Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни „Основи охорони праці‖ для студентів III курсу усіх напрямків підготовки денної форми навчання/ Укладач: асистент Стрюк Т.Ю., Одеса, ОДЕКУ, 2012р.,61. с.

Підп. до друку Формат 60*84/16 Папір офс.
Умовн. друк. арк. Тираж Зам. №

Надруковано з готових оригіналів-макетів

Одеський державний екологічний університет
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

Зміст

		Стор.
	Вступ	3
1	Практична робота 1. Пожежонебезпечні властивості речовин і первинні засоби пожежогасіння	4
2	Практична робота 2. Розрахунок основних параметрів шуму	12
3	Практична робота 3. Дослідження метеорологічних умов виробничих приміщень	17
4	Практична робота 4. Розрахунок вентиляції	25
5	Практична робота 5. Дослідження характеристик промислового освітлення	30
6	Практична робота 6. Розрахунок інтегральної бальної оцінки тяжкості праці на робочому місці	38
7	Практична робота 7. Розрахунок засобів захисту від електромагнітних полів у діапазоні частот 300МГц ... 300 ГГц	51
8	Практична робота 8. Розрахунок контурного захисного заземлення в цехах з електроустановками напругою до 1000 В.	56

Вступ

„Основи охорони праці‖ (ООП) – це нормативна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх фахівців необхідного рівня знань з питань охорони праці.

Дані методичні вказівки розглядають питання курсу ООП і дають можливість мати комплексну уяву про дисципліну.

У методичних вказівках розглядаються теоретичні й практичні питання з дослідження умов праці на робочих місцях у виробничих приміщеннях.

Методичні вказівки складаються з восьми практичних робіт:

1.Пожежонебезпечні властивості речовин і первинні засоби пожежогасіння;

2.Розрахунок основних параметрів шуму;

3.Дослідження метеорологічних умов виробничих приміщень;

4.Розрахунок вентиляції;

5.Дослідження характеристик промислового освітлення;

6.Розрахунок інтегральної бальної оцінки тяжкості праці на робочому місці;

7.Розрахунок засобів захисту від електромагнітних полів у діапазоні частот 300МГц ... 300 ГГц;

8.Розрахунок контурного захисного заземлення в цехах з електроустановками напругою до 1000 В.

Практичні роботи оцінюються згідно з робочою програмою, що становить 4 бали за кожну виконану роботу. Під час виконання практичної роботи студент повинен ознайомитися з основними положеннями та коротко їх законспектувати, провести розрахунки та захистити її у викладача.

Практична робота 1
Пожежонебезпечні властивості речовин і первинні засоби пожежогасіння

Мета роботи

1. Вивчити пожежні характеристики речовин і матеріалів, категорії виробництва з пожежної небезпеки.
2. Вивчити первинні засоби вогнегасіння.

Загальні відомості

На підприємствах для різних технологічних цілей використовуються вогненебезпечні та вибухонебезпечні тверді матеріали, рідини і гази. Їх основними пожежними характеристиками є температури спалаху, займання, самозаймання, концентраційні межі займання.

Під **температурою спалаху** розуміють найнижчу температуру рідини, при якій над її поверхнею утворюється пароповітряна суміш, здатна спалахувати від джерела запалення, але швидкість освіти її недостатня для подальшого горіння. Залежно від температури спалаху рідини по мірі пожежної небезпеки розділяють на дві групи – легкозаймисті і горючі рідини.

Рідини, що мають температуру спалаху пари 61°С і нижче, називаються легкозаймистими (ЛЗР), а вище 61°С – горючими рідинами (ГР). Виходячи з цієї класифікації приміщення, в яких використовуються або зберігаються ЛЗР або ГР, вважаються відповідно вибухонебезпечними або пожежонебезпечними.

Температурою займання називається температура горючої речовини (рідини), при якій вона спалахує від відкритого джерела вогню і продовжує стійке спокійне горіння після видалення цього джерела. При цьому виді горіння виділяється кількість теплоти, достатня, щоб викликати нове утворення пари та газів в результаті випару і підтримувати горіння до тих пір, поки не згорить уся речовина.

Під **температурою самозаймання** розуміють найнижчу температуру речовини, матеріалу, суміші, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що закінчуються горінням з полум'ям. Температуру самозаймання горючих матеріалів, речовин і рідин визначають за тією ж методикою, що і температуру займання, але при цьому ініціація полум'я відкритим джерелом запалення не відбувається.

У виробничих приміщеннях пари ЛЗР і ГР, а також горючі гази можуть утворити при певній концентрації вибухові суміші. Найменшу концентрацію пари рідин або газів в повітрі, при якій вони запалюються від відкритого вогню, називають **нижньою межею займання** (НМЗ).

Концентрацію, вище за яку пари і гази не запалюються, називають **верхньою межею займання** (ВМЗ). Область концентрації між нижньою і верхньою межами займання називають областю або діапазоном займання. Пальні пили або волокна при певній їх концентрації в повітрі також можуть запалюватися від відкритого джерела запалення. Тому така характеристика, як **концентраційні межі займання**, використовуються для оцінки їх пожежної небезпеки. Верхні межі займання пилу настільки високі, що для практичних умов вони недосяжні і у зв'язку з цим не регламентуються. Концентраційні межі займання для газів і пари вимірюються у відсотках, для пилу – в грамах на кубічний метр.

Самозаймання – це початок горіння речовини, матеріалу або суміші без впливу відкритого джерела запалювання внаслідок різкого збільшення швидкості екзотермічних реакцій. Залежно від причин самозаймання буває хімічним, мікробіологічним і тепловим. Хімічне самозаймання виникає при дії на речовини кисню повітря, води або при взаємодії речовин. Нерідкі пожежі через самозаймання промаслених ганчірок, клоччя, вати і навіть металевої стружки. Теплове самозаймання – це самозаймання при нагріванні матеріалу вище температури самозаймання. Мікробіологічне самозаймання характерно для органічних дисперсних і волокнистих матеріалів, усередині яких можлива життєдіяльність мікроорганізмів. Схильністю до мікробіологічного самозаймання володіють горючі матеріали, особливо зволожені, які слугують поживним середовищем для мікроорганізмів, життєдіяльність яких пов'язана з виділенням теплоти (торф, деревна тирса та ін.). З цієї причини велика кількість пожеж і вибухів відбувається при зберіганні сільськогосподарських продуктів (наприклад, силос, зволожене сіно) в елеваторах.

Матеріали по займистості діляться на вогнетривкі, спалимі і важкоспалимі. Вогнетривкі матеріали під дією вогню або високої температури не запалюються, не горять і не обвуглюються (неорганічні матеріали, метали, гіпсові конструкції). Спалимі матеріали під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються та продовжують горіти, тліти або обвуглюватися після видалення джерела запалювання (всі органічні матеріали). Важкоспалимі матеріали під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються та продовжують горіти або тліти тільки при наявності джерела запалювання, а після його видалення горіння або тління припиняється. До них відносяться матеріали, що складаються з вогнетривких і горючих складових (асфальтовий бетон, цементний фіброліт; деякі полімерні матеріали та пінопласти).

Забезпечення пожежної та вибухової безпеки промислових об'єктів залежить відпожежовибухобезпеки речовин і матеріалів, які там

використовуються, а також їх кількості. Згідно ОНТП 24-8 приміщення та будівлі по вибухової та пожежної небезпеки ділять на п'ять категорій.

Категорія А – виробництва, в яких знаходяться в обігу горючі гази з НМЗ до 10%, рідини з температурою спалаху парів до 28 °С за умови, що зазначені гази і рідини можуть утворити вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення; речовини, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та один з одним.

Категорія Б – виробництва, в яких знаходяться в обігу горючі гази з НМЗ більше 10% до обсягу повітря; рідини з температурою спалаху парів від 28 до 61 °С (включно); рідини, нагріті в умовах виробництва до температури спалаху і вище, горючій пил або волокна з НМЗ до 65 г/м^3, за умови, що зазначені гази, рідини і пили можуть утворити вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення.

Категорія В – виробництва, в яких знаходяться в обігу рідини з температурою спалаху парів вище 61 °С; горючій пил чи волокна з НМЗ більше 65 г/м^3 до об'єму повітря; речовини, здатні горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та один з одним; тверді спалимі речовини і матеріали.

Категорія Г – виробництва із застосуванням негорючих речовин і матеріалів в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; твердих, рідких та газоподібних речовин, які спалюються або утилізуються як паливо.

Категорія Д – виробництва із застосуванням негорючих речовин і матеріалів в холодному стані.

Пожежна безпека промислових об'єктів забезпечується системою запобігання пожеж, системою протипожежного захисту і організаційно-технічними заходами.

Методи гасіння пожеж:

1) зниження температури палаючого речовини;
2) зниження концентрації окиснювача (ізоляція вогнища горіння від повітря або зниження процентного вмісту кисню шляхом розведення повітря негорючими газами);
3) хімічне гальмування реакції горіння (інгібування);
4) механічний збивши полум'я (відрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя газу чи води).

Фізико-хімічні властивості й особливості засобів гасіння

Вогнегасні речовини (ВР) – це речовини, що володіють фізико-хімічними властивостями, які дозволяють створити умови для припинення горіння.

Відповідно до способів припинення горіння вогнегасні речовини підрозділяються на: охолоджуючі, розбавляючі, ізолюючі, інгібіючі. Однак строго розділити вогнегасні речовини за цими ознаками неможливо, тому що всі вони мають комбінований вплив при наявності домінуючої властивості. У даний час широко використовуються такі вогнегасні речовини: вода, піни (механічні та хімічні), водні емульсії різних хімікатів, водяна пара, інертні гасять речовини (вуглекислий газ, азот, димові гази), хладони і порошки.

Вода – рідина при температурі від 0 до 100 °С. Способи подачі – компактний чи розпушений струмінь. Є найбільш широко застосовуваним засобом гасіння пожеж різних речовин і матеріалів. Високі вогнегасні якості води пояснюються великою теплоємністю (теплота паротворення 2260 кДж/кг), високою термічною стійкістю (1700 ºС), значним збільшенням обсягу при паротворенні (у 1700 разів). За допомогою води можна остудити зону горіння або речовини, що горять, зменшити концентрацію речовин, що реагують у зоні горіння, і ізолювати їх від неї. До достоїнств води як засобу гасіння відносяться доступність, дешевизна, значна теплоємність, висока схована теплота випару, рухливість, хімічна нейтральність і відсутність отруйності.

До недоліків води відносяться порівняно висока температура замерзання, недостатня в ряді випадків (наприклад, при гасінні тліючих матеріалів) змочувальна здатність, порівняно висока електропровідність (особливо в присутності добавок проти замерзання, змочувачів та ін.), що ускладнює гасіння установок під напругою. Для зниження температури замерзання у воду вводять антифризи (деякі мінеральні солі, гліколі). Щоб підвищити змочувальну здатність води, в неї вводять 0,5...2,0 % поверхнево-активних речовин (ПАР). Для зменшення розтікаємості у воду вводять добавки, що підвищують її в'язкість.

Воду не можна застосовувати для гасіння речовин, які бурхливо реагують з нею з виділенням тепла, пальних, а також токсичних і корозійно-активних газів. До таких речовин відносяться багато металів і металоорганічних з'єднань, карбіди і гідриди металів, розпечені вугілля і залізо. Нафтопродукти та багато інших органічних рідин при гасінні водою можуть спливати на її поверхню, збільшуючи площу пожежі. У цьому випадку доцільно застосовувати розпилену воду. Слід пам'ятати, що при гасінні водою олій і жирів можуть відбуватися викид чи розбризкування палаючих продуктів. Не можна також застосовувати для гасіння пальних пилів суцільні струмені води, щоб уникнути утворення вибухонебезпечного середовища. У цьому випадку треба застосовувати розпилену воду зі змочувачем. Водою не можна гасити електроустановки під напругою і легкі нафтопродукти, тому що вони плавають на її поверхні.

Основний спосіб впливу на горіння – охолодження. Має вторинний ефект – при перетворенні в пару ізолює вогнище пожежі і знижує зміст кисню в зоні горіння.

Піна – дисперсна система, що складається з осередків - пухирців газу, розділених плівками рідини. Основною властивістю вогнегасної піни є її спроможність припиняти надходження в зону горіння пальних парів і газів, у результаті чого горіння припиняється. Істотну роль відіграє також охолоджуюча дія вогнегасних пін, яка значною мірою властива пінам низької кратності, що містять велику кількість рідини. За способом одержання піни розділяються на хімічні й повітряно-механічні.

Хімічна піна застосовується для гасіння ЛЗР та ГР і всіх інших речовин, які можна гасити водою. Хімічна піна складається (за обсягом): з 80% вуглекислого газу, 19,7% води і 0,3% піноутворюючої речовини.

Характеристики піни: питома маса близько 0,2 г/см^3, кратність (відношення об'єму піни до об'єму продуктів, з яких вони отримані) близько 5, стійкість (час з моменту утворення до її повного розпаду) близько 40 хв. При гасінні пожеж ЛЗР та ГР піна,покриваючи поверхні, ізолює їх від навколишнього повітря, а вуглекислий газ, що звільняється внаслідок руйнування бульбашок піни, знижує концентрацію кисню в навколишньому повітрі.

