

Іонізуюче випромінювання. Дія електромагнітного випромінювання на організм людини. Опромінювання оптичного діапазону.

Термін "**іонізуюче випромінювання**" характеризує будь-яке випромінювання, яке прямо або посередньо викликає іонізацію оточуючого середовища (утворення позитивно та негативно заряджених іонів).

Особливістю іонізуючих випромінювань є те, що всі вони відзначаються високою енергією і викликають зміни в біологічній структурі клітин, які можуть призвести до їх загибелі. На іонізуючі випромінювання не реагують органи чуття людини, що робить їх особливо небезпечними.

Класифікація іонізуючих випромінювань, яка прахує їх природу, наведена на рис. 1.



Рис.1

Рентгенівське випромінювання виникає в результаті зміни п ану енергії електронів, що знаходяться на внутрішніх оболонках ітомів, і має довжину хвилі $(1000 - 1) \cdot 10^{-12} \text{ м}$.

Гамма (γ)-випромінювання виникають при збудженні ядер і m і в або елементарних частинок. Довжина хвилі $(1000 - 1) \cdot 10^{-15} \text{ м}$.

Джерелом γ -випромінювання є ядерні вибухи, розпад ядер радіоактивних речовин, вони утворюються також при проходженні швидких заряджених частинок крізь речовину. Поширюється воно зі швидкістю світла і використовується в медицині для стерилізації приміщень, апаратури, продуктів харчування.

Альфа (α)-**випромінювання** - іонізуюче випромінювання, що складається з α -частинок (ядер гелію), які утворюються при ядерних перетвореннях і рухаються зі швидкістю близько до 20000 км/с.

Бета (β)-**випромінювання** - це електронне та позитронне іонізуюче випромінювання з безперервним енергетичним спектром, що виникає при ядерних перетвореннях. Швидкість (β -частинок близька до швидкості світла.

Небезпека, викликана дією радіоактивного випромінювання на організм людини буде тим більшою, чим більше енергії передасть і тканинам це випромінювання.

Кількість такої енергії, переданої організму, або поглинутої ним, називається **дозою**. **Розрізняють експозиційну, поглинуту та еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання.**

Ступінь іонізації повітря оцінюється за експозиційною дозою Рентгенівського або гамма-випромінювання.

Експозиційною дозою називається повний заряд dQ іонів одного знака, що виникають у малому об'ємі повітря при повному гальмуванні всіх вторинних електронів, котрі були утворені фотонами до маси повітря dm в цьому об'ємі:

Одиницею вимірювання експозиційної дози є кулон на 1 кг (Кл/кг). Позасистемна одиниця - рентген (Р).

Поглинута доза випромінювання (Д) - це фізична величина, яка дорівнює співвідношенню середньої енергії, переданої при випромінюванні речовині, в деякому елементарному об'ємі до маси речовини в ньому.

Одиниця вимірювання поглинутої дози - грей (Гр.); 1 Гр = 1 Дж/кг.

Застосовується також позасистемна одиниця - рад. 1 рад = 0,01 Гр.

Еквівалентна доза (Н) - основна дозиметрична величина в зоні радіаційної безпеки. Еквівалентна доза дорівнює добутку поглиненої дози Д на середній коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання К у даному елементі об'єму біологічної тканини:

Одиниця еквівалентної дози - бер. 1 бер = 0,01 Дж/кг.

Поглинута та експозиційна дози випромінювання, що належать до одиниці часу, визначають потужність доз (рівень радіації). Рівень радіації характеризує ступінь забруднення місцевості та вказує, яку дозу може дістати людина, перебуваючи на забрудненій території, за певний проміжок часу. Одиницею вимірювання радіації є рентген, рад та бер за 1 годину.

У результаті дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах можуть виникати складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. При цьому порушується нормальне протікання біохімічних реакцій та обмін речовин в організмі.

В залежності від поглинутої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть носити зворотній або незворотній характер. При незначних дозах опромінення вражені тканини відновлюються. Тривалий вплив доз, які перевищують гранично допустимі межі, може викликати незворотні зміни в окремих органах або у всьому організмі й виразитися в хронічній формі променевої хвороби. Віддаленими наслідками променевого враження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини.

