

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ**

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Красноармійськ 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Розглянуто на засіданні кафедри
геотехнологій і охорони праці
протокол № 9 від 03.03.2010 р.

Затверджено
навчально-видавничою радою ДонНТУ
протокол № 3 від 02.06.2010 р.

Красноармійськ 2010

УДК 658.382.3

Основи охорони праці. Методичні вказівки до лабораторних робіт / Укл. Я. О. Ляшок, В. М. Нестеренко, О. О. Браташ. – Красноармійськ: КП ДВНЗ ДонНТУ, 2010. – 55 с.

Наведено основні теоретичні відомості і вказівки до виконання лабораторних робіт, які охоплюють основну тематику курсу «Основи охорони праці», що викладається студентам всіх напрямів підготовки.

Укладачі:

доц. Ляшок Ярослав Олександрович
доц. Нестеренко Василь Миколайович
ас. Браташ Олена Олексіївна

Рецензент:

доц. Бондаренко М.В.

Відповідальний за випуск

доц. Ляшок Я.О.

Зміст

| | |
|--|------------|
| <i>Лабораторна робота № 1. Дослідження параметрів мікроклімату на робочому місці.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Лабораторна робота № 2. Освітлення приміщень та його нормування.....</i> | <i>166</i> |
| <i>Лабораторна робота № 3. Дослідження забруднення повітряного середовища робочої зони.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Лабораторна робота № 4. Дослідження запиленості повітряного середовища робочої зони.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Лабораторна робота № 5. Контроль вмісту токсичних та вибухонебезпечних паро-газових речовин в повітрі робочої зони.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Лабораторна робота № 6. Засоби індивідуального захисту органів дихання.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Лабораторна робота № 7. Застосування первинних засобів гасіння пожежі.....</i> | <i>50</i> |

Лабораторна робота № 1. Дослідження параметрів мікроклімату на робочому місці.

Мета роботи. Освоєння методики дослідження параметрів мікроклімату на робочому місці і оцінки їх відповідності санітарним нормам.

Основні теоретичні положення

Людина внаслідок своєї життєдіяльності виділяє тепло в навколишнє середовище. Кількість цього тепла залежить від характеру та інтенсивності роботи, яка виконується.

Для нормального самопочуття потрібно, щоб був налагоджений постійний відвід випромінюваного організмом тепла. Здатність людського організму підтримувати постійну температуру тіла за рахунок регулювання відведення тепла називається терморегуляцією.

Відведення тепла проходить з поверхні тіла людини за рахунок конвекції, випаровування вологи і випромінювання, а також з повітрям, яке людина видихає. Скрите тепло, яке поглинається під час випаровування поту, може становити до 60 % від загальної кількості тепла, що відводиться в навколишнє середовище від тіла людини.

Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання будь-якої роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: температури, швидкості руху і відносної вологості. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату. Відхилення зазначених параметрів повітряного середовища від оптимальних норм створює несприятливі метеорологічні умови, що призводять до погіршення самопочуття, передчасної втоми людини і зниження її працездатності.

Температура повітря впливає на інтенсивність тепловіддачі, оскільки її різниця є рухомою силою цього процесу. Чим більша ця різниця, тим інтенсивніше тіло людини віддає тепло в навколишнє середовище.

Швидкість переміщення повітря (рух) також значно впливає на віддачу тепла організмом у навколишнє середовище. З підвищенням швидкості руху повітря, як фактора, що посилює охолоджувальну здатність, тепловіддача організму зростає.

На процес теплообміну суттєво впливає вологість повітря, її підвищення (понад 85 %) ускладнює процес терморегуляції організму, тому що високий парціальний тиск водяної пари в повітрі знижує інтенсивність процесу випаровування вологи з поверхні шкіри, а це може спричинити підвищення температури тіла і погіршення самопочуття (головний біль, втрата свідомості, тепловий удар).

Шкідливо впливає на людину також і надмірна сухість повітря (відносна вологість нижча 30 %).

У діючих правилах наводяться оптимальні норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень, а також допустимі норми мікроклімату для виробничих приміщень з надмірним виділенням явного тепла. До приміщень з надмірним виділенням явного тепла належать такі, в яких у повітря випромінюється понад 23 Дж/м³с тепла.

Нормовані параметри мікроклімату, як температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в приміщенні встановлюються з урахуванням наявних там теплонадлишків залежно від періоду року і категорії робіт за енерговитратами.

Всі роботи, що виконуються людиною, залежно від енерговитрат на їх виконання поділяються на три категорії:

1. Легкі фізичні роботи поділяються, в свою чергу, на категорії: Іа - роботи виконуються сидячи, енерговитрати до 120 ккал/год або до 139 Вт; Іб - роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою, але не потребують систематичної фізичної напруги або підняття і перенесення вантажів. Енерговитрати 121...150 ккал/год або 140...174 Вт.
2. Фізичні роботи середньої важкості поділяються на: категорію Іа - пов'язані з постійним ходінням, а також роботи, що виконуються сидячи або стоячи, але не потребують перенесення вантажів. Енерговитрати від 151 до 200 ккал/год, або 175...232 Вт; категорію Іб - пов'язані з ходьбою і перенесенням невеликих вантажів (до 10 кг). Енерговитрати 201...250 ккал/год, або 233...299 Вт.
3. Важкі фізичні роботи, які пов'язані з систематичною напругою, постійним переміщенням і пересуванням значних вантажів (понад 10 кг). Енерговитрати понад 250 ккал/год (290 Вт).