Повітряно-механічна піна може бути низької (до 20), середньої (до 300) і високої (до 1000) кратності. Піну низької кратності застосовують для гасіння нафтопродуктів (крім гідрофільних – ацетону, спирту та ін.), багатьох твердих речовин і матеріалів, а також для захисту конструкцій, апаратів та іншого обладнання від теплового випромінювання при пожежі. Піна середньої кратності (в межах від 80 до 150) є основним засобом гасіння нафтопродуктів та інших ЛЗР та ГР (крім гідрофільних), а також твердих матеріалів і речовин. Вона добре захищає предмети і матеріали від займання, її стійкість приблизно 3-5 хв. Чим більше кратність піни, тим менше її стійкість і навпаки, тому піна високої кратності має вельми обмежене застосування.

Вуглекислий газ – широко вживаний засіб для гасіння пожеж. При тиску в 6 МПа він набуває рідкого стану, в якому його зберігають у балонах вуглекислотних вогнегасників. При виході з вогнегасників, перетворюючись в газоподібний стан, вуглекислий газ колосально збільшує свій об'єм і охолоджується до температури мінус 50 °С, охолоджуючи палаючу речовину і ізолюючи її від доступу повітря. З 1 кг рідкої вуглекислоти утворюється 506 л газу. При введенні 12...25% (по обсягу) вуглекислоти в приміщення, що горить, горіння припиняється. Основний спосіб впливу на горіння – розведення парогазоповітряної суміші пальних пар і газів з повітрям (киснем), додатковий – охолодження (твердий двооксид вуглецю).

Вуглекислий газ застосовується для гасіння пожеж електроустановок, що знаходяться під напругою, невеликих кількостей горючих рідин на екскаваторах, насосно-акумуляторних станціях, в лабораторіях, бібліотеках, архівах і т.п. Вуглекислий газ не може застосовуватися для гасіння деяких речовин. Такі метали, як натрій, калій, берилій, кальцій та інші, горять в атмосфері CO_2. Для гасіння цих металів застосовують азот або аргон.

Азот так само, як і вуглекислий газ, знижує вміст кисню в повітрі, що оточує палаючу речовину, в результаті чого припиняється горіння. Його вогнегасна концентрація повинна бути не менше 31% від обсягу, в якому повинно бути забезпечено гасіння пожежі. Азот найчастіше застосовують для попередження займання масла у великих гартівних ваннах (наприклад, при термообробці рейок, балок), попередження вибуху в установках захисного газу при термічній обробці металу.

З деякими металами (магній, алюміній, цирконій, літій) азот може утворювати нітриди металів, що володіють вибуховими властивостями і чутливістю до ударів. У цих випадках для гасіння пожежі використовується **аргон**.

Ефективним засобом пожежогасіння є **галоїдні вуглеводні** (хладони), які гальмують хімічні реакції горіння, тобто надають інгібуючу дію. **Галоїдні вуглеводні** – речовини, основними компонентами яких є бромистий етил, бромистий метил, дібромтетрафторетан та ін. Хладони – це товарне найменування граничних галоїдних вуглеводнів, у молекулах яких обов'язково є атоми фтору, а також можуть бути всі інші галогени (раніше називалися фреонами). Для пожежогасіння використовують бромутримуючі, а також бромхлорутримуючі хладони.

Основу хладонів, застосовуваних для пожежогасіння, складають алкани з числом атомів вуглецю від 1 до 3. За прийнятою в Україні номенклатурою хладони позначають у такий спосіб: перша цифра – число атомів вуглецю в молекулі мінус одиниця, друга – число атомів водню плюс одиниця, третя – число атомів фтору; бром (а також йод) позначають буквою В (чи І) і цифрою, що відповідає числу атомів Br (чи І); число атомів хлору визначається по числу зв'язків в молекулі, що лишилися незаповненими (вільними). Наприклад, діфторхлорбромметан (CF2ClBr) позначається як хладон 12В1.

Механізм вогнегасної дії хладонів полягає в гальмуванні ланцюгового процесу, що відбувається при горінні, яке обумовлено зв'язуванням активних центрів (переважно атомів водню). Хладони використовують в основному в установках об'ємного гасіння і флегматизації, а також у ручних вогнегасниках. Основний спосіб впливу на горіння – інгібування, додатковий – розведення.

Порошкові склади призначаються для гасіння металів (калію, натрію, літію, магнію тощо), нафтопродуктів та інших горючих речовин.

Сутність гасіння порошками полягає у створенні повітронепроникного шару, ізолюючого палаючу поверхню від надходження повітря. Достоїнство порошкових складів полягає в тому, що після гасіння поверхня металу залишається покритою захисним шаром порошку, що перешкоджає повторному займанню. Недоліки цих складів – порівняно низька вогнегасна здатність внаслідок поганої охолоджуючої дії, гідрофільність багатьох порошків, що призводить до їх злежуваності при зберіганні.

Первинні засоби служать для гасіння пожеж в початковій стадії їх розвитку до прибуття пожежних підрозділів. До них відносять ручні, пересувні та стаціонарні вогнегасники; бочки з водою, укомплектовані відрами; ящики з піском, укомплектовані совковими лопатами; азбестові, грубошерсті полотна, повсть розміром не менше 1х1 м, ломи, багри, сокири, ножиці для різання решіток та ін. Промислові об'єкти мають внутрішню і зовнішню системи водопостачання.

В даний час застосовують вогнегасники різних типів, що підрозділяються по виду вогнегасних засобів на вуглекислотні, хімічні пінні, повітряно-пінні, хладонові, порошкові і комбіновані.

У вогнегасниках використовуються вогнегасні речовини, які мають різні властивості і, відповідно, способи впливу на процес горіння.

Вуглекислотні вогнегасники ділять на ручні, стаціонарні та пересувні. Вогнегасною засобом у них є зріджений вуглекислий газ, тому вони призначаються для гасіння різноманітних пожеж. Придатні для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В, і можуть бути використані при температурі навколишнього повітря 25 ... 50°С. **Хімічні пінні** вогнегасники призначаються для гасіння вогнищ пожеж твердих матеріалів, а також різних горючих рідин на площі до 1 м^2, за винятком електроустановок, що знаходяться під напругою, а також лужних металів. **Повітряно-пінні** вогнегасники випускаються ручні, пересувні та стаціонарні. Вони призначаються для гасіння загорянь різних речовин, матеріалів, виключаючи лужні метали та електроустановки, що знаходяться під напругою, можуть застосовуватися при температурі навколишнього повітря +5...+50 °С. **Хладонові** вогнегасники призначаються для гасіння загорянь на легковому, спеціальному транспорті, у виробничих приміщеннях і в побуті. Промисловість випускає вогнегасники: аерозольні хладонові (вогнегасною засобом їх є фреон), вуглекислотні – брометілові і стаціонарні – спеціальні. **Порошкові** вогнегасники випускаються: ручні, пересувні, стаціонарні, комбіновані. Вони призначені для гасіння загорянь різних твердих матеріалів і речовин, ЛЗР і ГР, лужноземельних металів; електроустановок до 1000 В, що перебувають під напругою.

Необхідна кількість первинних засобів пожежогасіння для приміщень, споруд, установок і складів промислових підприємств визначається згідно з «Правилами пожежної безпеки в Україні».

Контрольні запитання

1) Чим визначається пожежна небезпека речовин і матеріалів?
2) Які пожежні характеристики рідин, газів і пилу?
3) Охарактеризувати причини самозаймання. Дати визначення температураспалаху, займання і самозаймання.
4) Дати характеристику згораючих, горючих та важкогорючих матеріалів.
5) За якими ознаками визначають категорію виробництв по пожежної небезпеки?
6) Які методи і засоби гасіння пожеж ви знаєте?
7) Дати характеристики основних засобів гасіння.
8) Що відносять до первинних засобів пожежогасіння?
9) Дати характеристику основним видам вогнегасників. Які їх області застосування?

Література

1. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Навчальний посібник. – Вид. 4-те доповнене. – Львів: Афіша, 2000.– 351с.
2. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. В.Ц. Жидецького.– Львів: Афіша, 2000.– 352с.
3. Рожков А.П. Пожежна безпека на виробництві. – К.: Основа, 1997.– 448с.
4. Правила пожежної безпеки в Україні. – К.: Укрархбудінформ, 1995.– 195с.

Практична робота 2
Розрахунок основних параметрів шуму

Мета роботи

Ознайомитися з принципом розрахунку рівня шуму від декількох джерел.

Загальні відомості

Шумом прийнято вважати всякий небажаний для людини звук, що не несе корисної інформації. Шум на виробництві знижує продуктивність праці, особливо при виконанні точних робіт, маскує небезпеку від рухомих механізмів, ускладнює розбірливість мови, призводить до професійної приглухуватості, а при великих рівнях шуму може привести до механічного пошкодження органів слуху. Шум в побутових умовах, особливо в нічний час, заважає нормальному відпочинку.

Характеристиками шуму є інтенсивність шуму I, звуковий тиск P, звукова потужність N, рівень інтенсивності звуку L_I, рівень звукового тиску L_P, рівень звукової потужності L_N, частота коливань і спрямованість джерела шуму.

Рівень (L) – це відносна величина, введена для зручності оцінки шуму, тому що абсолютні значення характеристик шуму можуть змінюватися в дуже широких межах, а сприйняття шуму вухом людини підкоряється логарифмічній залежності (вухо реагує на відносні зміни):

—, , — — (1)

В цих формулах I, P, N – фактичні значення, I_0 – інтенсивність звуку на порозі чутності, рівна 10^{-12} Вт/м^2, а значення P_0 і N_0 приймають такими ($P_0 = 2*10^{-5}$ Па, $N_0 = 10^{-12}$ Вт), щоб для одного і того ж звуку виконувалася умова:

$$L_I = L_P = L_N \qquad (2)$$

Одиниця виміру рівнів – децибел. Одному белу відповідає збільшення інтенсивності звуку на порозі чутності в 10 разів. Звукові хвилі починають викликати больові відчуття при значеннях тиску 200 Па або інтенсивності звуку 100 Вт/м^2, що відповідає рівню інтенсивності звуку (звукового тиску) 140 дБ.

Оцінка гучності звуку людиною залежить не тільки від рівня інтенсивності, але і від частоти коливань. Для оцінки суб'єктивного сприйняття людиною звуків різної частоти введені частотно-кореговані характеристики шумоміром A, B і C. **Характеристика A** дозволяє дати інтегральну оцінку рівня шуму, близьку до оцінки цього шуму людиною.

Шум може бути представлений у вигляді суми гармонійних коливань. Розкладання шуму на гармонійні складові (на окремі тони) називається спектральним аналізом. В залежності від характеру шуму його спектр може бути дискретним (тональним), безперервним (широкосмуговим) або змішаним. Звуковий діапазон частот ділиться на 3 області: низькочастотну (16 - 400 Гц), середньочастотну (400 - 1000 Гц) і високочастотну (1000 - 20000 Гц). Найбільш чутливе вухо до коливань в діапазоні частот від 1000 до 3000 Гц.

За тимчасовими характеристиками шуми бувають: постійні (рівень змінюється небільш ніж на 5 дБ А за 8-годинний робочий день), непостійні (переривчасті, імпульсні, що коливаються в часі).

За походженням шум може бути: механічний, аеродинамічний, гідродинамічний, електромагнітний.

Нормування шумів у виробничих приміщеннях здійснюється відповідно до ГОСТ12.1.003-89 ССБТ "Шум. Загальні вимоги безпеки ». При нормуванні шуму використовують 2 методи: нормування щодо граничного спектру шуму (принцип нормування шуму на підставі граничних спектрів в октавних смугах частот) і нормування рівня звуку в децибелах за шкалою А – дБА (здійснюється інтегральна оцінка всього шуму, на відміну від спектральної).

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях згідно ГОСТ 12.003-76 представлені в табл.1.

Таблиця 1 - Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з среднегеометричними частотами, Гц								Еквівалентний рівень звуку, дБА
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	
Приміщення конструкторських бюро, програмістів ЕОМ, лабораторій для теоретичних робіт	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення та дільниці точного складання	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничому приміщенні	99	92	86	83	80	8	6	4	85

Для зниження шуму застосовують такі методи: зменшення шуму в джерелі; зміна спрямованості випромінювання; раціональне планування підприємств і цехів; акустична обробка приміщень; зменшення шуму на шляху його поширення. Найбільш раціональний метод – зменшення шуму в джерелі шляхом вдосконалення технологічних процесів і обладнання. Часто зниження шуму досягається шляхом звукоізоляції джерела і установки глушників. Зниження шуму також можна забезпечити шляхом раціонального планування підприємств і цехів. При цьому найбільш шумні цехи повинні бути сконцентровані в одному-двох місцях. Відстань між гучними цехами і тихими приміщеннями повинно забезпечувати необхідне зниження звуків. Всередині будівлі тихі приміщення потрібно розташовувати далеко від шумних так, щоб їх розділяло кілька інших приміщень або огорожа з хорошою звукоізоляцією. Найбільш гучні машини і механізми закривають звукоізолюючими кожухами, екранами і кабінами, локалізуючи таким чином джерело шуму. У тих випадках, коли неможливо ізолювати гучні машини, або в зв'язку з необхідністю стежити за робочим процесом пульт управління машин укладають в звукоізольовану кабіну з оглядовим вікном, при цьому приміщення кабіни акустично обробляють.