Небезпека радіоактивних елементів для людини визначається здатністю організму поглинати та накопичувати ці елементи. Тому при потраплянні радіоактивних речовин усередину організму уражаються ті органи та тканини, у яких відкладаються ті чи інші ізотопи: йод - у щитовидній залозі; стронцій - у кістках; уран і плутоній - у нирках, товстому кишечнику, печінці; цезій - у м'язовій тканині; натрій поширюється по всьому організму. Ступінь небезпеки залежить від швидкості виведення радіоактивних речовин з організму людини. Більша частина людських органів є мало чутливою до дії радіації. Так, нирки витримують сумарну дозу приблизно 23 Гр (2300 рад), отриману протягом п'яти тижнів, сечовий міхур - 55 Гр (5500 рад) за один місяць, печінка - 40 Гр (400 рад) за місяць.

Ймовірність захворіти на рак знаходиться в прямій залежності від дози опромінення. Перше місце серед онкологічних захворювань займають лейкози. Їх дія, що веде до загибелі людей, виявляється приблизно через 10 років після опромінення.

Норми радіаційної безпеки

Основними документами, якими регламентується радіаційна безпека в Україні, є: Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97 та Основні санітарні правила роботи з радіоактивними та іншими іонізуючими речовинами ОСП-72/87.

У НРБУ-97 наведено систему дозових меж та їх застосування, а також зазначено три категорії людей, які можуть зазнати опромінення:

- категорія А - персонал, який безпосередньо працює з радіоактивними речовинами;
- категорія Б - особи, що безпосередньо не працюють із радіоактивними речовинами, але за умови розміщення їх на робочих місцях або місцях проживання можуть потрапити під дію опромінення;
- категорія В - інше населення країни.

Для категорії А введено поняття "гранично допустима доза" (ГДД).

ГДД та МД для трьох груп органів

| Групи критичних органів | Гранично допустима доза для категорії А, бер/рік | Межа дози для категорії Б бер/рік |
|---|--|-----------------------------------|
| I група - все тіло, гонади, червоний кістковий мозок | 5 | 0,5 |
| II група - м'язи, печінка, легені, селезінка, нирки та інші | 15 | 1,5 |
| III група - шкіра, кістки, голіпки, стопи | 30 | 3 |
| | | |

Граничнодопустима доза - найбільше значення індивідуальної дози за рік, котре при рівномірному впливі протягом 50 років не викликає в стані здоров'я персоналу несприятливих змін, які виявляються сучасними методами.

Для категорії Б - межа дози (МД).

Межа дози - це найбільше середнє значення індивідуальної еквівалентної дози за календарний рік, при якому рівномірне опромінення протягом наступних 70 років не може призвести до несприятливих змін у стані здоров'я людей, які можуть бути виявлені сучасними методами.

Межа річного надходження (МРН) - допустимий рівень надходження радіонуклідів в організм людей категорії В.

МРН - таке надходження радіонуклідів в організм людини протягом року, яке за наступні 70 років створить у критичному органі максимальну еквівалентну дозу.

Оскільки ступінь ураження органів залежить не тільки від кількості еквівалентної дози, поглинутої органом, але й від його природи, встановлено ГДД та МД для трьох груп органів в берах на рік, які наведені у табл.

У табл. 2 наведені норми радіаційної безпеки (НРБ) у берах за рік, тиждень, день для категорії осіб А, Б, В. Таблица 2

Норми радіаційної безпеки

| Категорія осіб | День, мбер | Тиждень, мбер | Рік, Бер |
|----------------|------------------------------|---------------|----------|
| А | 17 | 100 | 5 |
| Б | 17 | 10 | 0,5 |
| В | Не вище, ніж для категорії Б | | |

Допустима разова доза опромінення для чоловіків становить 2,3 бер, а для жінок - 1,3 бер.

Захист від радіаційного випромінювання

Питання захисту людини від впливу радіаційних випромінювань постали одночасно з їх відкриттям. Це пояснюється, по-перше, тим, що радіаційне випромінювання швидко почало застосовуватися в науці та на практиці, і, по-друге, комплексом виявлених негативних їх впливів на організм людини.

У нашій країні захист працюючих від впливу радіаційного випромінювання забезпечується системою загальнодержавних заходів. І іони складаються з комплексу організаційних і технічних заходів. Ці заходи залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючого випромінювання та від типу джерела випромінювання.