У виробничих умовах треба вміти визначати параметри мікроклімату і порівнювати їх з нормами.

Порядок виконання роботи.

1. За вказівкою викладача вибирається приміщення і задаються умови праці. За табл. 1.5 та 1.6. визначаються норми мікроклімату (може бути вибрана будь-яка навчальна аудиторія, де є змога провести виміри параметрів мікроклімату).
2. Визначається температура повітря за допомогою ртутного термометра (або аспіраційним психрометром, термоанемометром).
3. Визначається відносна вологість В за допомогою аспіраційного психрометра.
4. Визначається швидкість руху повітря (крильчатим, чашковим, індукційним анемометром або термоанемометром).
5. Вияснити, чи відповідають нормам параметри мікроклімату на робочому місці?
6. Визначається еквівалентно-ефективна температура, використовуючи номограму. Чи потрапляють параметри мікроклімату на робочому місці в зону комфорту? Якщо не потрапляють, то які параметри мікроклімату потрібно змінити, щоб поліпшити існуюче становище?

Прилади і методи вимірювання температури, швидкості руху і відносної вологості повітря, допоміжні матеріали

Аспіраційний психрометр.

Анемометр.

Барометр-анероїд.

Номограма для визначення еквівалентно-ефективної температури за даними про свідчення сухого і мокрого термометрів та швидкості руху повітря.

Для визначення температури повітря у виробничих приміщеннях використовуються звичайні ртутні або спиртові термометри, термопары і термоанемометри. Термоанемометр ЗА-2М може бути використаний для визначення температури повітря в межах від 10 до 60 °С, а термоанемометр ТА-8М - для вимірювання температур у межах від 0 до 60 °С.

Самопишучі прилади - термографи використовуються для реєстрації температури повітря протягом певного часу.

Для визначення швидкості руху повітря в приміщеннях, отворах припливних і витяжних повітропроводів, місцевих відсмоктувачах, а також відкритих прорізах вікон, дверей, ліхтарів використовують крильчаті, чашкові та індукційні анемометри, термоанемометри, а в деяких випадках і пневмометричні трубки.

Крильчатий анемометр застосовується для визначення швидкості руху повітря в межах 0,3...5 м/с, а чашкові або індукційні - в межах 1...20 м/с. Малі швидкості можна визначити термоанемометрами. Для замірів дуже малих швидкостей (до 0,5 м/с) використовуються кататермометри. Вони являють собою термометр зі збільшеним терморезервуаром, заповненим спиртом.

Якщо нагріти кататермометр до 38 °С і помістити в повітряний потік, то за часом охолодження його до температури 35 °С можна визначити швидкість руху повітря.

Пневмометричний метод з використанням пневмометричних трубок придатний тільки для швидкостей понад 1 м/с і практично не придатний для визначення метеорологічних умов і служить для вимірювання швидкостей повітря у вентиляційних системах і аспіраційних повітропроводах.

Для встановлення значення вологості треба знати методи її визначення, а саме:

а) метод точки роси. Основа методу полягає у визначенні температури охолоджуваного тіла на момент появи на ньому роси X . При цій температурі поверхня тіла в той момент буде рівною температурі I_p , при якій досліджуване повітря буде насичене водяною паром. По визначеному значенню X за таблицею властивостей вологого повітря визначають питому вагу насиченої пари, що дорівнює абсолютній вологості;

б) конденсаційний метод. Застосовується за наявності значної кількості водяної пари в повітрі. Конденсація водяної пари здійснюється в холодильній камері, де повітря охолоджується нижче точки роси. Сконденсована волога зби-

рається і визначається її обсяг або маса. За цими показниками встановлюється абсолютна вологість.

в) ваговий метод. Базується на поглинанні вологи із повітря хімічними поглиначами (хлористий калій, чиста сірчана кислота, пемза та ін.). Для визначення кількості відібраної вологи патрон з поглиначем важать на терезах до та після досліджу. За масою вологи встановлюють вміст вологи в повітрі.

Для визначення відносної вологості повітря треба знати його температуру за сухим і вологим термометрами. Для цієї цілі використовується психрометр з сухим і вологим термометрами, за показаннями яких відносна вологість повітря може бути визначена:

- а) за загальною психрометричною формулою;
- б) за психрометричною таблицею;
- в) діаграмою.

Крім цього для визначення відносної вологості повітря можуть використовуватись волосяні або мембранні психрометри, шкали яких градуйовані у відсотках відносної вологості повітря. Для реєстрації коливань відносної вологості повітря протягом часу використовують самописні прилади -гігрографи.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів омиваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю.

Цим вимогам відповідають аспіраційні психрометри.

