодиапазоне частот 30 кГц...300 МГц нормируется

E , В/м и H , А/м.

В диапазоне частот 300 МГц...300ГГц нормируется плотность потока энергии (ППЭ) ≤ 10 Вт/м², а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры ($> 28^{\circ}$ С) – 1 Вт/м².

Для ПЭВМ в диапазоне 0,5 Гц...2 кГц: $E = 25$ В/м, $H = 0,2$ А/м, а в диапазоне 2...400 кГц: $E = 2,5$ В/м и $H = 0,02$ А/м; электростатический потенциал = 500 В.

Защита от ЭМП (КЗ)

- 1) уменьшение напряженности и плотности потока энергии
- 2) экранирование рабочего места (отражением , поглощением)
- 3) удаление рабочего места от источника (расстоянием)
- 4) уменьшение продолжительности контакта (временем)
- 5) рациональное размещение оборудования
- 6) рациональные режимы работы оборудования и персонала
- 7) применение предупреждающей сигнализации (свет, звук)
- 8) заземление изолированных от земли машин, механизмов.

Защита от ЭМП

Средства индивидуальной защиты:

1) спецодежда из металлизированной ткани в виде: комбинезонов, халатов, курток с капюшоном, фартуков, жилетов, рукавиц, перчаток. Все части защитной одежды должны иметь между собой электрический контакт;

2) спецобувь;

3) средства защиты лица.

Очки обязательны при интенсивности $>10 \text{ Вт/см}^2$, например, очки ОРЗ-5 со стеклами, покрытыми защитным слоем полупроводникового оксида олова, ослабляют мощность излучения в диапазоне длин волн 0,8...150 см не менее, чем в 1000 раз.

Лазерное излучение

в диапазоне от $30 \cdot 10^{11}$ до $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц генерируют оптические ~~квантовые генераторы – лазеры. Лазерное излучение (ЛИ) имеет узкий не~~ фокусированный или фокусированный световой поток в видимой области длин волн, в ИК или в УФ спектре.

Специфическими свойствами ЛИ являются острая направленность, одноцветность большая мощность луча. Не фокусированный луч имеет ширину 1-2 см, фокусированный 1...0,01 мм и мене.

Классификация лазеров

1 класс (безопасный) выходное излучение не опасно для глаз

2 класс (мало опасный) опасно для глаз прямое или зеркально отраженное

3 класс (средне опасный) опасно для глаз прямое, зеркальное, а также диффузно отраженное на расстоянии 10 см от отражающей поверхности (или) для кожи прямое или зеркально отраженное

4 класс (высоко опасный) опасно для кожи диффузно отраженное на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Лазерное излучение

Действие на организм.

Тепловая энергия лазера вызывает ожоги, особенно глаз. Лазеры большой мощности могут повредить внутренние органы и мозг. ЛИ может вызвать нарушения ССС. Опасно не только прямое, но и отраженное ЛИ.

Защита от лазерного излучения:

КЗ: - экранирование, - использование ДУ,

- применение TV систем управления процессом,
- сведение к минимуму отражающих поверхностей оборудования и стенок.

Работа выполняется при общем ярком освещении в специальном помещении, дверь которого должна иметь блокировку и знак лазерной безопасности. При эксплуатации лазеров обязателен ежегодный дозиметрический контроль.

СИЗ: специальные противолазерные очки, фильтры, защищающие глаза, щитки, маски, технологические халаты и перчатки.

Статическое электричество (СЭ)

СЭ— совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках.

Статическая электризация может наблюдаться

во время следующих техпроцессов:

- при переливе жидкости (Ж) в незаземленные резервуары;
- при движении Ж, пылевоздушных смесей в незаземленных трубах;
- в процессе перемешивания веществ в смесителях;
- при механической обработке пластмасс (на станках и вручную);
- при дроблении, кристаллизации материалов;
- при трении диэлектриков между собой и др.

СЭ : действие , средства защиты

Разряды СЭ для человека не опасны, но могут вызвать болевые, нервные ощущения, быть причиной непроизвольного резкого движения, что может привести к травматизму.

Наиболее опасны искровые разряды, энергия которых превышает минимальную энергию зажигания горючих сред. СЭ может нарушать техпроцессы, создавая помехи в работе электронных приборов автоматики и телемеханики.

Средства коллективной защиты:

- изменение техпроцессов (↓ параметров, подбор пар);
- заземление оборудования и емкостей хранения ЛВЖ и ГЖ);
- увеличение влажности воздуха или применение антистатических примесей, применение антистатических покрытий (смазок) для уменьшения удельного электрического сопротивления;
- ионизация воздуха для безискрового снятия заряда.

СИЗ: кожаная обувь, антистатические перчатки, халаты, электропроводимые подушки стула (работа сидя), браслеты. Пол должен быть электропроводящим.