Для захисту від зовнішнього опромінювання, яке виникає при роботі із закритими джерелами випромінювання, основні зусилля необхідно направити на попередження переопромінення персоналу *шляхом*:

- збільшення відстані між джерелом випромінювання і людиною (захист відстанню);
- скорочення тривалості роботи в зоні випромінювання (захист часом);
- екранування джерела випромінювання (захист екранами). Під закритими джерелами радіаційного випромінювання розуміють такі, які виключають можливість потрапляння радіоактивних речовин в оточуюче середовище. У виробничих і лабораторних умовах необхідно якомога швидше застосовувати дистанційне управління роботою обладнання, яке дає можливість виконувати операції з радіоактивними речовинами на відстані.

Захист від внутрішнього опромінення вимагає виключення без посереднього контакту з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді та попередження попадання їх у повітря робочого простору,

Під внутрішнім опроміненням розуміють вплив на організм людини випромінювань радіоактивних речовин, що потрапляють всередину організму. На дверях приміщень, в яких

проводиться робота з відкритими джерелами радіоактивного випромінювання, повинен знаходитися знак радіаційної Рис. 14.2. Знак безпеки - на жовтому фоні три червоних пелюстки.

Особливе значення при роботі з відкритими джерелами радіоактивного випромінювання має особиста гігієна та засоби індивідуального захисту працюючого. В залежності від виду виконуваних робіт і небезпечності цих робіт застосовують спецодяг (комбінезони або костюми), спецбілизну, шкарпетки, спецвзуття, рукавиці, респіратори.

Радіоактивні речовини повинні знаходитися в спеціальних приміщеннях. По кожному з них необхідно вести суворий облік надходжень і витрат, щоб виключити можливість їх безконтрольного використання. Порядок транспортування радіоактивних речовин регламентується Спеціальними правилами. Радіоактивні речовини перевозять у спеціальних контейнерах і спеціально обладнаним транспортом. **Результати усіх видів радіаційного контролю повинні реєструватися і зберігатися** протягом 30-ти років. При індивідуальному контролі ведуть облік річної дози опромінення, а також сумарної дози за весь період професійної діяльності людини.

ЕЛЕКТРО-МАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

У процесі науково-технічного розвитку людство додало до фонового випромінювання цілий ряд факторів, які підсилили це випромінювання в декілька разів (**антропогенні ЕМП**). У побуті та промисловості набули масового застосування обладнання та прилади, робота яких пов'язана з утворенням електромагнітних випромінювань широкого діапазону частот. Зростання рівня ЕМП різко підсилюється з початку 30-х років ХХ століття. В окремих районах їх рівень в сотні разів перевищує рівень полів природного походження. Джерелами випромінювань електромагнітної енергії є потужні радіо та телевізійні станції, ретранслятори, засоби радіозв'язку різного призначення, в тому числі і супутникового, промислові установки височастотного нагріву металів, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт, вимірювальні прилади, персональні комп'ютери (ПК).

В аеропортах та на військових об'єктах працюють потужні радіо локатори, які випромінюють в оточуюче середовище потоки електромагнітної енергії. Потужність та кількість джерел ЕМП постійно зростає.

У табл. наведена номенклатура діапазонів частот

| № з/п | Назва діапазону частот | Діапазон частот, Гц | Діапазон довжин хвиль, м | Назва діапазону довжин хвиль |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1 | Низькі частоти (НЧ) | $3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$ | $10^1 - 10^3$ | Довгі (кілометрові) |
| 2 | Середні частоти (СЧ) | $3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$ | $10^2 - 10^2$ | Середні (гектаметрові) |
| 3 | Високі частоти (ВЧ) | $3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$ | $10^2 - 10$ | Короткі (декаметрові) |
| 4 | Дуже високі частоти (ДВЧ) | $3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$ | $10 - 1$ | Ультракороткі (метрові) |
| 5 | Ультрависокі частоти (УВЧ) | $3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$ | $1 - 10^{-1}$ | Дециметрові |
| 6 | Надвисокі частоти (НВЧ) | $3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$ | $10^{-1} - 10^{-2}$ | Сантиметрові |
| 7 | Надзвичайно високі частоти (НЗВЧ) | $3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$ | $10^{-2} - 10^{-3}$ | Міліметрові |

Електромагнітні поля діапазону частот 30 кГц - 300 ГГц поширюються у просторі без наявності провідника із струмом зі швидкістю, близькою до швидкості світла (300 000 км/с).