Аспіраційний психрометр. Його дія заснована на існуванні певної залежності між відсною вологістю і різницею свідчень сухого T_c і вологого T_v термометрів (див. формулу (1.1)). В результаті випаровування води її температура знижується в порівнянні з температурою повітря, з якого черпається енергія для випаровування. Швидкість випаровування (а, отже, і зменшення температури рідини) збільшується при зменшенні відносної вологості і при збільшенні швидкості руху повітря над поверхнею рідини, що випаровується. У побутових психрометрах швидкість руху повітря не контролюється і тому свідчення цих приладів мають підвищену погрішність. У аспіраційних психрометрах за допомогою вентилятора підтримується певна швидкість потоку вимірюваного повітря над поверхнею вологого балончика з ртуттю і саме для цієї швидкості у формулі (1) визначений психрометричний коефіцієнт 0.5.

Абсолютна і відносна вологість повітря.

Формула для розрахунку відносної вологості B за показаннями аспіраційного психрометра, в якому підтримується постійна швидкість G повітря, що продувається через канали з сухим і мокрим термометрами

$$B = \frac{P(H_2O, T_C)}{P_S(H_2O, T_C)} \cdot 100\% = \frac{P_S(H_2O, T_M) - 0.5 \cdot (T_C - T_M) \cdot \frac{P}{755}}{P_S(H_2O, T_C)} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

де $B=f(T_c, T_m, P, G=const)$

G — витрата повітря через канал з мокрим термометром

T_c – показання сухого термометра, $^{\circ}\text{C}$

T_m – показання мокрого термометра $^{\circ}\text{C}$

P – атмосферний тиск, мм рт. ст.

755 – середній атмосферний тиск, мм. рт. ст.

$P(\text{H}_2\text{O}, T)$ – фактичний парціальний тиск пари води у вологому повітрі при температурі T , мм рт. ст.

$P_s(\text{H}_2\text{O}, T)$ – парціальний тиск насиченої пари води в повітрі при температурі T , мм рт. ст.

0.5 – постійний психрометричний коефіцієнт, мм рт. ст. / $^{\circ}\text{C}$.

Значення $P_s(\text{H}_2\text{O}, T)$ див. таблиці 1.1

Відповідно до (1), якщо $T_m \rightarrow T_c$, то $B \rightarrow 100\%$, якщо $T_c - T_m = \text{const}$, але P збільшується, то B зменшується.

Приклад.

Прийmemo $T_c = 20^{\circ}\text{C}$, $T_m = 16^{\circ}\text{C}$, $P = 760$ мм. рт. ст., швидкість повітря 0,5 м/с

$P_s(\text{H}_2\text{O}, 20^{\circ}\text{C}) = 17.54$ мм рт. ст.

$P_s(\text{H}_2\text{O}, 16^{\circ}\text{C}) = 13.63$ мм рт. ст., див. табл. 1.1

По формулі (1.1) для розрахунку B за свідченнями аспіраційного психрометра

$$B = \frac{13.63 - 0.5 \cdot (20 - 16) \cdot \frac{760}{755}}{17.54} \cdot 100\% = 66.2\%$$

Знаходимо по таблиці 1.2 $B = 66\%$.

Довідковий матеріал.

Абсолютна вологість Z , кг/м³ – маса водяної пари, що міститься в 1 м³ вологого повітря

$$0 < C < C_s$$

де C_s – маса насиченої водяної пари в одиниці об'єму повітря при даній температурі.

Абсолютну вологість можна визначити, якщо відомий парціальний тиск водяної пари P в повітрі і температура T вологого повітря

$$P(\text{H}_2\text{O}) \cdot V = \frac{q}{M(\text{H}_2\text{O})} RT, \quad C(\text{H}_2\text{O}) = \frac{P(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{RT}, \quad C_s = \frac{P_s M}{RT}$$

де q – маса водяної пари в об'ємі V , м³ вологого повітря, кг

$P(\text{H}_2\text{O})$ — парціальний тиск водяної пари в повітрі, Па

P_s — парціальний тиск насиченої водяної пари в повітрі, Па (див. табл. 1.1)

C_s – абсолютна вологість насиченого водяними парами повітря, кг/м³ при температурі T ,

T – температура вологого повітря, К

R – газова постійна: R = 8,31 Дж/моль К

M (H₂O) – молярна маса води: M (H₂O) = 0,018 кг/моль.

Відносна вологість В %

$$B = \frac{C}{C_s} 100\% \quad \text{або} \quad \hat{A} = \frac{P(H_2O)}{P_s(H_2O)} 100\%$$

Таблиця 1.1.