Таким чином, зниження шуму може бути досягнуто:

– Технічними засобами боротьби з шумом (застосуванням технологічних процесів, при яких рівень звукового тиску на робочих місцях не перевищує допустимих норм; зменшенням шуму в джерелі; зменшенням шуму по дорозі його поширення та ін);
– Будівельно-акустичними заходами;
– Застосуванням дистанційного управління шумними машинами;
– Застосуванням засобів індивідуального захисту;
– Організаційними заходами (вибором раціонального режиму праці та відпочинку, скороченням часу перебування в галасливих умовах);
– Лікувально-профілактичними заходами.

Акустичні розрахунки полягають у визначенні рівня шуму в розрахункових точках. Якщо в розрахункову точку потрапляє шум від декількох джерел, то сумарнийрівень шуму ΣL, дБ, знаходиться за формулою:

$$\Sigma \quad (\quad) \qquad \Sigma \qquad (3)$$

Якщо визначається для n однакових (рівно шумних) джерел, то формула (3) спрощується:

$$\Sigma \qquad , \qquad (4)$$

де n – кількість рівно шумних джерел.

При визначенні рівня шуму, що приходить в розрахункову точку від джерела шуму, що знаходиться на відстані **r**, можна користуватися виразом

(5)

де L_r – рівень шуму в розрахунковій точці, дБ;

L_i – рівень шуму в джерелі, що знаходиться на відстані r, м, від розрахункової точки, дБ.

Розрахунок параметрів виробничого шуму

Для освоєння методики розрахунку виробничого шуму кожен студент виконує індивідуальне завдання.

Задача. Визначити загальний рівень звукової потужності шуму ΣL від устаткування в розрахунковій точці для виробничого приміщення. Розрахувати необхідне зниження шуму на даному робочому місці. Вихідні дані представлені в табл. 2.

Таблиця 2 - Вихідні дані

Варіант	Характеристика джерел шуму								
	1-а група			2-а група			3-я група		
	L_i	n	r	L_i	n	r	L_i	n	r
1	80	6	5	85	3	8	95	5	7
2	72	5	10	90	3	9	90	6	4
3	75	4	8	80	5	7	78	3	5
4	86	5	20	99	5	6	82	5	6
5	90	3	10	76	4	5	85	8	5
6	88	4	15	83	3	4	74	9	3
7	105	3	16	92	4	9	89	4	7
8	103	2	12	90	4	8	83	6	5
9	102	6	5	85	3	7	90	2	9
10	70	4	18	80	5	6	75	8	6

Примітка. У таблиці використано такі позначення: L_i – рівень звукової потужності кожного з рівношумних джерел, дБ; n – кількість рівношумних джерел; r – середня відстань від розрахункової точки до групи рівношумних джерел, м.

Порядок виконання

1. Визначити сумарний рівень шуму в межах кожної групи рівношумних джерел за формулою (4).
2. Визначити рівень шуму в розрахунковій точці, створюваний кожною групою джерел окремо, за формулою (5).
3. Провести підсумовування рівнів звукової потужності всіх груп джерел шуму для розрахункової точки по формулі (3).

Контрольні запитання

1. Що таке виробничий шум? Який вплив виробничий шум робить на людину, які захворювання може викликати?
2. Охарактеризувати основні види і характеристики шуму.
3. З якою метою введена характеристика «рівень шуму»?
4. Як поділяються шуми по тимчасовим факторам?
5. Охарактеризувати методи захисту працюючих від шуму.
6. У чому полягає нормування виробничого шуму? У яких випадках застосовують нормування шуму по еквівалентному рівню?
7. Середньогеометрична частота октави. Де вона використовується і що характеризує?

Література

1. Охорона праці в машинобудуванні / Під ред. Е.Я. Юдіна і С.В. Белова – М., 1983. – 342 с.
2. Денісенко Г.Ф. Охорона праці - М., 1985. – 157 с.
3. Піскун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник /За заг. ред. І.П.Піскуна. – Суми: Видавництво –Університетська книга‖, 2000. - 207с.
4. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. В.Ц.Житецького.- Львів: Афіша, 2000. - 352с.
5. Тімофеєнко Л.П., Усок В.Ф. Зниження шуму на промислових підприємствах – К., 1980. – 113 с.
6. Лагунов Л.Ф., Осіпов Г.Л. Боротьба з шумом в машинобудуванні – М., 1980. – 201 с.
7. Боротьба з шумом на виробництві. Довідник/ Під ред. ЕЛ. Юдіна – М., 1985. - 324 с.
8. ГОСТ 12.1.029-80 (ст. СЕВ 1928-79) ССВТ. Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація.

Практична робота 3
Дослідження метеорологічних умов виробничих приміщень

Ціль роботи

1. Вивчити нормативи параметрів мікроклімату виробничих приміщень.
2. Освоїти методику розрахунку кількості повітря, необхідного для подачі загальнообмінної вентиляції з метою забезпечення оптимальних значень параметрів мікроклімату.

Загальні відомості.

Основними **параметрами мікроклімату**, що впливають на життєдіяльність і працездатність людини, є температура виробничого приміщення, відносна вологість і швидкість руху повітря.

Необхідність обліку основних параметрів мікроклімату може бути пояснена на підставі розгляду теплового балансу між організмом людини й навколишнім середовищем виробничих приміщень. Людина постійно перебуває в процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. Для того, щоб фізіологічні процеси в його організмі протікали нормально, теплота, шо виділяється організмом повинна відводиться в оточуюче людину середовище. Відповідність між кількістю цієї теплоти й охолоджуючою здатністю середовища характеризує її як комфортну. В умовах комфорту в людини не виникає його температурних відчуттів, що турбують, холоду або перегріву. Віддача теплоти організмом людини в навколишнє середовище відбувається в результаті теплопровідності, конвекції, випромінювання, випару вологи з поверхні шкіри. Частина теплоти витрачається на нагрівання вдихуваного повітря. Кількість теплоти, що віддає організм людини різними шляхами, залежить від величини того або іншого параметра мікроклімату.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги» установлює оптимальні й припустимі величини температури, відносної вологості й швидкості руху повітря для робочої зони виробничих приміщень.

Нормування параметрів мікроклімату здійснюють залежно від пори року, категорії робіт, характеристики виробничого приміщення за надлишками явної теплоти.

За порами року розрізняють холодний і перехідний **періоди** із середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижче 10°С; теплий період з температурою 10° С и вище.

Всі роботи по **тяжкості** поділяються на категорії:

– Легкі фізичні (категорія I) з енерговитратами до 138 Дж/с (категорія Іа), з енерговитратами від 138 до 172 Дж/с (категорія Іб); до них

відносяться, наприклад, основні процеси точного приладобудування і машинобудування;

– Фізичні середньої тяжкості (категорія II) з енерговитратами від 172 до 232 Дж/с (категорія IIа), з енерговитратами від 232 до 293 Дж/с (категорія IIб), до них відносяться роботи в механоскладальних, механізованих ливарних, прокатних, термічних цехах і т.п.;

– Важкі фізичні (категорія III) з енерговитратами більше 293 Дж/с, до них належать роботи, пов'язані з систематичними фізичними напругою і перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, - в ковальських цехах з ручною ковкою, ливарних з ручним набиванням і заливкою опок і т.п.

По надлишку явної теплоти всі виробничі приміщення поділяються на приміщення з незначними надлишками явної теплоти, якщо на 1 $м^3$ обсягу припадає 23,2 Дж/с і менше (холодні цехи), і зі значними надлишками, якщо на 1 $м^3$ об'єму виділяється більше 23,2 Дж/с (гарячі цехи).

Явна теплота – теплота, яка надходить в робоче приміщення від обладнання, опалювальних приладів, нагрітих матеріалів, людей та інших джерел в результаті інсоляції та впливає на температуру повітря в цьому приміщенні.

Нормуються допустимі та оптимальні параметри мікроклімату. Оптимальні поширюються на всю робочу зону, допустимі – на постійні робочі місця (ПРМ) і місця тимчасового перебування (МТП). Допустимі показники встановлюються у випадку, коли з технологічних, технічних чи економічних причин неможливо забезпечити оптимальні норми.

Встановлені **ГОСТ 12.1.005-88** оптимальні та допустимі параметри мікроклімату для виробничих приміщень наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1 - Оптимальні норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, ^oC	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Холодний	Легка - Іа	22-24	40-60	0,1
	Легка - Іб	21-23		0,1
	Средньої тяжкості - IIа	18-20		0,2
	Средньої тяжкості - IIб	17-19		0,2
	Тяжка – Ш	16-18		0,3
Теплий	Легка - Іа	23-25		0,1
	Легка - Іб	22-24		0,2
	Средньої тяжкості - IIа	21-23		0,3
	Средньої тяжкості - IIб	20-22		0,3
	Тяжка – Ш	18-20		0,4

Таблиця 2 - Допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень в холодний і перехідний періоди року.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		ПРМ	МТП		
Холод-ний	Легка - Іа	21-25	18-26	75	≤ 0,1
	Легка - Іб	20-24	17-25	75	≤ 0,2
	Середньої тяжкості - IIа	17-23	15-24	75	≤ 0,3
	Середньої тяжкості - IIб	15-21	13-23	75	≤ 0,4
	Тяжка – Ш	13-19	12-20	75	≤ 0,5
Теплий	Легка - Іа	23-25	20-30	55 (при 28°С)	0,1-0,2
	Легка - Іб	22-24	19-30	60 (при 27°С)	0,1-0,3
	Середньої тяжкості - IIа	21-23	17-29	65 (при 26°С)	0,2-0,4
	Середньої тяжкості - IIб	20-22	15-29	70 (при 25°С)	0,2-0,5
	Тяжка – Ш	18-20	13-28	75 (при 24°С)	0,2-0,6

Засоби нормалізації мікроклімату поділяються на наступні групи: усувають джерело тепловиділень, що захищають від теплової радіації (поглинають і відображають стаціонарні і рухомі екрани), що полегшують тепловіддачу тіла людини(застосування місцевого кондиціювання, використання повітряного душа), індивідуальна захист (спецодяг з сукна, брезенту, капелюхи з повсті, фетру,спецвзуття, окуляри зі світлофільтрами).

Основні напрями щодо оздоровлення повітряного середовища виробничих приміщень такі:

– Механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними;

– Застосування технологічних процесів і обладнання, що виключають утворення шкідливих речовин або попадання їх у робочу зону;

– Захист від джерел теплових випромінювань;

– Пристрій вентиляції та опалення;

– Застосування засобів індивідуального захисту.

Велике значення має загальнообмінна вентиляція. **Розрахунок** загальнообмінної вентиляції полягає у визначенні кількості повітря, яке потрібно подавати в приміщення (або видаляти), L. Кількість повітря, $м^3/с$, можна розрахувати по виділенню в приміщенні надлишкового тепла:

$$(\qquad) , \qquad (1)$$

де Q – кількість тепла, що виділяється в одиницю часу, кДж/с;

$t_{вид}$, $t_{пр}$ – температура видаляємого і приточного повітря, °С;

c – питома теплоємність повітря, c = 1 кДж/(кг·К);

ρ – густина повітря при $t_{пр}$, ρ = 1,2 кг/м^3.

Температура повітря, що видаляється визначається наступним чином:

$$(\qquad), \tag{2}$$

де $t_{р.з}$ – температура робочої зони, яка не повинна перевищувати допустиму за нормами (з параметрів мікроклімату – табл. 1, 2);

dt – градієнт температури по висоті, dt = 0,5 ... 1,5 °С на 1 м висоти;

Н – відстань від підлоги до центру витяжних прорізів;

2 - висота робочої зони, м.

Кількість повітря, м^3/с, можна розрахувати по виділенню в приміщенні надлишку вологи:

$$[\quad(\qquad)], \tag{3}$$

де G – кількість надлишкової вологи, м/с;

ρ – густина повітря, кг/м^3;

$d_{вид}$, $d_{пр}$ - вміст вологи у повітрі, що видаляється і припливному повітрі, г/кг.

Крім того, кількість повітря для загальнообмінної вентиляції розраховують по розбавленню шкідливих речовин до гранично допустимої концентрації або по працюючих в приміщенні людей. При одночасному виділенні в приміщенні надлишку тепла, вологи і наявності шкідливих речовин за необхідну витрату повітря приймається більша з отриманих значень.

Вимірювання параметрів мікроклімату

Для вимірювання температури повітря використовуються термометри. При вимірюванні температури вище 0 °С перевагу слід віддати ртутним термометрам, так як ртуть при нагріванні розширюється рівномірно, а спирт нерівномірно.

Для вимірювання атмосферного тиску служать барометри. Найбільш точні ртутні барометри. У практиці метеорологічних спостережень для вимірювання атмосферного тиску застосовують барометри-анероїди. Барометр-анероїд має металеві анероїдні коробки, що деформуються зі зміною атмосферного тиску. Деформація коробок перетворюється передавальним механізмом в переміщення стрілки щодо шкали, градуйованої в міліметрах ртутного стовпа.