Інтенсивність поля в діапазоні частот 30 кГц - 300 МГц оцінюється напруженістю поля. У діапазоні 300 МГц - 300 ГГц поле оцінюється поверхневою густиною потоку енергії (ГПЕ), тобто кількістю енергії, яка припадає в одиницю часу на одиницю площі. Одиницею виміру ГПЕ є Вт/м кв.

Дія електромагнітного випромінювання на організм людини, його нормування

Електромагнітні поля негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання, а також на населення, яке мешкає поблизу джерел випромінювання.

Встановлено, що переважна частина населення знаходиться в умовах підвищеної активності

ЕМП. Можна вважати, що в діапазоні промислових частот (у тому числі 50 Гц) допустимо розглядати вплив на біологічний об'єкт електричної і магнітної складової поля роздільно (нарізно). В будь-якій точці ЕМП промислової частоти енергія магнітної складової поля, яка поглинається тілом людини в 50 разів менша від енергії електричної складової цього БЛІЯ, що поглинається тілом. Це дає змогу зробити висновок, що в діапазоні промислових частот дією магнітної складової поля на біологічний об'єкт можна знехтувати, а негативний вплив на організм обумовлений електричною складовою поля.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини взагалі залежить від діапазону частот, тривалості опромінення, характеру опромінення, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, яке опромінюється, та індивідуальних особливостей організму.

У результаті дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Ці порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи. У результаті дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц - 300 МГц спостерігається: загальна слабкість, підвищена втома, сонливість, порушення сну, головний біль та біль п ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухово-мовні реакції. Виникає ряд симптомів, які свідчать про порушення роботи окремих органів - шлунку, печінки, підшлункової залози. Погіршуються харчові та статеві рефлекси, діяльність серцево-судинної системи, фіксуються зміни показників білкового та вуглеводного обміну, змінюється склад крові, зафіксовані зміни на рівні клітин. При систематичній дії ЕМП високої та надвисокої частоти ні організм людини спостерігається підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів).

Для попередження професійних захворювань, які виникають в результаті тривалої дії електромагнітних випромінювань, встановлені гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань, ДСН 3.3.6.096-2002 державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.

Рівні ЕМП необхідно контролювати не рідше 1 разу на рік. Якщо вводиться в дію новий об'єкт або здійснюється реконструкція старих об'єктів, то заміри рівня електромагнітних випромінювань проводяться перед введенням їх в експлуатацію.

Захист від електромагнітних випромінювань

Вибір того чи іншого способу захисту від дії електромагнітних випромінювань залежить від робочого діапазону частот, характеру виконуваних робіт, напруженості та щільності потоку енергії ЕМП, необхідного ступеня захисту.

До числа заходів зменшення впливу на працівників ЕМП на лежать: організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Організаційні заходи здійснюють органи санітарного нагляду. Вони проводять санітарний нагляд за об'єктами, в яких використовуються джерела електромагнітних випромінювань. Крім того, ще на стадії проектування об'єктів потребує забезпечення таке розміщення джерел ЕМП, яке б зводило до мінімуму їх вплив на працюючих.

Інженерно-технічні заходи передбачають використання в умовах виробництва дистанційного керування апаратурою, що є джерелом випромінювання, екранування джерел випромінювання, застосування індивідуальних заходів захисту (халатів, комбінезонів і металізованої тканини, з виводом на заземлюючий пристрій). Для захисту очей доцільно використовувати захисні окуляри і 1115-90. Скло окулярів вкрито напівпровідниковим оловом, що послаблює інтенсивність електромагнітної енергії при світло пропусканні не нижче 75%.