Парціальний тиск Ps (H₂O) насиченої водяної пари при різних температурах,
мм рт. ст.

| Цілі градуси | Десяті долі градусів | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| -5 | 3,16 | 3,13 | 3,11 | 3,09 | 3,06 | 3,04 | 3,02 | 2,99 | 2,97 | 2,95 |
| -4 | 3,40 | 3,38 | 3,35 | 3,33 | 3,30 | 3,28 | 3,25 | 3,23 | 3,21 | 3,18 |
| -3 | 3,67 | 3,64 | 3,62 | 3,59 | 3,56 | 3,53 | 3,51 | 3,48 | 3,46 | 3,43 |
| -2 | 3,95 | 3,92 | 3,89 | 3,86 | 3,84 | 3,81 | 3,78 | 3,75 | 3,72 | 3,70 |
| -1 | 4,26 | 4,22 | 4,19 | 4,16 | 4,13 | 4,10 | 4,07 | 4,04 | 4,01 | 3,98 |
| 0 | 4,58 | 4,61 | 4,65 | 4,68 | 4,72 | 4,75 | 4,78 | 4,82 | 4,86 | 4,89 |
| 1 | 4,98 | 4,96 | 5,00 | 5,08 | 5,07 | 5,11 | 5,14 | 5,18 | 5,22 | 5,26 |
| 2 | 5,29 | 5,28 | 5,37 | 5,41 | 5,45 | 5,49 | 5,52 | 5,56 | 5,60 | 5,64 |
| 3 | 5,68 | 5,72 | 5,77 | 5,81 | 5,85 | 5,89 | 5,98 | 5,97 | 6,02 | 6,06 |
| 4 | 6,10 | 6,14 | 6,19 | 6,23 | 6,27 | 6,38 | 6,36 | 6,41 | 6,45 | 6,50 |
| 5 | 5,54 | 6,59 | 6,64 | 6,68 | 6,73 | 6,78 | 6,82 | 6,87 | 6,92 | 6,96 |
| 6 | 7,01 | 7,06 | 7,11 | 7,16 | 7,21 | 7,26 | 7,31 | 7,36 | 7,41 | 7,46 |
| 7 | 7,51 | 7,56 | 7,62 | 7,67 | 7,72 | 7,78 | 7,83 | 7,88 | 7,94 | 7,99 |
| 8 | 8,04 | 8,10 | 8,16 | 8,21 | 8,47 | 8,32 | 8,38 | 8,44 | 8,49 | 8,55 |
| 9 | 8,61 | 8,67 | 8,73 | 8,79 | 8,84 | 8,90 | 8,96 | 9,02 | 9,09 | 9,15 |
| 10 | 9,21 | 9,27 | 9,33 | 9,40 | 9,46 | 9,52 | 9,58 | 9,65 | 9,71 | 9,78 |
| 11 | 9,84 | 9,91 | 9,98 | 10,04 | 10,14 | 10,18 | 10,28 | 10,24 | 10,38 | 10,45 |
| 12 | 10,52 | 10,59 | 10,66 | 10,73 | 10,80 | 10,87 | 10,94 | 11,01 | 11,08 | 11,16 |
| 13 | 11,23 | 11,30 | 11,38 | 11,45 | 11,53 | 11,60 | 11,68 | 11,76 | 11,83 | 11,91 |
| 14 | 11,99 | 12,06 | 12,14 | 12,22 | 12,30 | 12,38 | 12,46 | 12,54 | 12,62 | 12,71 |
| 15 | 12,79 | 12,87 | 12,95 | 13,04 | 13,12 | 13,20 | 13,29 | 13,38 | 13,46 | 13,55 |
| 16 | 13,63 | 13,72 | 13,81 | 13,90 | 13,99 | 14,08 | 14,17 | 14,26 | 14,35 | 14,44 |
| 17 | 14,53 | 14,62 | 14,72 | 14,81 | 14,90 | 15,00 | 15,09 | 15,19 | 15,28 | 15,38 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 18 | 15,48 | 15,58 | 15,67 | 15,77 | 15,87 | 15,97 | 16,07 | 16,17 | 16,27 | 16,37 |
| 19 | 16,48 | 16,58 | 16,67 | 16,79 | 16,89 | 17,00 | 17,10 | 17,21 | 17,32 | 17,43 |
| 20 | 17,54 | 17,64 | 17,75 | 17,86 | 17,97 | 18,08 | 18,20 | 18,31 | 18,42 | 18,54 |
| 21 | 18,65 | 18,76 | 18,88 | 19,00 | 19,11 | 19,23 | 19,35 | 19,47 | 19,59 | 19,71 |
| 22 | 19,83 | 19,95 | 20,07 | 20,19 | 20,32 | 20,44 | 20,56 | 20,69 | 20,82 | 20,94 |
| 23 | 21,07 | 21,20 | 21,32 | 21,45 | 21,58 | 21,71 | 21,84 | 21,98 | 22,11 | 22,26 |
| 24 | 22,38 | 22,51 | 22,65 | 22,78 | 22,92 | 23,06 | 23,20 | 23,34 | 23,48 | 23,62 |
| 25 | 23,76 | 23,90 | 24,04 | 24,18 | 24,33 | 24,47 | 24,62 | 24,76 | 24,91 | 25,06 |
| 26 | 25,28 | 25,36 | 25,51 | 25,66 | 25,81 | 25,96 | 26,12 | 26,27 | 26,43 | 26,58 |
| 27 | 26,74 | 26,90 | 27,06 | 27,21 | 27,37 | 27,54 | 27,70 | 27,86 | 28,02 | 28,18 |
| 28 | 28,35 | 28,51 | 28,68 | 28,85 | 29,02 | 29,18 | 29,35 | 29,52 | 29,70 | 29,87 |
| 29 | 30,04 | 30,22 | 30,39 | 30,57 | 30,74 | 30,92 | 31,10 | 31,28 | 31,46 | 31,64 |
| 30 | 31,82 | 32,01 | 32,19 | 32,38 | 32,56 | 32,75 | 32,93 | 33,12 | 33,31 | 33,50 |
| 31 | 33,70 | 33,89 | 34,08 | 34,28 | 34,47 | 34,67 | 34,86 | 35,06 | 35,26 | 35,46 |
| 32 | 35,66 | 35,86 | 36,08 | 36,27 | 36,48 | 36,68 | 36,89 | 37,10 | 37,31 | 37,52 |
| 33 | 37,73 | 37,94 | 38,16 | 38,37 | 38,53 | 38,80 | 39,02 | 39,24 | 39,46 | 39,68 |
| 34 | 39,90 | 40,12 | 40,34 | 40,58 | 40,80 | 41,02 | 41,25 | 41,48 | 41,71 | 41,94 |