Велике значення має вимір вологості повітря. Розрізняють абсолютну і відносну вологість. **Абсолютна вологість ( )** – кількість водяної пари в грамах, що міститься в 1 м^3 повітря. Чим вище температура повітря, тим більше його здатність утримувати вологу у вигляді пари.

Повітря, що містить граничну при даній температурі кількість вологи, називається насиченим. Абсолютна вологість повітря, насиченого при даній температурі водяними парами, наводиться в табл. 3.

Під **вологовмістом** повітря розуміють кількість грамів водяної пари, що припадає на 1 кг сухого повітря, що міститься в суміші. Вологовміст **d**, г/кг, можебути визначено за формулою:

———, (4)

де P_H – тиск (пружність) водяної пари насиченого повітря (табл. 3), Па;

$\mathbf{P}_\delta$ – барометричний тиск, Па.

Відносна вологість υ – відношення кількості водяної пари, що містяться в будь-якому обсязі, до максимально можливого їх змісту при даної температурі в цьому обсязі.

Для вимірювання відносної вологості повітря служать психрометри. Психромет распіраційний складається з «сухого» і «мокрого» термометрів, ртутний резервуар «мокрого» термометра обмотаний батистом і при вимірі змочується. Резервуари термометрів знаходяться в трубках, через які вентилятором засмоктується повітря. Вентилятор приводиться в обертання годинниковим механізмом, який заводиться ключем. «Сухий» термометр показує температуру навколишнього повітря, а «вологий» - більш низьку температуру в результаті випаровування води з поверхні його резервуара. Відносну вологість повітря визначають за показаннями «сухого» і «мокрого» термометрів за допомогою табл. 3.

Таблиця 3 – Значення відносної вологості в залежності від температур «сухого» t_c і «мокрого» $t_м$ термометрів,%

t_c, °C	Різниця показників «сухого» та «вологого» термометрів, °C													Пρ, г/м^3	$P_н$, Па
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-	-	-	4,9	600
1	100	83	65	48	32	16	-	-	-	-	-	-	-	5,2	640
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-	-	-	5,6	700
3	100	84	69	54	39	24	10	-	-	-	-	-	-	6,0	750
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-	-	-	6,4	800
5	100	85	72	58	45	32	19	6	-	-	-	-	-	6,8	850
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-	-	-	7,3	920
7	100	87	74	61	49	37	26	14	-	-	-	-	-	7,7	980
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	-	-	-	-	8,3	1050
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11	-	-	-	-	8,8	1130
10	100	88	75	65	54	44	34	24	14	5	-	-	-	9,4	1200

Продовження табл. 3.

t_c, °C	Різниця показників «сухого» та «вологого» термометрів, °C													Пρ, г/м^3	$P_н$, Па
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	-	-	-	10,0	1300
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-	-	-	10,7	1380
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	-	-	11,3	1480
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	-	-	12,1	1580
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5	-	12,8	1700
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	8	1	13,6	1800
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10	4	14,5	1900
18	100	91	82	73	65	55	49	41	34	27	20	13	6	15,4	2000
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15	9	16,3	2180
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18	12	17,3	2300
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20	14	18,3	2400
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	20	16	19,4	2600
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	24	18	20,6	2800
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26	20	21,8	2840
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27	22	23,0	3140
26	100	92	85	78	71	64	58	51	45	40	34	29	24	24,4	3340
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30	25	25,8	3500
28	100	93	85	78	71	65	59	52	48	42	37	32	27	27,2	3700
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33	28	28,8	4000
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34	30	30,4	4150
31	100	93	86	80	73	67	61	56	51	45	41	36	31	32,0	4450
32	100	93	87	80	74	68	62	57	52	46	42	37	32	33,8	4700
33	100	93	87	80	74	69	63	58	52	47	43	38	34	35,7	5000
34	100	93	87	81	75	69	63	58	53	48	44	39	35	37,6	5250
35	100	93	87	81	75	70	64	59	54	49	44	40	36	39,6	5600
36	100	93	87	81	76	70	65	59	55	50	45	41	37	41,7	5900
37	100	94	87	82	76	71	65	60	55	51	46	42	38	43,9	6300
38	100	94	88	82	76	71	66	61	56	51	47	43	39	46,2	6550
39	100	94	88	82	77	71	66	61	57	52	48	44	40	48,6	6900
40	100	94	88	83	77	72	67	62	57	53	49	44	40	51,1	7250

Розрахунок кількості повітря, необхідного для подачі загальнообмінною вентиляцією з метою забезпечення оптимальних значень параметрів мікроклімату.

Задача. Визначити кількість повітря, необхідного для подачі загальнообмінною вентиляцією в теплий період року з метою забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату. Вихідні дані представлені в табл. 4.

Таблиця 4 – Вихідні дані для індивідуального завдання.

Варі ант	Категорія робіт за тяжкістю	Середня температура навколишньо-го повітря, °С	Висота до вентиляцій-них отворів, м	Кількість надмірного тепла, кДж/с	Кількість надмірної вологи, кг/ч	Барометричний тиск, ПА
1	Іб	10	4	20	70	100548
2	Іа	15	5	40	100	100814
3	IIб	20	6	30	60	101080
4	III	12	7	50	50	101346
5	Іа	18	8	10	40	101612
6	Іб	22	7	25	80	101878
7	IIа	8	6	45	120	102011
8	IIа	14	5	35	90	102144
9	III	21	4	55	130	100681
10	IIа	5	8	15	80	101745

Порядок виконання

1. Розрахувати температуру видаляємого повітря за формулою (2) і кількість повітря, необхідного для акумуляції надлишкового тепла, по формулі (1), при цьому температуру робочої зони вибрати по табл. 1 для теплого періоду року в залежності від категорії тяжкості робіт.
2. Визначити тиск водяної пари насиченого повітря при температурі видаляємого повітря (див. табл. 3) і розрахувати вологовміст повітря за формулою (4).
3. Визначити тиск водяної пари насиченого повітря при температурі навколишнього повітря (див. табл. 3) і розрахувати вологовміст повітря за формулою (4).
4. Розрахувати кількість повітря, необхідного для акумуляції надлишкової вологи, за формулою (3).
5. Зробити висновок щодо необхідної кількості повітря, необхідного для подачі загальнообмінною вентиляцією з метою забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати основні параметри мікроклімату.
2. Який вплив роблять параметри мікроклімату на працездатність людини?
3. Яким чином здійснюють нормування параметрів мікроклімату? Які фактори при цьому враховуються?
4. Чим відрізняються оптимальні та допустимі параметри мікроклімату? З якою метою їх ввели?

5. Охарактеризувати основні засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

6. Перерахувати основні напрямки оздоровлення повітряного середовища.

7. Охарактеризувати основні прилади для вимірювання параметрів мікроклімату.

8. Дати визначення абсолютної і відносної вологості повітря. Що таке вологовміст повітря?

9. Охарактеризувати основні заходи захисту працюючих від теплових випромінювань.

Література

9. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В., Основи охорони праці. Навчальний посібник.- Вид.4-те доповнене.-Львів: Афіша, 2000. - 351с.

10. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендиченський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. Основи охорони праці.-К.: Основа, 2000. - 416с.

11. Піскун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник /За заг. ред. І.П.Піскуна. – Суми: Видавництво –Університетська книга‖, 2000. - 207с.

12. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. В.Ц.Житецького. - Львів: Афіша, 2000. - 352с.

13. Безопасность труда на производстве. Производственная санитария. Справочное пособие. /Под ред. Б.М. Злобинского.-М.: Металургія, 1968. - 688с.

14. Купчин М.П., Гандзюк М.П. та інші. Охорона праці. Лабораторний практикум. Для студентів вищих закладів освіти України.-К.: Основа, 1998. - 224с.

Практична робота 4
Розрахунок вентиляції

Ціль роботи

1. Ознайомитися з основними видами вентиляції.
2. Визначити кратність повітрообміну при вентиляції приміщень.

Загальні відомості

Вентиляцією називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого. Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. Головним параметром вентиляції є повітрообмін, тобто обсяг повітря, що видаляється (Lв) або надходить у приміщення (Lп).

Для ефективної роботи вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

1. Обсяг припливу повітря Lп у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки Lв. Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15%. Можлива організація повітрообміну, коли обсяг припливного повітря більше обсягу повітря, що видаляється. При цьому в приміщенні створюється надлишковий тиск у порівнянні з атмосферним, що виключає інфільтрацію забруднюючих речовин у дане приміщення. Така організація вентиляції здійснюється у виробництвах, що пред'являють підвищені вимоги до чистоти повітряного середовища (наприклад, виробництво електронного устаткування). Для виключення витоків із приміщень з підвищеним рівнем забруднення обсяг повітря, що видаляється з них, повинен перевищувати обсяг повітря, що надходить. У такому приміщенні створюється незначне зниження тиску в порівнянні з тиском у зовнішньому середовищі.

2. При організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон. Якщо щільність шкідливих газів нижче щільності повітря, то видалення забрудненого повітря виконується з верхньої частини приміщення, при видаленні шкідливих речовин із щільністю більшою – з нижньої зони.

3. Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрацію, пожежовибухонебезпечність).

4. Система вентиляції повинна бути надійної в експлуатації і економічною. Визначення необхідного повітрообміну при загальнообмінній вентиляції. Відповідно до санітарних норм усі виробничі

і допоміжні приміщення повинні вентилюватися. Необхідний повітрообмін (кількість повітря, що подається чи видаляється з приміщення) в одиницю часу (L, $м^3$/год) може бути визначений різними методами в залежності від конкретних умов.

Виробнича вентиляція призначена для забезпечення в робочих приміщеннях комфортних метеорологічних умов та належної чистоти повітря в цілях підтримки нормального фізіологічного стану і високої продуктивності праці працюючих. Безпосереднім призначенням виробничої вентиляції є усунення надлишків тепла і вологи, а також шкідливих газів, парів і пилу, що надходять у повітря робочих приміщень.

Класифікація вентиляції:

1) за способом переміщення повітря – природна (аерація) та штучна (механічна);

2) за характером (місцем) дії – загальнообмінна і місцева;

3) за призначенням – припливна, витяжна та припливно-витяжна.

Загальнообмінна вентиляція призначена для обміну повітря у всьому приміщенні. У цехах із значними пиловиділеннями або з виділеннями шкідливих газів і парів вентиляція повинна забезпечувати зміну повітря так, щоб протягом всього часу кількість виробничих шкідливостей, що знаходяться в повітрі, не перевищувало допустимих норм. Кількість повітря, яке при цьому необхідно подавати в цех для підтримки нормальних умов, визначається розрахунком.

Механічна вентиляція забезпечує підтримку постійного повітрообміну, незалежно від зовнішніх метеоумов, за рахунок комплексу систем повітроводів і механічних вентиляторів (центробіжних або осьових). Повітря, що надходить в приміщення, при необхідності підігрівається або охолоджується, зволожується або осушується. Забезпечується також очищення повітря, що викидається назовні. Перевагою є можливість подачі повітря або його видалення із заданої точки приміщення. Недоліками є висока вартість обладнання та експлуатації, шум, незначність обсягів вентильованого повітря.

Для економії тепла, що витрачається на нагрівання повітря, в приміщеннях, що не містять шкідливих речовин, можливе застосування рециркуляції повітря, при якій частина теплого повітря з приміщення після очищення знову повертається в приміщення.

В **аерації** або природній вентиляції необхідний повітрообмін створюється за рахунок різниці щільності теплого повітря, що знаходиться всередині приміщення, і більш холодного зовнішнього, а також в результаті наявності вітру. Вона може бути **неорганізованою** і **організованою**.

Неорганізована природна вентиляція – інфільтрація (природне провітрювання) – здійснюється зміною повітря в приміщеннях через нещільності в елементах будівельних конструкцій завдяки різниці тиску

зовні й усередині приміщення. Такий повітрообмін залежить від ряду випадкових факторів (сили і напрямку вітру, різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря, площі, через яку відбувається інфільтрація). Для житлових будинків інфільтрація досягає 0,5-0,75, а в промислових будинках 1-1,5 обсягу приміщень у годину.

Для постійного повітрообміну необхідна організована вентиляція. Організована природна вентиляція може бути витяжна без організованого припливу повітря (канальна) і припливна – витяжна з організованим припливом повітря (канальна і безканальна аерація). Канальна природна витяжна вентиляція без організованого припливу повітря широко застосовується в житлових і адміністративних будинках.

Повітрообмін регулюють різним ступенем відкривання фрамуг (у залежності від температури зовнішнього повітря чи швидкості і напрямку вітру).

Природна вентиляція економічна і проста в експлуатації. Основні недоліки – неможливість попередньої обробки повітря, відсутність очищення повітря, що видаляється, наявність протягів, погіршення роботи аерації при наявності вітру, складність управління. Вона застосовується в цехах, що вимагають великих обсягів повітря, з постійним перепадом температур всередині і поза будівлею (сталеливарні, прокатні та ін.).