Лікарсько-профілактичні заходи передбачають проведення систематичних медичних оглядів працівників, які перебувають у зоні дії ЕМП, обмеження в часі перебування людей в зоні підвищеної інтенсивності електромагнітних випромінювань, видачу працюючим безкоштовного лікарсько-профілактичного харчування, перерви санітарно-оздоровчого характеру. Електромагнітні випромінювання комп'ютера

Дослідження вчених за останні 20 років показали, що електромагнітні поля, створені технічними системами, навіть у сотні разів слабші природного поля Землі, можуть бути небезпечними для здоров'я людини. Якщо не змінити принципи побудови електронних та радіотехнічних систем, то тенденція їх розвитку і негативний вплив на біологічні системи на рівні

дії полів можуть при* звести до катастрофічного, за своїми наслідками, впливу на біосферу та людину.

Особливо стрімко в наше життя входять комп'ютери і *телевізійні* системи. Сьогодні у всьому світі комп'ютери займають важливе місце у роботі, житті та відпочинку людей. Без них вже неможливо уявити сучасний світ. Особливу увагу медики приділяють дослідженням впливу електромагнітних випромінювань на жінок в період вагітності. статистичні дані свідчать про те, що робота за комп'ютером порушує нормальний хід вагітності, часто є причиною появи на світ дітей із вродженими вадами, з яких найпоширенішими є дефекти розвитку головного мозку. Тому необхідно, щоб керівництво своєчасно переводило вагітних жінок на роботу, не пов'язану з використанням моніторів.

Результати досліджень, проведених у науково-дослідних центрах показали, що електромагнітне випромінювання й портативних комп'ютерів типу Notebook значно перевищує ВО логічні нормативи. Беручи до уваги результати досліджень щодо величини електромагнітного випромінювання Notebook, можна прийти до висновку, що інформаційна торсійна компонента нічим не відрізняється від моніторів на основі електронно-променевої трубки (ЕПТ) за рівнем негативного впливу на користувача. Необхідно зазначити, що рівні електромагнітних випромінювань портативних комп'ютерів перевищує ують нормативні параметри для багатьох комп'ютерів з моніторами на основі ЕПТ.

Безпечні рівні випромінювань

Рівні електромагнітних випромінювань моніторів, які вважаються безпечними для здоров'я користувачів, регламентуються нормами MPR II 1990:10 Шведського національного комітету по вимірюванням та дослідженням, які вважаються базовими, а також більш жорсткими нормами TCO 92,95 Шведської конференції профспілок. Це ілюструє таблиця. Норми на рівні ЕМВ стали законом для багатьох провідних фірм, які виготовляють монітори.

| Види поля | TCO | MPRII |
|--|---|---|
| <i>Змінне електронне поле 5 Гц - 2 КГц 2 КГц - 400 КГц</i> | <i>ЮВ/м 1 В/м на відстані 0,3 м від центру екрану і 0,5 м навколо монітора</i> | <i>2,5 В/м 2,5 В/м на відстані 0,5 м навколо монітора</i> |
| <i>Змінне магнітне поле 5 Гц - 2 КГц 2 КГц - 400 КГц</i> | <i>250 нТл 200 мА/м 25 нТл 20 мА/м на відстані 0,3 м від центру екрану і 0,5 м навколо монітора</i> | <i>250 нТл 200 мА/м 25 нТл 20 мА/м на відстані 0,5 м навколо монітора</i> |

Зараз у нашій країні проводиться розробка національних нормативних документів, спрямованих на охорону праці користувачів ПК.. Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є "Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) і електронно-обчислювальних машин" ДСанПІН 3.3.2.007-98.

ВИПРОМІНЮВАННЯ ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ

У промисловості і побуті набули масового застосування прилади та обладнання, робота яких пов'язана з використанням або утворенням в процесі роботи електромагнітних випромінювань оптичного діапазону, до яких належать електромагнітні коливання з довжиною хвиль від 0,2 мкм до 1000 мкм.

Оптичний діапазон випромінювань - **діапазон** електромагнітного випромінювання з довжинами хвиль від 10 нм (пикометр 10^{-12} м) до 1 мм. **Оптичний діапазон**

підрозділяється на чотири області: рентгенівську (10 нм — 5 нм), ультрафіолетову (5—380 нм), видиму (380—770 нм) та інфрачервону (770 нм - 1 мм).

Залежно від довжини хвилі ці випромінювання поділяються на: випромінювання видимого діапазону; інфрачервоні; ультрафіолетові; лазерні.