Таблиця 1.2.

Таблиця для обчислення відносної вологості по аспіраційному психрометру.

| Градуси Цельсія по сухому термометру | Градуси Цельсія по «мокрому» термометру | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|------|----|------|----|------|----|--|
| | 15 | 15,5 | 16 | 17,5 | 18 | 18,5 | 19 | 19,5 | 20 | 20,5 | 21 | 21,5 | 22 | 22,5 | 23 | 23,5 | 24 | 24,5 | 25 | |
| | Відносна вологість, В % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,5 | 77 | 81 | 86 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 73 | 77 | 82 | 95 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18,5 | 69 | 73 | 78 | 91 | 95 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 66 | 70 | 74 | 86 | 91 | 95 | 100 | | | | | | | | | | | | | |
| 19,5 | 62 | 66 | 70 | 82 | 86 | 91 | 95 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 59 | 63 | 66 | 78 | 83 | 87 | 91 | 96 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 20,5 | 56 | 59 | 62 | 75 | 79 | 83 | 87 | 91 | 96 | 100 | | | | | | | | | | |
| 21 | 53 | 56 | 60 | 71 | 75 | 79 | 83 | 87 | 91 | 96 | 100 | | | | | | | | | |

| Градуси Цельсія по сухому термометру | Градуси Цельсія по «мокрому» термометру | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|--|
| | 15 | 15,5 | 16 | 17,5 | 18 | 18,5 | 19 | 19,5 | 20 | 20,5 | 21 | 21,5 | 22 | 22,5 | 23 | 23,5 | 24 | 24,5 | 25 | |
| | Відносна вологість, В % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,5 | 50 | 53 | 57 | 68 | 71 | 75 | 79 | 83 | 87 | 92 | 96 | 100 | | | | | | | | |
| 22 | 47 | 50 | 54 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 83 | 88 | 92 | 96 | 100 | | | | | | | |
| 22,5 | 44 | 48 | 51 | 62 | 65 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | | | | | | |
| 23 | 42 | 45 | 48 | 58 | 62 | 65 | 69 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | | | | | |
| 23,5 | 39 | 42 | 46 | 55 | 59 | 62 | 66 | 69 | 72 | 78 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | | | | |
| 24 | 37 | 40 | 43 | 53 | 56 | 59 | 63 | 66 | 70 | 73 | 77 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | | | |
| 24,5 | 35 | 38 | 41 | 50 | 53 | 56 | 60 | 63 | 66 | 69 | 73 | 77 | 81 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | | |
| 25 | 33 | 36 | 38 | 47 | 50 | 54 | 57 | 60 | 63 | 67 | 70 | 74 | 77 | 81 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | |

Таблиця 1.3

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничих приміщень.

| № п/п | Речовина | ГДК мг/м3 | Клас небезпеки | Агрегатний стан |
|-------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|
| 1. | SO ₃ | 1 | 2 | а |
| 2. | SO ₂ | 10 | 3 | п |
| 3. | Ацетон | 200 | 4 | п |
| 4. | Бензол+ | 5 | 2 | п |
| 5. | Кислота сірчана | 1 | 2 | |
| 6. | Кислота соляна | 5 | 2 | п |
| 7. | Ртуть металева | 0,01/0,005* | 1 | п |
| 8. | Сірководень+ | 10 | 2 | п |
| 9. | Тютюновий дим | 3 | 3 | а |
| 10. | Хлор | 1 | 2 | п |

Примітка: Агрегатні стани речовин в умовах виробництва позначені: п – пари і (або) газу, а – аерозолі. + — речовина небезпечна під час надходження через шкіру * – середні за зміну значення ГДК.

Таблиця 1.4.