Місцева витяжна вентиляція є найбільш ефективною при локалізованому виділенні шкідливих речовин. Уловлювання їх у місця виділення за допомогою місцевих відсмоктувачів попереджає їх поширення по приміщенню, не допускає переміщення з великим об'ємом повітря, завдяки чому ефект дії вентиляції досягається при мінімальному загальному повітрообміні.

В залежності від призначення і конструкції місцеві відсмоктувачі носять назви витяжних шаф, камер, парасольок, бічних, бортових, кільцевих, щілинних відсмоктувачів, укриттів, кожухів, воронок і т.п. При виборі конструкції місцевих відсмоктувачів необхідно враховувати наступні вимоги:

- Відсмоктувачі повинні максимально вловлювати шкідливості, що виділяються джерелом;
- Розташування і форма відсмоктування повинні відповідати характеру (напрямку, структуру і т.п.) струменів, які створює джерело шкідливих викидів;
- Відсмоктувачі не повинні заважати роботі або ускладнювати її.

Розрахунок кратності повітрообміну приміщення.

Задача

Визначити кратність повітрообміну при вентиляції навчальної лабораторії розміром a×b та висотою C, якщо в ній перебуває N студентів, кожен з яких видихає M г/год вуглекислого газу. Гранично допустима

концентрація CO_2 дорівнює 1,5 г/м^3. Концентрація CO_2 в повітрі (зовні) складає 0,75 г/м^3 (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Вихідні дані

Вихідні дані	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розміри аудиторії a×b, м	10×6	13×5	12×6	11×5	12×5	10×5	10×6	12×6	13×6	11×6
Висота аудиторії C, м	3,0	2,7	2,8	3,2	3,4	3,8	3,0	2,6	2,9	2,8
Кількість студентів N	25	30	28	31	27	26	18	20	21	17
Кількість CO_2 від дихання людини M, г/год	30	27	29	28	35	33	34	30	29	27

Вказівки до розв'язання задачі

Кратність повітрообміну в приміщенні, 1/год, показує кількість змін повітря в приміщенні за одну годину. Вона визначається за формулою

$$K = \frac{L}{V}, \qquad (1)$$

де L – необхідний повітрообмін в приміщенні, м^3/год;

V – об'єм приміщення, м^3.

Необхідний повітрообмін, м^3/год, можна визначити за формулою

$$L = \frac{G}{q_1 - q_2}, \qquad (2)$$

де G – кількість вуглекислого газу, що виділяється в приміщенні за 1 годину, г/год;

q_1 – концентрація вуглекислого газу в повітрі, яке видаляється з приміщення. Вона не може перевищувати ГДК, г/м^3.

q_2 – концентрація вуглекислого газу в повітрі, що подається в приміщення, г/м^3.

Контрольні питання

1. Яке призначення виробничої вентиляції? Охарактеризувати основні видивентиляції.
2. Охарактеризувати області застосування загальнообмінної, місцевої та природної вентиляції.
3. Які вимоги пред'являються до відсмоктування місцевої вентиляції?

Література

1. Піскун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник /За заг. ред. І.П.Піскуна. – Суми: Видавництво –Університетська книга, 2000. - 207с.

2. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. В.Ц.Житецького.- Львів: Афіша, 2000. - 352с.

3. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В., Основи охорони праці. Навчальний посібник.- Вид.4-те доповнене.-Львів: Афіша, 2000. - 351с.

4. 2 Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендиченський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. Основи охорони праці.-К.: Основа, 2000. - 416с.

Практична робота 5
Дослідження характеристик промислового освітлення

Мета роботи

Вивчити основні характеристики освітлення виробничих приміщень, принципи його нормування та розрахунку.

Загальні відомості

Організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць є одним із завдань охорони праці. Раціональне освітлення покращує умови праці, підвищує безпеку роботи, сприяє підвищенню продуктивності праці і поліпшенню якості продукції. Недостатність освітлення або неправильна установка джерела світла можуть бути причиною нещасних випадків.

Виробниче освітлення характеризується світлотехнічними показниками, зокрема світловим потоком, освітленістю, коефіцієнтом відображення.

Світловий потік F визначається як потужність променистої енергії, що оцінюється по світловому відчуттю (зоровий аналізатор). За одиницю світлового потоку приймається люмен (лм).

Освітленість E – це щільність світлового потоку на освітлюваній поверхні:

$$/ \quad , \qquad (1)$$

де S – площа поверхні, на яку падає світловий потік, м^2

За одиницю освітленості прийнято люкс (лк).

Природне освітлення виробничих приміщень характеризується **коефіцієнтом природної освітленості**, %, який визначається як відношення

$$(\quad / \quad) \quad , \qquad (2)$$

де $E_{ВН}$ – освітленість в досліджуваній точці всередині приміщення, лк;

$E_{Н}$ – зовнішня освітленість в горизонтальній площині, лк.

Коефіцієнт відбиття ρ характеризує здатність поверхні відображати падаючий на неї світловий потік, тобто ставлення відбитого світлового потоку $F_{відб}$ до падаючого$F_{пад}$:

$$\frac{\quad}{\quad}, \qquad (3)$$

За відомим коефіцієнтом відбиття ρ можна визначити **коефіцієнт поглинання світлового потоку α** освітлюваної поверхні, так як

$$, \qquad (4)$$

Коефіцієнти відбиття і поглинання світлового потоку залежать від кольору і фактури освітлюваної поверхні (табл. 1).

Таблиця 1 - Коефіцієнти відбиття і поглинання світлового потоку різними матеріалами

Матеріал	Коефіцієнт	
	відбиття	поглинання
Біла фарба	0,7...0,9	0,20
Жовта фарба	0,40	0,60
Чорне сукно	0,02	0,98
Молочне скло	0,45	0,15
Віконне скло	0,08	0,02

Розрізняють штучне, природне і суміщене освітлення приміщень. Використовувати в якості робочих приміщення, в яких відсутнє природне освітлення, дозволяється тільки в особливих випадках, коли це диктується особливостями виробництва. В залежності від конструкції будівлі **природне освітлення** буває бокове (світло падає на робочу поверхню збоку, з одного або з двох сторін, через світлові віконні прорізи), верхнє (через аераційні і зенітні ліхтарі, прорізи в перекриттях) та комбіноване (верхнє + бічне).

Штучне **освітлення** виробничих приміщень поділяється на робоче, аварійне і спеціальне (охоронне, чергове, бактерицидне). Аварійне освітлення може бути для продовження робіт (безперервні виробництва) і для евакуації.

Розрізняють робоче освітлення загальне, місцеве і комбіноване (загальне + місцеве). В загальному освітленні необхідна для виконання робіт освітленість створюється на всій території робочої зони, в комбінованому – загальне освітлення забезпечує тільки відсутність різких перепадів яскравості на території робочої зони, а необхідна для виконання робіт освітленість створюється за допомогою місцевих світильників безпосередньо на робочому місці. Застосування одного місцевого освітлення у виробничих приміщеннях не допускається, а в домашніх умовах не рекомендується, тому що призводить до швидкого стомлення очей.

Нормування освітлення здійснюється згідно СНіП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування ". Норми на природне освітлення враховують напруженість зорової роботи, яка оцінюється за розміром мінімального об'єкта розрізнення, і систему освітлення (бічне, верхнє, комбіноване). При бічному освітленні нормується мінімальне, а в інших випадках – середнє значення **коефіцієнта природної освітленості**.

Коефіцієнт природної освітленості, визначається в залежності від розряду зорової роботи і від системи освітлення (табл. 2).

Нормування **штучного освітлення** на робочих місцях здійснюють освітленістю в люксах в залежності від напруженості зорової роботи,

контрасту об'єкту і фону, яскравості фону, типу джерела світла (люмінесцентні або розжарювання), системи освітлення (загальне або комбіноване).

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта природної освітленості

Характеристика зорової роботи	Наименьший розмір об'єкта розрізнення, мм	Коефіцієнт природної освітленості, %	
		Верхнє та комбіноване освітлення	Бокове освітлення
Найвища точність	< 0,15	10	3,5
Дуже висока точність	0,15…0,3	7	2,5
Висока точність	0,3…0,5	5	2
Средня точність	0,5…1,0	4	1,5
Мала точність	1…5	3	1
Дуже мала точність	>5	2	0,5

У зв'язку зі складністю вибору нормованої освітленості по СНіПу часто використовують відомчі рекомендації, наприклад, в табл. 3.

Таблиця 3 – Нормована освітленість при загальному рівномірному освітленні і коефіцієнт запасу.

Найменування ділянки	Освітленість, лк	Коефіцієнт запасу
Кувальне відділення	150	1,5
Цех металопокриттів	200	1,4
Механічний цех	200	1,3
Малярське відділення	200	1,6
Зварювальний цех	150	1,6

Для газорозрядних ламп значення норм освітленості вище, ніж для ламп розжарювання (через більшу світловіддачу газорозрядних ламп). Система комбінованого освітлення, як більш ефективна, має норми освітленості вище, ніж система загального освітлення. Для виключення частої переадаптації зору через нерівномірну освітленість в приміщенні при системі комбінованого освітлення необхідно, щоб світильники загального освітлення створювали не менше 10% нормованої освітленості.

При **розрахунку** системи штучного загального рівномірного освітлення для горизонтальної робочої поверхні основним є **метод світлового потоку**. Розрахунок системи освітлення починається з вибору

типу світильника, виходячи з висоти виробничого приміщення і технологічних особливостей.

Світильники «Глубокоізлучатель» і світильники з ртутними лампами великої потужності "Дифузний" застосовують в приміщеннях висотою не менше 7-10 м. Світильники «Універсаль» використовуються в приміщеннях висотою 3-6 м. Світильники з люмінесцентними лампами, а також світильники типу "Люцетта" використовуються для освітлення конструкторських приміщень, виробничих приміщень зі світлим забарвленням, малим виділенням пилу і висотою підвісу 4-5 м. Світильники "Універсаль", "Люцетта", "Глубокоізлучатель" типу Ге і Гс використовуються тільки для ламп розжарювання.

Після вибору типу світильника, необхідно визначити схему розташування світильників і виходячи зі схеми, розрахувати їх кількість. Найбільш часто використовують схеми квадратного і прямокутного розміщення світильників. Відстань між світильниками L (в метрах) можна визначити, використовуючи дані таблиці 4, де наводяться оптимальні

відношення L до висоти підвісу світильника $H_{р.м}$ над робочою площиною.

На основі прийнятої схеми розміщення світильників і відстані між ними (рядами світильників) при відомій площі виробничого приміщення досить просто визначається необхідна кількість світильників n.

Таблиця 4 - Оптимальні відншення відстані між світильниками

Тип світильника	Відносна відстань $L/H_{р.м}$	
	при багаторядному розміщенні	при однорядному розміщенні
Глубокоізлучатель	0,8-1,4	0,8-1,4
Універсаль	1,2-2,0	1,0-1,8
Люцетта	1.4-1,8	1,3-1,8
Світильники з ДРЛ	0,7-1,4	-

Світловий потік $F_л$, лм, лампи (або групи ламп) розраховують за формулою:

, (5)

де $E_Н$ – нормована мінімальна освітленість (див. табл. 3);

S - площа освітлюваного приміщення, м^2;

K – коефіцієнт запасу (див. табл. 3);

Z – коефіцієнт мінімальної освітленості, рівний відношенню середньої освітленості до мінімальної: для ламп розжарювання і ДРЛ – 1,15; для люмінесцентних – 1,1;

n – число світильників (або груп світильників);

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, який залежить від типу світильника, коефіцієнтів відбиття потоку $\rho_п$ і стін $\rho_с$, індексу (світлопоказника) приміщення.

Індекс приміщення **i** знаходиться за формулою:

$$\frac{\quad}{(\quad)}, \qquad (6)$$

де А, В – довжина і ширина приміщення, м.;

$H_р$ – висота підвісу світильника від рівня робочої площини.

Значення коефіцієнта η для деяких типів світильників наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки

$\rho_п$, %	$\rho_с$, %	Коефіцієнт використання η,% , при індексі приміщення i											
		0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
Світильник «Глубокоізлучатель»													
70	50	25	31	38	41	43	46	49	52	53	54	55	57
50	30	21	27	34	38	41	43	46	49	51	52	52	54
30	10	19	24	32	36	39	41	44	47	49	50	51	52
Світильник з лампами ДРЛ "Дифузний"													
70	50	30	35	44	49	54	58	63	67	69	70	71	72
50	30	24	30	38	43	49	53	59	62	64	66	68	70
30	10	21	26	34	40	45	49	55	59	61	63	65	67
Світильник «Універсаль» без затінення													
70	50	28	34	39	45	48	51	55	59	60	61	62	63
50	30	24	30	35	43	45	48	52	55	57	58	59	60
30	10	21	27	32	41	44	46	50	54	55	56	57	58
Світильник «Люцетта»													
70	50	29	33	41	44	48	51	55	58	60	63	64	65
50	30	22	27	33	37	41	44	48	52	54	57	59	61
30	10	20	25	26	31	34	37	41	45	47	52	54	56

За отриманого значення $F_л$ вибирають джерело освітлення (лампу) з найближчим великим світловим потоком $F_ф$. Світлотехнічні характеристики деяких ламп наведені в табл. 6.