Робота персоналу, який обслуговує таке обладнання, а також людей, які знаходяться поблизу нього, пов'язана з дією випромінювань оптичного діапазону на організм людини та потребує рекомендацій щодо захисту від них.

Інфрачервоне випромінювання

До інфрачервоних випромінювань належать електромагнітні випромінювання (ЕМВ) невидимої частини спектру, що знаходяться в діапазоні довжини хвилі λ 0,78 мкм -1000 мкм.

Джерелом інфрачервоного випромінювання є будь-яке тіло температура поверхні якого перевищує температуру абсолютного нуля (-273 К). Спектральний склад випромінювань інфрачервоного діапазону залежить від температури поверхні тіла. Чим вища температура тіла, тим коротша довжина випромінюваної електромагнітної хвилі. Вплив інфрачервоного випромінювання на люди J ну залежить від довжини хвилі, що випромінюється, й від глибини проникнення променів. В залежності від цього інфрачервоне! випромінювання поділяють на три ділянки: А,В,С.

А - ближня (короткохвильова) - характеризується високою проникністю крізь шкіру λ , = 0,78-1,4 мкм;

В - середня (середньохвильова) - поглинається шарами дерми та підшкірною жировою тканиною λ = 1,4-3,0 мкм;

С - далека (довгохвильова) - поглинається епідермісом λ = 3,0 мкм-1000 мкм.

Інфрачервоне випромінювання, що потрапляє на тіло людини, впливає, перш за все, на незахищені його ділянки (обличчя, руки, шию, груди, очі). Основним його проявом є тепло, яке проникає на деяку глибину в тканини. Тіло людини може витримувати інфрачервоне випромінювання певної густини потоку енергії, яка вимірюється в Вт/м². Так, при густині потоку випромінювання величиною 280-260 Вт/м² відчувається ледь помітне тепло. Його людський організм може витримувати тривалий час без будь-яких змін у його функціональному стані. При густині потоку випромінювання величиною 560-1050 Вт/м² настає межа, коли людина не витримує дію інфрачервоного випромінювання. Знаходження людини протягом тривалого періоду часу в зоні інфрачервоного випромінювання значної потужності, як і при дії високих температур, впливає на центральну нервову систему, серцево-судинну систему (збільшується частота серцебиття, змінюється артеріальний тиск, прискорюється дихання), порушує тепловий баланс в організмі, що призводить до посиленого потовиділення, втрати необхідних для організму люди ні солей. Діючи на очі, інфрачервоне випромінювання викликає помутніння кришталика, опік сітківки, кон'юнктивіти.

Для захисту людини від інфрачервоного випромінювання використовують декілька способів.

Захист відстанню. Цей спосіб полягає в тому, що при відданні пі від джерела випромінювання густина потоку енергії зменшується пропорційно відстані до нього.

Захист часом передбачає обмеження перебування людини в зоні інфрачервоного випромінювання.

Теплоізоляція джерела випромінювання передбачає застосування конструкторських та технологічних рішень, направлених на теплоізоляцію випромінюваної поверхні матеріалами (скловата, цегла), що знижують температуру поверхні випромінювання.

Екранування джерела випромінювання полягає у використанні непрозорих або напівпрозорих екранів, які можуть бути відбиваючими або теплопоглинаючими. Для охолодження використовують водяні завіси з водяної плівки.

Індивідуальні засоби захисту: спецвзуття, спецодяг, який витримує високі температури і захищає від інфрачервоних випромінювань, який водночас є м'яким і повітронепропускним (брзент, сукно). Для захисту очей використовують спеціальні окуляри з скельцями жовто-зеленого або синього кольору.

16.2. Ультрафіолетове випромінювання

Ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ) називають електромагнітні випромінювання в оптичній ділянці з довжиною хвилі в діапазоні 200-380 нм.

За способом генерації воно належить до теплового випромінювання, але за своєю дією подібне до іонізуючого випромінювання, **Природнім джерелом** УФВ є сонце. **Штучними джерелами** є електричні дуги, лазери, газорозрядні джерела світла.

Генерація ультрафіолетового випромінювання починається при температурі тіла понад 1200°C, а його інтенсивність зростає з підвищенням температури. Вплив УФВ на людину кількісно оцінюється за еритемною дією, тобто в почервонінні шкіри, яке в подальшому (як правило, через 48 годин) призводить до її пігментації (засмаги).