Розрахункові температури повітря в холодний період і норми повітрообміну в приміщеннях ВУЗів.

| № п/п | Приміщення | Розрахункова температура повітря в приміщенні в холодний період року, °С | Кратність обміну повітря в приміщенні ч-1 |
|-------|--|--|--|
| 1 | Аудиторії до 150 місць, учбові кабінети, креслярські зали, зали курсового і дипломного проектування, читальні зали, лабораторії, де не виділяються виробничі шкідливості (наприклад, лабораторії опору матеріалів) | 18 | 30 м ³ /ч на 1 місце |
| 2 | Аудиторії на 150 місць і більш, актові зали | Див. примітка 1 | |
| 3 | Лабораторії, препаратурські та інші приміщення, де виділяються виробничі шкідливості (наприклад, хімічні лабораторії, зварювальні) | 16 | За розрахунком відповідно до технологічного завдання |

Таблиця 1.5.

Оптимальні норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень.

| Період року | Категорія роботи | Температура | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с, не більше |
|-----------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|--|
| Холодний і перехідний | Легка – I | 20-23 | 60-40 | 0,2 |
| | Середньої тяжкості – IIа | 18-20 | 60-40 | 0,2 |
| | Середньої тяжкості – IIб | 17-19 | 60-40 | 0,3 |
| | Важка – III | 16-18 | 60-40 | 0,3 |
| Теплий | Легка – I | 22-25 | 60-40 | 0,2 |
| | Середньої тяжкості – IIа | 21-23 | 60-40 | 0,3 |
| | Середньої тяжкості – IIб | 20-21 | 60-40 | 0,4 |
| | Важка – III | 18-21 | 60-40 | 0,5 |

Таблиця 1.6.

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

| Категорія роботи | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, %, не більше | Швидкість руху повітря, м/с, не більше | Температура повітря в неоптимальних робочих місцях, °С |
|-------------------------|-------------------------|--|--|--|
| Легка — I | 19-25 | 75 | 0,2 | 15-26 |
| Середньої тяжкості – Па | 17-23 | 75 | 0,3 | 13-24 |
| Середньої тяжкості – Пб | 15-21 | 75 | 0,4 | 13-24 |
| Важка – III | 13-19 | 75 | 0,5 | 12-19 |

Таблиця 1. 7.

Охолоджуюча дія руху повітря, виражена через еквівалентну температуру повітря.

| Показання термометра, °С | Еквівалентні температури повітря, °С, при швидкості руху повітря, м/с | | | | | | | | | Небезпека обмороження |
|--------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| | 0 | 2,2 | 4,4 | 6,6 | 8,8 | 11,0 | 13,3 | 15,4 | 17,6 | |
| +10,0 | +10 | +8,9 | +4,4 | +2,2 | 0,0 | -1,1 | -2,2 | -2,8 | -3,3 | Мала |
| +4,4 | +4,4 | +2,8 | -2,2 | -5,6 | -7,8 | -8,9 | -10,6 | -11,7 | -12,2 | |
| -1,1 | -1,1 | -2,8 | -8,9 | -12,8 | -15,6 | -17,8 | -18,9 | -20,0 | -21,1 | |
| -6,7 | -6,7 | -8,9 | -15,6 | -20,6 | -23,3 | -26,1 | -27,8 | -28,9 | -29,4 | |
| -12,2 | -12,2 | -14,4 | -22,8 | -27,8 | -31,7 | -33,9 | -36,1 | -37,2 | -38,3 | Підвищена |
| -17,8 | -17,8 | -20,7 | -29,4 | -35,6 | -39,4 | -42,2 | -44,5 | -46,1 | -47,2 | |
| -23,3 | -23,3 | -26,1 | -36,1 | -42,8 | -47,2 | -50,6 | -52,8 | -55,0 | -56,1 | |
| -28,8 | -28,8 | -32 | -43,2 | -40,5 | -55,0 | -58,9 | -61,7 | -63,3 | -65,0 | Найбільша |