Таблиця 6 – Світлотехнічні характеристики джерел освітлення

Джерело освітлення	Тип	Параметри	
		Потужність, Вт	Світловий потік, лм
Лампи розжарювання	НБ-100	100	1240
	НГ-150	150	1900
	НГ-200	200	2700
	НГ-300	300	4350
	НГ-500	500	8100
	НГ-750	750	13100
	НГ-1000	1000	19500
	НГ-1500	1500	28000
Ртутні лампи	ДРЛ-80	80	2000
	ДРЛ-125	125	4800
	ДРЛ-250	250	10000
	ДРЛ-400	400	18000
	ДРЛ-700	700	33000
	ДРЛ-1000	1000	50000
Люмінісцентні лампи	ПТБ-20	20	900
	ЛТБ-40	40	2200
	ЛТБ-80	80	3540
	ЛД-80	80	4070
	ЛБ-80	80	5220

За фактичним світловим потоком лампи визначають фактичну освітленість:

(7)

Виходячи з потужності однієї лампи ω, Вт, і їх кількості визначають загальну потужність освітлювальної установки:

(8)

Розрахунок параметрів штучного освітлення

Задача. Розрахувати систему загального рівномірного освітлення методом світлового потоку. Вихідні дані наведені в табл. 7.

Таблиця 7 – Вихідні дані

Варіант	Довжина, м	Ширина, м	Висота підвіса, м	Коефіцієнт відбиття		Тип приміщеня
				$\rho_п$, %	$\rho_с$,%	
1	110	36	6	50	30	1
2	125	40	8	30	10	2
3	130	48	8	70	50	3
4	60	42	5	50	30	4
5	80	36	6	30	10	5
6	100	30	8	70	50	1
7	150	24	6	50	30	2
8	180	36	7	30	10	3
9	200	42	10	70	50	4
10	60	20	5	50	30	5

Примітка. Позначення типу виробничого приміщення: 1 – кувальне відділення; 2 – цех металопокриттів; 3 – механічний цех; 4 – малярське відділення; 5 – зварювальний цех.

Порядок виконання

1. Вибрати тип світильника в залежності від висоти підвісу виходячи з рекомендацій, наведених у загальних відомостях.

2. Для даного типу світильника вибрати по табл. 4 відносну відстань між світильниками.

3. Розрахувати відстань між світильниками L.

4. Розрахувати кількість світильників по довжині та ширині приміщення, потім їх загальну кількість.

5. Розрахувати індекс приміщення по формулі (6). За величинам індексу приміщення та коефіцієнтами відбиття стін і стелі для даного типу світильника визначити (див. табл. 5) коефіцієнт використання світлового потоку.

6. Розрахувати величину світлового потоку лампи (або групи ламп) за формулою(5).

7. Вибрати за даними табл. 6 лампу з найближчим великим світловим потоком. Якщо значення світлового потоку найпотужнішої лампи не підходить (мало) для отриманого $F_л$, то розрахунок повторюють з мінімальним значенням відносної відстані $L/H_{р.м}$ або розташовують світильники груповим методом – по кілька штук в одній точці (світловий потік при цьому в кожній точці додається).

8. Розрахувати фактичну освітленість за формулою (7) і загальну потужність освітлювальної установки за формулою (8). Отримане значення $E_ф$ не повинно перевищувати норму ($E_н$) більше, ніж на 20%.

Контрольні питання

1. Яке значення освітлення для забезпечення безпеки виробничої діяльності?
2. Перерахувати основні світлотехнічні характеристики.
3. Які види освітлення використовуються у виробничих умовах?
4. Як здійснюється нормування штучного і природного освітлення?
5. Охарактеризувати принцип розрахунку загального рівномірного освітлення методом світлового потоку.
6. Чому нормування природного освітлення не проводять по величині освітленості робочого місця?
7. Перерахувати основні характеристики джерел світла.

Література

1. Піскун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник /За заг. ред. І.П.Піскуна. – Суми: Видавництво –Університетська книга, 2000. - 207с.
2. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. В.Ц.Житецького.- Львів: Афіша, 2000. - 352с.
3. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В., Основи охорони праці. Навчальний посібник.- Вид.4-те доповнене.-Львів: Афіша, 2000. - 351с.
4. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендиченський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. Основи охорони праці.-К.: Основа, 2000. - 416с.
5. Доценко І.І.. Габович Р.Д., Йонда М.Э. Умови праці з комп’ютером і їх оптимізація. - Львів: ЛДМУ, 1998. - 46с.
6. Кисилев С.В., Кураков В.П. Оператор ЭВМ.- М.: ИРПО: Изд. центр «Академия», 1999. - 208с.
7. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: Пер. с англ. /Под ред. А.П. Бирюкова. В 4-х томах. – М.: Профиздат,1985-1988.

Практична робота 6
Розрахунок інтегральної бальної оцінки тяжкості праці на робочому місці

Мета

Ознайомитися з показниками тяжкості праці та навчитися проводити розрахунок інтегральної бальної оцінки тяжкості праці на робочому місті

Загальні відомості

Робоче середовище людина-оператор являє собою як сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціально-психологічних та естетичних факторів зовнішнього середовища, які впливають на оператора [1 ... 5].

Розрізняють чотири рівні впливу факторів робочого середовища на людину, необхідні для їх обліку та нормування [1]:

– комфортне середовище забезпечує оптимальну динаміку працездатності оператора, хороше самопочуття і збереження його здоров'я;

– відносне дискомфортне робоче середовище забезпечує при впливі протягом певного інтервалу часу задану працездатність і збереження здоров'я, але викликає у людини суб'єктивні відчуття та функціональні зміни, що не виходять за межі норми;

– екстремальне робоче середовище призводить до зниження працездатності оператора і викликає функціональні зміни, що виходять за межі норми, але не ведуть до патологічних змін або неможливості виконання роботи;

– надекстремальне середовище призводить до виникнення в організмі людини патологічних змін або неможливості виконання роботи.

Комплексну оцінку факторів робочого середовища проводять на основі методики фізіологічної класифікації важкості робіт [1,4].

Під вагою робіт розуміють сукупність впливу всіх факторів робочого середовища на здоров'я людини та її працездатності. Всі виконувані роботи по тяжкості поділяють на шість категорій.

До першої категорії відносять роботи, що виконуються в оптимальних умовах робочого середовища при сприятливих фізичних, розумових та нервово-емоційних навантаженнях.

До другої категорії відносять роботи, що виконуються в умовах, при яких фактичні рівні виробничих факторів відповідають гранично

допустимим концентраціям по діючим санітарним правилам, нормам і гігієнічним нормативам.

До третьої категорії відносять роботи, при яких внаслідок не цілком сприятливих умов праці в працюючого формуються реакції, характерні для граничного стану організму.

До четвертої категорії відносять роботи, при яких вплив несприятливих(небезпечних і шкідливих) виробничих факторів призводить до реакцій, характерних для більш глибокого – перед патологічного – прикордонного стану у практично здорових людей. Більшість фізіологічних показників при цьому погіршується, особливо в кінці робочих періодів; працездатність підтримується тільки шляхоммобілізації додаткових ресурсів (резервів) організму.

До п'ятої категорії відносять роботи, при яких в результаті впливу досить несприятливих умов праці у працюючих незабаром формуються реакції, характерні для патологічного стану організму.

До шостої категорії відносять роботи, при яких подібні реакції виникають незабаром після початку трудового періоду.

Методика розрахунку

Для визначення категорії тяжкості робіт кожен із чинників робочого середовища, реально діючий на людину (табл. 1), оцінюють за шестибальною шкалою і визначають інтегральну бальну оцінку важкості праці.

Таблиця 1 – Критерії для бальної оцінки факторів робочого середовища

Фактор робочого середовища	Оцінка, бали					
	1	2	3	4	5	6
Температура повітря на робочому місці у приміщенні, ºС:						
теплий період	18...20	21...22	23...28	29...32	33...35	> 35
холодний період	20...22	17...19	15...16	7...14	Нижче +7	—
Токсична речовина, кратність перевищення ГДК, разів	—	≤ 1	1,0...2,5	2,6...4,0	4,0...6.0	> 6
Промисловий пил, кратність перевищення ГДК, разів	—	≤ 1,0	1...5	6...10	11...30	> 30
Вібрація, перевищення ГДР, дБ	Нижче ГДР	На рівні ГДР	1...3	4...6	7...9	> 9

Продовження табл. 1

Фактор робочого середовища	Оцінка, бали					
	1	2	3	4	5	6
Промисловий шум, перевищення ГДР, дБ	< 1	Рівно ГДР	1...5	5...10	> 10	> 10 (з вібрацією)
Ультразвук, перевищення ГДР, дБ	< 1	Рівно ПДУ	1...5	6...10	11...20	> 20
Інтенсивність теплового випромінення, Вт/м^2	≤ 140	141...1000	1001... 1500	1501... 2000	2001... 2500	> 2500
Освітленість робочого місця, лк:	На рівні санітарних норм			Нижче санітарних норм		
мінімальний розмір об'єкта, мм	> 1,0	1,0...0,3	< 0,3	> 0,5	< 0,5	—
розряд роботи	5...9	3...4	1...2	4...9	1...3	—
Фізичне динамічне навантаження, Дж:						
Загальне х10^5	4,2	4,2...8,3	8,3...12	12...17	17...20	> 20
регіональне х10^5	2,1	2,1...4,2	4,2...6, 2	6,2...8,3	8,3...10	> 10
Фізичне статичне навантаження, Н·с:						
на одну руку х10^4	< 18	18...36	36..70	39...97	> 97	—
на дві руки х10^4	< 43	43...86	86...14 4	144...220	> 220	—
на мязи корпусу х10^4	< 61	61...123	123...2 10	210...300	> 300	—
Робоче місце (РМ), поза та переміщення в просторі	РМ ста-ціонарне, поза вільна, маса переміщення ваги до 5 кг	РМ стаціо-нарне, поза вільна, маса ваги більше 5 кг	РМ стаціо-нарне, поза невільна, до 25 % часу – у нахиленому положенні до 30°	РМ стаціо-нарне, поза вимушена– до 50% робочої зміни	РМ стаціо-нарне, поза вимушена, незручна– більше 50% робочої зміни	РМ стаціо-нарне, поза вимушена, нахили під кутом до 60° до 300 раз за зміну

Продовження табл. 1

Фактор робочого середовища	Оцінка, бали					
	1	2	3	4	5	6
		РМ нестаціо-нарне, ходіння без вантажу на відстань до 4 км за зміну	РМ нестаціо нарне, ходіння без вантажу на відстань до 7 км за зміну	РМ нестаціо-нарне, ходіння без вантажу на відстань до 10 км за зміну	РМ нестаціо нарне, ходіння без вантажу на відстань до 17 км за зміну	РМ нестаціо-нарне, ходіння на відстань понад 17 км за зміну
Зміна	Ранкова зміна	Дві зміни	Три зміни	Нерегу-лярні зміни	—	—
Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	—	< 8	< 12	> 12	—	—
Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	< 25	25...50	50...75	75...90	> 90	—
Число важливих об'єктів спостереження	< 5	5...10	11...25	> 25	—	—
Темп (кількість рухів за годину):						
мілких (кісті)	< 360	360...720	721...1080	1081...3000	> 3000	—
великих (руки)	< 250	250...500	501...750	751...1600	> 1600	—
Кількість сигналів за годину	< 75	75...175	176...300	> 300	—	—
Монотонність: кількість прийомів в операції	> 10	6...10	3...5	3...5	2...1	2...1
Тривалість операцій, які повторюються, с	> 100	31...100	20...30	10...19	5...9	1...4
Режим праці та відпочинку	Обґрунтований, з включеннями музики та гімнастики.	Обґрунтований, без включення музики та гімнастики	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку.			

Продовження табл. 1

Фактор робочого середовища	Оцінка, бали					
	1	2	3	4	5	6
Нервово-емоційне навантаження	Прості дії за інди-відуаль-ним планом	Прості дії по заданому плану з можливіс тю корекції	Складні дії по заданому плану з молживіс тю корекції.	Складні дії по заданому плану при дефіциті часу .	Відповід альність за безпеку людей. Індивіду альний ризик при дифіциті часу	

Інтегральна бальна оцінка тяжкості праці на робочому місті

$$\frac{\quad}{(\quad)}\sum \quad , \qquad (1)$$

де x_{max} - найвища з отриманих приватних бальних оцінок x_i; N - загальне число факторів; x_i - бальна оцінка по і-тому з врахуванням факторів (приватна бальна оцінка); n - число врахованих факторів без урахування одного фактора x_{max}.

Дана формула справедлива, якщо кожен з врахованих факторів діє протягом усього робочого дня, тобто 8 годин (480 хв). Якщо який-небудь з факторів діє менше 8 годин, то його фактична оцінка

$$(\ / \quad), \qquad (2)$$

де $t_{уд}$ – питома вага часу дії і-го фактора в загальній тривалості робочого дня; t – тривалість дії фактора, хв.