УФВ має незначну проникаючу здатність. Воно затримується верхніми шарами шкіри людини. Ультрафіолетове випромінювання необхідне для нормальної життєдіяльності людини. За тривалої відсутності УФВ в організмі людини розвиваються негативні явища, яке отримало назву "світлового голодування".

У той же час тривала дія значних доз УФВ може призвести до враження очей та шкіри. Враження очей гостро проявляються у вигляді фото- або електрофтальмії. Тривала дія УФВ довжиною хвилі 00-280 нм може призвести до утворення ракових клітин. УФВ впливає на центральну нервову систему, викликає головний біль, підвищення температури, нервові збудження, зміни у шкірі та крові.

У цій сфері в Україні діють чинні нормативні документи (НД) ДСТУ ІЕС 60335-2-27:2010 «Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 2-27. Додаткові вимоги до приладів ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання для догляду за шкірою (ІЕС 60335-2-27:2007, ІДТ)» та ДСТУ-Н РМГ 69:2007 «Метрологія. Характеристики оптичного випромінювання соляріїв. Методика виконання вимірювань (РМГ 69-2003, ІДТ)».

До заходів захисту від УФВ належать конструкторські та технологічні рішення, які або усувають генерацію УФВ, або знижують його рівень. Застосовується екранування джерел УФВ. Екрани можуть бути хімічними (хімічні речовини, які містять інгредієнти, що поглинають УФВ) і фізичними (перепони, віддзеркалюючі або поглинаючі промені). Ефективним засобом захисту від дії УФВ є одяг, виготовлений із спеціальних тканин, що затримують УФВ і наприклад, із попліну, бавовни). Для захисту очей використовують окуляри із захисним склом. Руки захищають рукавицями.

Лазерне випромінювання

Нормативний документ ДСТУ EN 60825-1:2016 Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство пользователям (EN 60825-1:2014/AC:2017-06, ІДТ). Поправка № 1:2019

Більш широкого застосування в промисловості, науці і медицині знаходять оптичні квантові генератори (ОКГ) - лазери.

Лазери використовують при дефектоскопії матеріалів, в радіо електронній промисловості, в будівництві, при обробці твердих надтвердих матеріалів. За їх допомогою здійснюється багатоканальний зв'язок на великих відстанях, лазерна локація, дальнометрія, швидке опрацювання інформації.

Лазер - це генератор електромагнітних випромінювань оптичного діапазону, робота якого полягає у використанні вимушених випромінювань.

Принцип дії лазера базується на властивості атома (складної квантової системи) випромінювати фотони при переході із збудженого стану в основний (з меншою енергією).

Головною особливістю лазерного випромінювання є його гостра направленість, що дозволяє на великій відстані від джерела отримати точку світла майже незмінних розмірів.

За характером генерації електромагнітних хвиль лазери діляться на імпульсні (тривалість випромінювання до 0,25 с) і лазери безперервної дії (тривалість випромінювання від 0,25 с і більше).

Лазер генерує електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 0,2 до 1000 мкм. Цей діапазон, із точки зору біологічної дії, поділяється на три ділянки:

- ультрафіолетову (від 0,2 до 0,38 мкм);

| | |
|---|--|
| 1 | Не є небезпечним для очей та шкіри |
| 2 | Становить небезпеку при опроміненні очей прямим або віддзеркаленим випромінюванням |
| 3 | Становить небезпеку при опроміненні очей прямим віддзеркаленим, а також дифузно віддзеркаленим випромінюванням на відстані 10 см від дифузно віддзеркалюючої поверхні та при опроміненні шкіри прямим або віддзеркаленим випромінюванням |
| 4 | Становить небезпеку при опроміненні шкіри дифузно віддзеркаленим випромінюванням на відстані 10 см від цієї поверхні |

- видиму (від 0,38 до 0,78 мкм);
- ближню інфрачервону (від 1,4 до 1000 мкм). У зв'язку з малою довжиною хвилі лазерне випромінювання може бути сфокусоване оптичними системами невеликих геометричних розмірів (розміри обмежені

Усі лазери повинні бути марковані знаком

дифракцією), завдяки чому на малій площі досягається велика густина енергії випромінювання.