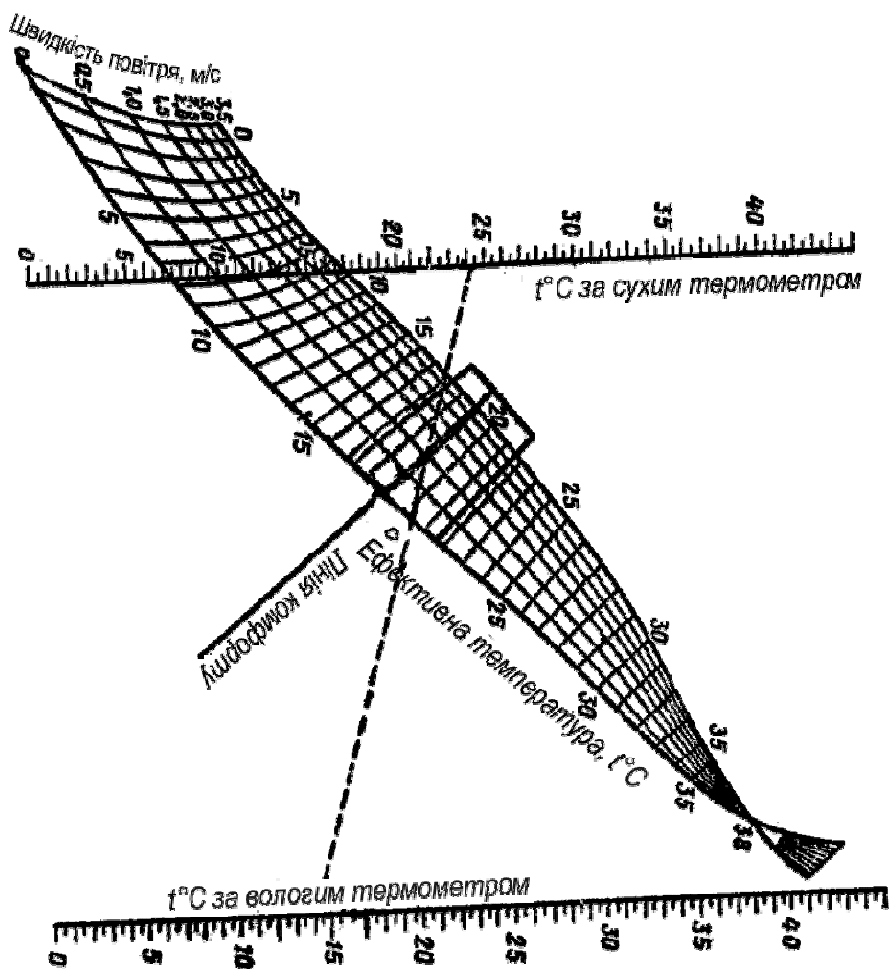
Примітка 1: У таблиці 1.7 наведені дані, що характеризують охолоджуючу дію повітря на відкриту частину людини, виражену через еквівалентну температуру повітря в штиль (тобто при відсутність руху повітря).

Примітка 2: Для визначення еквівалентної температури необхідно мати для визначеного періоду значеннями температури і швидкості руху повітря.

Примітка 3: Збільшення швидкості руху повітря понад 17,6 м/с надає незначний охолоджуючий ефект.

Контрольні питання:

1. Які параметри повітря визначають метеорологічні умови?
2. З якою метою нормуються метеорологічні умови?
3. Якими приладами вимірюється температура повітря?
4. Які прилади служать для вимірювання швидкості руху повітря? Межі їх вимірювання та приклади застосування.
5. За якими показниками нормуються метеорологічні умови? Які існують види норм мікроклімату?
6. Визначення абсолютної, відносної вологості повітря, його вологовміст.
7. Якими приладами можна визначити відносну вологість повітря (пряме вимірювання)?
8. Як визначається відносна вологість повітря за психрометричною таблицею?
9. Як визначається відносна вологість повітря за допомогою психрометричної формули?



Номограма для визначення ефективно-еквівалентної температури і зони комфорту.

Лабораторна робота № 2. Освітлення приміщень та його нормування.

2.1. Природне освітлення.

Мета роботи: вивчити питання нормування природної освітленості робочих зон, навчитись вимірювати і визначати освітленість, потрібну для виконання різних видів зорової роботи, визначити фактичне значення коефіцієнта природного освітлення для аудиторії та порівняти його з нормативним значенням

Терміни, які використовуються під час виконання роботи

Робоча поверхня - поверхня, на якій проводиться робота та нормується або вимірюється освітленість.

Умовна робоча поверхня - умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від рівня підлоги.

Об'єкт розрізнення - предмет або його частина, які потрібно розрізняти в процесі роботи.

Розмір об'єкта розрізнення - найменший розмір, який має чітко розрізняти око під час виконання конкретної роботи (наприклад, товщина ліній шрифту під час читання тексту чи товщина ліній креслення під час його виконання, тощо).

Характерний розріз приміщення - поперечний розріз, площина якого перпендикулярна до площини світлових прорізів або до поздовжньої осі приміщення.

Світловий клімат - сукупність умов природного освітлення в тій чи іншій місцевості за період понад 10 років.

Основні теоретичні положення

Природне освітлення - освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії сонця).

Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях - одна з умов забезпечення нормальної виробничої діяльності людини. Недостатня освітленість робочого місця може спричинити професійне захворювання або виробничий травматизм.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим світлом.

Бічне природне освітлення - освітлення приміщення через світлові прорізи у зовнішніх стінах.

Верхнє природне освітлення - освітлення приміщення через світлові ліхтарі, прорізи у покритті або у стінах місць перепаду висот будівлі.

Комбіноване освітлення - поєднання верхнього та бічного природного освітлення.

Через постійну зміну зовнішнього світла природна освітленість на робочих місцях характеризується коефіцієнтом природної освітленості.

Для гігієнічної оцінки освітлення приміщень використовують світлові величини, що прийняті в фізиці. Людське око сприймає електромагнітні коливан-

ня у діапазоні 370 — 770 нм. Тому основною їх характеристикою є світловий потік — потужність електромагнітної енергії, яка оцінюється за світловим сприйняттям людського ока. Світловий потік вимірюється в люменах (Лм). Відношення світлового потоку до площі поверхні, яку він опромінює, називають *освітленістю*, яка вимірюється в люксах (Лк).