Таким чином, якщо за варіантом робіт виявиться, що якийсь фактор діє менше 480хв, то в формулу (1) в якості значення х з даного фактора слід підставляти значення $x_ф$, що визначається за формулою (2).

Для зручності виконання завдання всі проміжні розрахунки слід заносити в табл. 2 в такій послідовності (по кожному рядку): записати фактор середовища з варіанту(графа 1); позначити цей фактор як x_1 (графа 2); виписати значення фактора з варіанту (графа 3); визначити, використовуючи дані табл. 1, величину фактора x_1 в балах і занести результат в графу 4. Вихідні дані з варіанта (табл. 3), дані х, в балах (з табл. 1) і результати оцінки питомої ваги фактора робочого середовища, $x_{фі}$, зводять в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахунок інтегральної бальної оцінки тяжкості праці.

Фактор робочого середовища і умови праці(див. табл. 3)	Показник	Значення показника (див. табл. 3)	Бальна оцінка фактора (див. табл. 1)	Тривалість дії фактора t_i, хв	Питома вага часу-дії фактора $t_{удi}$; [див. формулу (2)]	Оцінка питомої ваги фактора робочого середовища $x_{фi}$;
1	2	3	4	5	6	7
	x_1					
	…					
	x_n					

Після розрахунку інтегральної бальної оцінки за формулою (1) визначають категорію тяжкості виконуваної роботи.

Інтегральна оцінка, бали	Категорія тяжкості
До 1,8	1
1,8...3,3	2
3,4...4,5	3
4,6...5,3	4
5,4...5,9	5
Понад 5,9	6

На підставі розрахунків інтегральної бальної оцінки та колективного договору,укладеного з адміністрацією, працівникові диференціюють заробітну плату, тобто встановлюють надбавку, призначають додаткову відпустку, скорочений робочий день, додаткове профілактичне харчування і т. п.

Порядок виконання завдання

1. Вибрати варіант (табл. 3).
2. Вивчити основні положення і методику. Підготувати форму таблиці (див. табл.2) і занести в неї вихідні дані згідно варіанту.
3. Внести в табл. 2 величину кожного фактора x_i в балах.
4. Визначити інтегральну бальну оцінку важкості праці за формулою (1) з урахуванням формули (2).
5. Знаючи інтегральну оцінку, визначити категорію важкості праці і дати її визначення.

Таблиця 3 – Вихідні дані.

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
01	Інженер-розробник	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	18…20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм:		420
		розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	< 0,3 2	420 420
		Перевищення допустимого рівня шуму, дБА	2	240
		РМ стаціонарне, поза вільна вага переміщення вантажів	до 5 кг	—
		Робота ранкової зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	8	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	30	—
		Обґрунтований режим праці відпочинку з використанням функціональної музики та гімнастики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом	—	—
02	Оператор ПЕОМ	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	21…22	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	< 0,3 2	420 420
		Перевищення допустимого рівня шуму, дБА	0,8	360
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20% часу в нахиленому положенні до 30°	—	—
		Робота в дві зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	8	—

Продовження табл. 3

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	70	
		Кількість важливих об'єктів спостереження	2	—
		Кількість рухів пальців за годину	2600	—
		Монотонність: кількість прийомів в операції тривалість операцій, які повторюються, с	 3 20	 — —
		Обґрунтований режим праці та відпочинку без використання функціональної музики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом	—	480
03	Монтажник друкованих плат	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	23	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: розмір об'єкту , мм розряд зорової роботи	— 0,5 3	420 420 —
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	5	240
		РМ стаціонарне, поза вільна, вага вантажів які переміщують	До 5 кг	—
		Робота в три зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	6	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	80	—
		Обґрунтований режим праці і відпочинку з використанням функціональної музики та гімнастики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій по індивідуальному плану	—	—
		Токсична речовина (пари свинцю). Кратність перевищення ГДК	2,2	420

Продовження табл. 3

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
04	Оператор дисплею автоматичної лінії по виробництву виробів механічної обробки	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	19…20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	— 1 4	420 420 420
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	5	240
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20 % часу в нахиленому положенні до 30°	—	—
		Робота в три зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	4	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	40	—
		Кількість важливих об’єктів спостереження	8	—
		Кількість рухів пальців за годину	100	—
		Монотонність: кількість прийомів в операції тривалість операцій, які повторюються, с	 6 20	 — —
		Обґрунтований режим праці і відпочинку без використання функціональної музики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій за індивідуальним планом	—	—
		Промисловий пил, кратність перевищення ГДК	1,5	240
05	Майстер з ремонту контрольно-вимірних пристроїв	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	24…26	420
		Освітленість РМ нижче рівня санітарних норм розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	— 1 5	480 480 480
		Статичне фізичне навантаження на дві руки, Н · с	$2{,}0 \cdot 10^5$	320
		РМ стаціонарне, поза невільна,		

Продовження табл. 3

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
		вага вантажів які переміщують	До 5 кг	—
		Робота в ранкову зміну	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	8	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	90	—
		Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті важких дій за заданим планом	—	—
06	Співробітник обчислювального центру	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	18…20	420
		Освітленість РМ на рівні санітарних норм: розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	— < 0,3 2	420 420 420
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	3	360
		РМ стаціонарне, поза вільна	—	—
		Робота в ранкову зміну	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	4	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	90	—
		Обґрунтований режим праці і відпочинку з використанням функціональної музики та гімнастики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті важких дій по заданому плану та спілкування з людьми	—	—
07	Контролер продукції	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	24…26	420
		Освітленість РМ нижче рівня санітарних норм розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	— 1 5	480 480 480

Продовження табл. 3

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
		Статичне фізичне навантаження на дві руки, Н · с	105	180
		РМ стаціонарне, поза невільна, вага вантажів які переміщують	До 5 кг	—
		Робота в ранкову зміну	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	5	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	70	—
		Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті простих дій по індивідуальному плану з можливістю корекції	—	—
08	Лаборант на заводі	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	26	480
		Освітленість РМ нижче рівня санітарних норм	—	420
		розмір об'єкта, мм	1	420
		розряд зорової роботи	5	420
		Промисловий пил, кратність перевищення ГДК	6	420
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	10	—
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 10 % часу в нахиленому положенні	—	—
		Робота в дві зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	8	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	20	—
		Кількість важливих об’єктів спостереження	2	—
		Кількість рухів пальців за годину	100	—
		Монотонність:		
		кількість прийомів в операції	6	—
		тривалість операцій, які повторюються, с	45	—

Продовження табл. 3

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
		Обґрунтований режим праці і відпочинку без використання функціональної музики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті важких дій за заданим планом	—	—
09	Оператор дистанцій-ного управління виробничими процесами	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	19…20	420
		Освітленість РМ нижче рівня санітарних норм розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	— < 0.3 2	420 420 420
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	0,8	320
		РМ стаціонарне, поза невільна – до 20 % часу в нахиленому положенні до 30°	—	—
		Робота в три зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	4	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	50	—
		Кількість важливих об’єктів спостереження	8	—
		Кількість рухів пальців за годину	100	—
		Монотонність:		
		кількість прийомів в операції	6	—
		тривалість операцій, які повторюються, с	20	—
		Обґрунтований режим праці і відпочинку без використання функціональної музики	—	—
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті важких дій за заданим планом	—	—
		Промисловий пил, кратність перевищення ГДК	2	240

Продовження табл. 3

В-т	Професія	Фактор робочого середовища і умов праці	Значення показника	Тривалість дії фактора, хв
10	Інженер, що працює в центральній заводській лабораторії металургійного заводу	Температура повітря на РМ в теплий період року, ºС	20…22	480
		Освітленість РМ нижче рівня санітарних норм розмір об'єкта, мм розряд зорової роботи	— < 0,3 1	420 — —
		Перевищення допустимого рівня звуку, дБА	3	420
		РМ стаціонарне, поза вимушена – до 50 % від тривалості зміни	—	—
		Робота в дві зміни	—	—
		Тривалість безперервної роботи протягом доби, г	4	—
		Тривалість зосередженого спостереження, % від продовження робочої зміни	50	—
		Токсична речовина (тетраброметан), кратність перевищення ГДК	1,4	120
		Нервово-емоційне навантаження виникає в результаті важких дій за заданим планом з можливістю корекції	—	—

Контрольні запитання

1. Дати визначення рівням впливу факторів робочого середовища на людину.
2. Фізіологічна класифікація важкості робіт. Характеристика.

Література

1. Межотраслевые методические рекомендации. Количественная оценка тяжести труда. – М.: Экономика, НИИТруда, 1988. – 116 с.

2. Основы инженерной психологии /Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.

3. Прилепская И.В., Гетия И.Г. Методические указания по выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. – М.: МИП, 1990. – 30 с.

4. Справочная книга по охране труда в машиностроении /Г. В. Бектобеков, Н. Н. Борисова, В. Н. Коротков и др.; Под общ. ред. О. Н. Русака. – Л.: Машиностроение, 1989. – 541 с.

Практична робота 7
Розрахунок засобів захисту від електромагнітних полів у діапазоні частот 300 МГц ... 300 ГГц

Мета роботи

Ознайомитися з засобами захисту електромагнітних полів та провести розрахунки.

Загальні відомості

Частота електромагнітного поля визначає особливості його впливу на людину. Це викликає необхідність нормування ЕМП і захисту від нього в різних діапазонах частот [1 ... 3].

В даному практичному занятті розглянуто нормування і захист від ЕМП в наступних діапазонах частот:

№ 9 - 300 ... 3000 МГц (довжина хвилі 1 ... 0,1 м);

№ 10 - 3 ... 30 ГГц (довжина хвилі 10 ... 1 см);

№ 11 - 30 ... 300 ГГц (довжина хвилі 1 ... 0,1 см).

У джерел ЕМП розрізняють зони: ближню (зона індукції) та дальню (зона випромінювання).

Ближня зона реалізується на відстані – [(ЕМП ще не сформувалося), де λ – довжина хвилі]; далека зона – на відстані (ЕМП сформувалося).

У цьому випадку обидві складові ЕМП – електрична і магнітна – в діапазоні 300 МГц... 300 ГГц оцінюються поверхневою щільністю потоку енергії (ППЕ) (інтенсивністю опромінення I, Вт/м^2).

Гранично допустиму щільність потоку енергії ЕМП в діапазоні частот 300 МГц ... 300ГГц на робочих місцях і в місцях можливого перебування персоналу радіотехнічних об'єктів (РТО) встановлюють, виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження на організм людини і часу його перебування в зоні опромінення. Однак у всіх випадках вона не повинна перевищувати 10 Вт/м^2 (1000 мкВт/см^2), а при наявності рентгенівського випромінювання або високої температури повітря в робочих приміщеннях (вище 28 °С) – 1 Вт/м^2 (100 мкВт/см^2).

Методика розрахунку

1. Нормування ЕМП.

Гранично допустима щільність потоку енергії ЕМП від РТО, Вт/м^2 (мкВт/см^2),

, (1)

де W_N – нормоване значення допустимої енергетичного навантаження на організм людини, Вт • г/м^2 (мкВт • г/см^2).

Нормовані значення допустимого енергетичного навантаження на організм людини становлять [3]:

2 Вт • г/м^2 (200 мкВт • г/см^2) – для всіх випадків опромінення, за винятком опромінення від антен, які обертаються і сканують;

20 Вт • г/м^2 (2000 мкВт • г/см^2) – для випадків опромінення від антен, які обертаються і сканують.

Допустимий час перебування в зоні опромінення 8 г.

Відповідно до санітарних норм гранично допустима щільність потоку енергії ЕМП на території житлової забудови при цілодобовому опроміненні не повинна перевищувати 5 мкВт/см^2 [3].

При одночасному впливі ЕМП від ***k*** джерел в діапазоні 300 МГц ... 300 ГГц сумарна щільність потоку енергії, Вт/м^2 (мкВт/см^2),

$$ППЕ_{\Sigma} = ППЕ_1 + ППЕ_2 + \ldots + ППЕ_k, \qquad (2)$$

де $ППЕ_1$, $ППЕ_2$, ..., $ППЕ_k$ – щільність потоку енергії від першого, другого і k-го джерел ЕМП, Вт/м^2 (мкВт/см^2).

2. Захист від електромагнітних полів.

2.1. Захист від ЕМП на робочому місці може бути забезпечений захистом часом, захистом відстанню, екрануванням джерела випромінювання, зменшенням потужності випромінювання, екрануванням робочого місця, застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

2.2. Захист часом.

Захист часом передбачає обмеження часу перебування людини в робочій зоні (в зоні опромінення ЕМП).

При заданої (виміряної на робочому місці) ППЕ максимальний час перебування людини на робочому місці (в зоні опромінення), г,

$$T = W_N / ППЕ_{\Sigma}. \qquad (3)$$

2.3. Захист відстанню.

Відстань від робочого місця до випромінюючої антени РТО, м,

$$r = [(P_{ср}\sigma)/(12{,}56 ППЕ_{\Sigma})]^{1/2}, \qquad (4)$$

де Р – середня потужність випромінювання, Вт; σ – коефіцієнт посилення антени.