Дія лазерного випромінювання на організм людини має складний характер і обумовлена як безпосередньою дією лазерного випромінювання на тканину, так і вторинними явищами, які обумовлені змінами в організмі внаслідок опромінення. Розрізняють термічну і біологічну дію лазерного випромінювання на тканини, що може приплести до теплової, ударної дії світлового тиску, електрострикції. (механічні коливання під дією електричної складової електромагнітного поля), перебудови внутрішньоклітинних структур та інше.

Вражаюча дія лазерного променя залежить від потужності, довжини хвилі випромінювання, тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, часу взаємодії, біологічних та фізико-хімічних особливостей опромінюваних тканин та органів.

Термічна дія випромінювання лазерів безперервної дії має багато спільного із звичайним нагріванням. При помірній інтенсивності випромінювання на шкірі можуть з'явитися видимі зміни (порушення пігментації, почервоніння) з досить чіткими межами ураженої ділянки, а при інтенсивності випромінювання понад 100 Дж виникає кратероподібний отвір внаслідок руйнування та випарювання клітинних структур.

Загалом, шкіряний покрив, який сприймає більшу частину енергії лазерного випромінювання, значною мірою захищає організм людини від серйозних внутрішніх ушкоджень. Але є відомості, що опромінення окремих ділянок шкіри викликає порушення у різних системах організму, особливо нервовій та серцево-судинній.

При великій інтенсивності і дуже малій тривалості імпульсів спостерігається біологічна дія лазерного випромінювання, обумовлена процесами, які виникають внаслідок вибіркового поглинання тканинами електромагнітної енергії, а також електричними і фотоелектричними ефектами. Тому, при відносно слабких ушкодженнях шкіри може виникати ураження внутрішніх тканин - набряки, крововиливи, змртвіння тканин, згортання крові. Результатом лазерного опромінення, навіть дуже малих доз, можуть бути такі явища, як нестійкість артеріального тиску, порушення серцевого ритму, втома, роздратування, головний біль, підвищена збудженість, порушення сну. Звичайно, такі порушення зворотні і зникають після відпочинку.

Особливо чутливі до дії лазерного випромінювання очі людини. ураження очей виникає від влучення як прямого, так і відбитого променя лазера, навіть якщо поверхня відбиття не є дзеркальною.

Під лазерною безпекою розуміється сукупність організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, які забезпечують безпеку умов праці персоналу при використанні лазерів.

Прийняття тих або інших заходів лазерної безпеки залежить, перш за все, від класу лазера. Клас безпеки лазера встановлюється підприємством, яке його виготовляє.

Установка лазерів дозволяється тільки у спеціально обладнаних приміщеннях. На дверях приміщення, де знаходяться лазери 2,3, 4 класів, повинні бути нанесені знаки лазерної небезпеки.

Лазери 4 класу повинні бути розташовані у окремих приміщеннях. Велике значення має стан приміщення всередині. Всі предметна винятком спеціального устаткування, не повинні мати дзеркальної поверхні.

Розташовувати устаткування потрібно так, щоб воно стояло цільно. Для лазерів 2, 3, 4 класів на лицьовій стороні пультів і панелей управління необхідно залишати вільний простір шириною 1,5 м - при однорядовому розташуванні лазерів, і шириною не менше 2 м - при дворядовому. Із задніх та бокових сторін лазерів потрібно залишати відстань не менше 1 м.

Керування лазерами 4 класу повинно бути дистанційним, а двері приміщення, де вони знаходяться, мати блокування.

При використанні лазерів 2 та 3 класів необхідно запобігати попаданню випромінювання на робочі місця. Повинні бути передбачені огороження лазерно шкідливої зони, або екранування пучка випромінювання. Для екранів та огорож потрібно вибирати вогнестійкі матеріали, які мають найменший коефіцієнт відбиття на довжину хвилі генерації лазера. Ці матеріали не повинні виділяти токсичні речовини при дії на них лазерного випромінювання.

При експлуатації лазерів 2, 3, 4 класів треба здійснювати періодичний дозиметричний контроль (не менше одного разу на рік), а також додатково в наступних випадках: при надходженні в експлуатацію нових лазерів 2-4 класів, при зміні конструкції засобів захисту, при організації нових робочих місць.