Середня потужність випромінювання

$$P_{ср} = P_{імп}\tau / T_c, \qquad (5)$$

де $P_{імп}$ – потужність випромінювання в імпульсі, Вт; τ - тривалість імпульсу, с; T_c – період проходження імпульсів, с.

Основний спосіб захисту від ЕМП в навколишньому середовищі – захист відстанню.

Для захисту населення від впливу ЕМП, що створюються РТО, встановлюють санітарно-захисні зони. Санітарно-захисна зона – це площа, яка примикає до технічної території РТО. Зовнішній кордон цієї зони визначають на висоті 2 м від поверхні землі по граничній інтенсивності випромінювання ЕМП, що приводиться в нормах. Радіус санітарно-захисної зони визначають за формулою (4) за умови ППЕΣ = ППЕ = 5 мкВт/см^2.

2.4. Захист екрануванням.

Екранування джерел випромінювання ЕМП використовують для зниження інтенсивності випромінювання на робочому місці або огородження небезпечних зон випромінювання. Екрани виготовляють з металевих листів або сітки у вигляді замкнутих камер, шаф або кожухів. Екранування робочих місць застосовують у випадках, коли неможливо здійснити екранування апаратури. Товщина екрана, виготовленого з суцільного алюмінію, см,

$$\frac{}{\sqrt{f}}, \qquad (6)$$

де Е – заданий ослаблення інтенсивності випромінювання ЕМП; f – частота випромінювання ЕМП, Гц.

Порядок виконання завдання

1. Вибрати варіант (табл. 1).
2. Ознайомитися з методикою.
3. Визначити допустиму щільність потоку енергії ЕМП від РТО, знаючи тип антени.
4. Визначити допустимий час роботи на робочому місці, якщо воно опромінюється ще двома РТО, що створюють інтенсивність опромінення $ППЕ_2$ і $ППЕ_3$. Всі три РТО працюють в діапазоні 300 МГц ... 300 ГГц.
5. Визначити мінімальну відстань робочого місця від РТО при роботі протягом 8 годин в день з урахуванням заданих умов зовнішнього впливу на оператора інших факторів.
6. Визначити радіус санітарно-захисної зони для РТО, що працює в імпульсному режимі з параметрами, зазначеними в таблиці.
7. Визначити мінімальну товщину суцільного екрана з алюмінію, що забезпечує зменшення інтенсивності опромінення в РТО на робочому місці в Е раз.

Таблиця 1. – Вихідні дані

Варі ант	Характеристики радиотехнического объекта								Умови на робочому місці				Послаблення інтенсивності ЕМП
	Тип антени			$P_{імп}$, кВт	τ, мс	T_c, мс	σ	f, МГц	Інтенсивність опромінення, мкВт/см^2		Темпера-тура, °С	Наявність рентгенів-ського опромінення	
	неру-хома	оберт ається	скану юча						$ППЕ_2$	$ППЕ_3$			
01	+			100	10	10^2	100	300	10	3	20	+	100
02		+		1000	10	10^2	50	400	12	30	30		100
03			+	800	10	10^2	80	450	6	100	32		500
04	+			500	10	10^2	90	500	5	50	25	+	600
05		+		300	10	10^2	100	550	3	100	20	+	100
06			+	200	10^{-2}	10	120	600	5	50	30		120
07	+			1000	10	10^2	150	800	8	100	20		100
08		+		1800	10^{-1}	10	50	900	6	60	25	+	600
09			+	60	10^{-1}	10	40	700	3	12	30		500
10	+			90	10^{-1}	10	30	800	10	3	32		700
11		+		600	10^{-1}	10^2	20	500	6	40	25	+	100
12			+	10	10	10^2	90	600	7	30	20	+	120
13	+			1000	10^2	10^2	25	900	5	50	24		800
14		+		70	10^{-2}	10^2	20	300	8	80	20		1000
15			+	20	10^{-2}	10^2	90	900	5	30	30		100
16	+			80	10^2	10	50	10^4	10	3	30		600

Контрольні запитання

1. Що визначає частота електромагнітного поля?
2. Зони джерел ЕМП.
3. Нормування ЕМП
4. Види захисту від електромагнітних полів. Їх характеристика.

Література

1. Безопасность жизнедеятельности /С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа. НМЦ СПО, 2000. – 343 с.

2. ГОСТ 12.1.006—84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

3. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога /Под ред. Д.П. Никитина, А.И. Заиченко. – 2-е изд. – М.: Медицина, 1990. – 512 с.

Практична робота 8
Розрахунок контурного захисного заземлення в цехах з електроустановками напругою до 1000 В

Мета роботи

Ознайомитися з теоретичними положеннями з основних методів захисту людини від ураження електричним струмом та провести розрахунок захисного заземлення.

Принцип роботи захисного заземлення електроустановок

Металеві неструмопровідні частини електрообладнання і електроустановок при порушенні ізоляції між ними і їхніми струмопровідними частинами можуть опинитися під напругою. У таких аварійних умовах доторкання до неструмопровідних частин установок рівнозначний дотику до струмопровідних частин.

Усунення небезпеки ураження електричним струмом при такому переході напруги на неструмопровідні частини електроустановок у мережах з ізольованою нейтраллю здійснюється за допомогою захисного заземлення (рис.1).

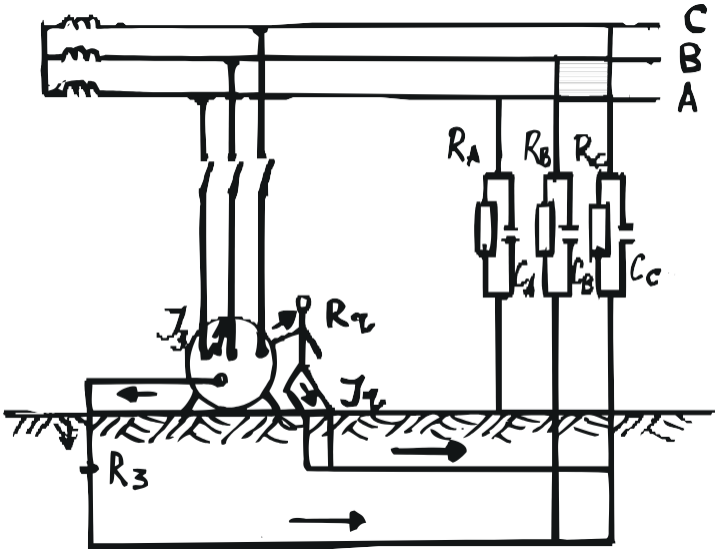

Рисунок 1 – Схема захисного заземлення

Під **захисним заземленням** розуміють з'єднання металевих неструмопровідних частин електроустановок із землею через заземлювальні провідники і заземлювачі для створення між цими частинами і землею малого опору.

В якості штучних заземлювачів використовують стальні труби довжиною 1,5…4 м, діаметром 25…50 мм, які забивають у землю, а також металеві стрижні та полоси.

Для досягнення необхідного супротиву заземлення, як правило, використовують декілька труб (стрижнів), забитих у землю та з’єднаних там металевою (сталевою) полосою.

Контурним захисним заземленням називається система, що складається з труб, які забивають навколо приміщення цеха, в якому розташовані електроустановки.

Заземлення електроустановок необхідно виконувати:

- При напрузі вище 380 В змінного та 440 В постійного струму в приміщеннях без підвищеної небезпеки, тобто у всіх випадках;
- При номінальній напрузі вище 42 В змінного та 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною небезпекою та в зовнішніх установках;
- При різних напругах змінного та постійного струму в вибухонебезпечних приміщеннях.

Нижче наведені класифікація та індекс приміщень.

Приміщення без підвищеної небезпеки:

приміщення, в яких відсутні умови, що створюють підвищену небезпеку або особливу небезпеку.

Приміщення з підвищеною небезпекою:

приміщення, які характеризуються наявністю однієї з таких умов:

вогкість (відносна вологість повітря тривало перевищує 75%);

струмопровідний пил;

струмопровідні підлоги (металеві, земляні, залізобетонні, цегляні і т.д.);

висока температура (температура в приміщенні постійно або періодично перевищує 35 °С);

можливість одночасного дотику людини до з'єднаних із землею металоконструкцій будинків з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання з іншого.

Приміщення особливо небезпечні:

приміщення, що характеризуються наявністю однієї з таких умов:

особлива небезпека – відносна вологість близька до 100% (стеля, стіни, підлога і предмети, що знаходяться в приміщенні, покриті вологою);

хімічно активне або органічне середовище (в приміщенні містяться агресивні пари, гази, рідини, утворюються відкладення або цвіль);

наявність одночасно двох і більше умов для приміщень підвищеної небезпеки.

На електричних установках напругою до 1000 В одинокі заземлювачі з'єднують сталевою смугою товщиною не менше 4 мм і перетином не менше 48 мм^2. Для зменшення екранування рекомендується поодинокі заземлювачі розташовувати на відстані не менше 2,5 ... 3 м один від іншого.

Методика розрахунку

Опір розтіканню струму. Ом, через одиночний заземлювач з труб діаметром 25 ...50 мм

$$R_{тр} = 0{,}9(\rho/l_{тр}), \qquad (1)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, який вибирають в залежності від його типу, Ом • см (для піску воно дорівнює 40000 ... 70000, для супіску – 15000 ... 40000, для суглинку – 4000 ... 15000, для глини – 800 ... 7000, для чорнозему – 900 ... 5300); $l_{тр}$ – довжина труби, м.

Потім визначають орієнтовне число вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування

$$n = R_{тр}/r, \qquad (2)$$

де r – допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) на електричних установках напругою до 1000 В допустимий опір заземлюючого пристрою дорівнює не більше 40м.

Розмістивши вертикальні заземлювачі на плані і визначивши відстань між ними, визначають коефіцієнт екранування заземлювачів (табл. 1).

Таблиця 1. – Коефіцієнти екранування заземлювачів $\eta_{тр}$

Кількість труб (вуголків)	Відношення відстані між трубами (вуголками) до їх довжини	$\eta_{тр}$	Відношення відстані між трубами (вуголками) до їх довжини	$\eta_{тр}$	Відношення відстані між трубами (вуголками) до їх довжини	$\eta_{тр}$
4	1	0,66...0,72	2	0,76...0,80	3	0,84...0,86
6	1	0,58...0,65	2	0,71...0,75	3	0,78...0,82
10	1	0,52...0,58	2	0,66...0,71	3	0,74...0,78
20	1	0,44...0,50	2	0,61...0,66	3	0,68...0,73
40	1	0,38...0,44	2	0,55...0,61	3	0,64...0,69
60	1	0,36...0,42	2	0,52...0,58	3	0,62...0,67

Число вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування

/ (3)

Довжина з’єднувальної полоси, м,

, (4)

де а – відстань між заземлювачами, м.

Якщо розрахункова довжина сполучної смуги вийшла менше периметра цеху (задається за варіантом), то довжину сполучної смуги необхідно прийняти рівною периметру цеху плюс 12 ... 16 м. Після цього слід уточнити значення $\eta_{тр}$. Якщо $a/l_{тр} > 3$, приймають $\eta_{тр} = 1$.

Опір розтіканню електричного струму через сполучну смугу, Ом:

$$R_п = 2{,}1 \cdot (\rho / l_п), \qquad (5)$$

Результуючий опір розтікання струму всього заземлюючого пристрою, Ом:

$$\frac{\qquad\qquad}{\qquad\qquad}, \qquad (6)$$

де $\eta_п$ – коефіцієнт екранування сполучної смуги (табл. 2)

Таблиця 2. – Коефіцієнти екранування сполучної смуги n.

Відношення відстані між заземлювачами до їх довжини	Кількість труб					
	4	8	10	20	30	40
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Отриманий результуючий опір розтікання струму всього заземлюючого пристрою порівнюють з допустимим.

На плані цеху розміщують вертикальні заземлювачі і сполучну смугу.

Порядок виконання завдання

1. Вибрати варіант (табл. 3).
2. Розрахувати результуючий опір розтікання струму заземлюючого пристрою і порівняти з допустимим опором.

Таблиця 3. – Вихідні дані

Варіант	Габаритні розміри цеха, м		Питомий опір ґрунту, Ом·см
	довжина	ширина	
01	60	18	12000
02	72	24	10000
03	66	24	13000
04	72	18	15000
05	90	24	18000
06	72	24	21000

Продовження табл.3

Варіант	Габаритні розміри цеха, м		Питомий опір ґрунту, Ом·см
	довжина	ширина	
07	72	18	24000
08	90	24	27000
09	72	24	30000
10	66	18	33000
11	60	18	36000
12	66	12	39000
13	72	18	42000
14	90	18	45000
15	36	12	50000
16	24	12	54000
17	12	12	58000
18	24	12	62000
19	18	12	66000
20	18	24	10000

Контрольні запитання

1. Що таке захисне заземлення?
2. Що використовують в якості штучних заземлювачів?
3. Що таке контурне захисне заземлення?
4. У яких випадках необхідно виконувати заземлення електроустановок?
5. Класифікація приміщень за електронебезпечністю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343с.

2. Королькова В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. – М.: Машиностроение, 1971. – 231 с.

3. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: Пер. с англ. /Под ред. А.П.Бирюкова. В 4-х томах. – М.: Профиздат,1985-1988.