Залежно від географічної широти, пори року, часу дня і стану погоди рівень природного освітлення може змінюватись у широких межах. Головним параметром, який використовують для нормування та обґрунтування природного освітлення закритих приміщень, є коефіцієнт природного освітлення (КПО) — відношення освітленості у певній точці приміщення E_1 , до освітленості під відкритим небом у цей же момент E_2 , %

$$КПО = \frac{100E_1}{E_2}$$

Мінімальне значення КПО, при якому рівень освітленості є достатнім для проведення заданих робіт, називають *нормою КПО*. Норми залежать від розряду зорової роботи, світлового поясу та системи природного освітлення.

Для бокового (одностороннього та двостороннього) освітлення норми КПО встановлюють для точок, розміщених на відстані 1 м від протилежної стіни при односторонньому і посередині приміщення — при двосторонньому освітленні на висоті робочої поверхні (0,7-1,0 м). При верхньому чи комбінованому освітленні норма встановлюється для середнього значення КПО у проміжку між стінами не ближче як 1 м до них.

Зорові роботи поділяють на 8 розрядів, а розряди визначають, переважно, за розмірами об'єктів, які треба розрізнити (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Розряди зорових робіт

| Розряд | Характеристика зорової роботи | Найменший розмір об'єкта, мм |
|--------|---|------------------------------|
| 1 | найвищої точності | менше як 0,15 |
| 2 | дуже високої точності | 0,15-0,3 |
| 3 | високої точності | 0,3 — 0,5 |
| 4 | середньої точності | 0,5- 1,0 |
| 5 | малої точності | 1 -5 |
| 6 | грубої точності | понад 5 |
| 7 | робота з матеріалами, що світяться, в гарячих цехах | понад 0,5 |
| 8 | загальне спостереження за ходом процесу | |

Кількість світлової енергії, яку отримує певна територія, залежить від географічної широти. За санітарними нормами виділено 5 світлових поясів. Норми КПО встановлені для 3-го світлового поясу (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Значення КПО для виробничих приміщень, які розміщені в 3-му світловому поясі

| Характер роботи | Найменший розмір об'єкта, що розглядається, мм | Розряд зорової роботи | Значення КПО (%) при природному освітленні | |
|--------------------|--|-----------------------|--|--------|
| | | | Верхнє і комбіноване | Бокове |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Високої точності | від 0,3 до 0,5 | 3 | 5 | 2 |
| Середньої точності | піл 0,5 до 1 | 4 | 4 | 1,5 |
| Малої точності | від 1 до 5 | 5 | 3 | 1 |
| Грубої точності | понад 5 | 6 | 1,8 | 0,5 |

Для інших світлових поясів нормативні значення КПО розраховують. Для 4-го світлового поясу, до якого належить Україна, нормативне значення КПО знаходять за формулою:

$$e_4 = e_3 \cdot m \cdot c, \quad (2.1)$$

де e_4 , e_3 — нормативне значення КПО для 4-го та 3-го світлових поясів відповідно;

m — коефіцієнт, який враховує світловий клімат і для України він дорівнює 0,9;

c — коефіцієнт, який враховує сонячний клімат і залежить від географічної широти та розміщення вікон. Для України значення коефіцієнта знаходиться в межах від 0,75 до 1 для будівель, розташованих на північ від 50 північної широти і від 0,7 до 0,95 — для будівель на південь від цієї широти. Для вікон, направлених на південь, приймають мінімальне значення цього коефіцієнта, а для вікон, направлених на північ — максимальне.

Реальне значення КПО при боковому освітленні обчислюють за формулою

$$e = \frac{100S_g \tau r}{S_n \kappa \eta p}, \quad (2.2)$$

де S_g — сумарна площа вікон, м²;

S_n — площа підлоги приміщення, м²;

e — реальне значення КПО для приміщення;

κ — коефіцієнт запасу (1,0 — 1,5), який враховує заповищеність повітря в робочій зоні (при вмісті пилу, диму, кіптяви менше за 1 мг/м³ $\kappa = 1,3$);

η — світлова характеристика вікна, яка є функцією співвідношень L/B та B/h ;

B — глибина приміщення, тобто відстань від стіни з вікнами до протилежної глухої стіни, м;

L — відстань між протилежними стінами, які перпендикулярні стіні з вікнами, м;

h — відстань від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна, м;

τ — загальний коефіцієнт світлопропускання, який залежить від типу рами і положення скляної поверхні (див. табл. 2.4);

p — коефіцієнт, який враховує затінення вікон спорудами, що навпроти, значення якого знаходимо у табл. 2.5;

r — коефіцієнт, який враховує підвищення КПО за рахунок відбитого світла і є функцією співвідношень L/B , B/h і l/B , де l — відстань розрахункової точки до стіни з вікнами (див. табл. 2.6).

Порівнюючи знайдене значення КПО із нормативним, визначають відповідність рівня природного освітлення санітарно-гігієнічним вимогам.

Таблиця 2.3

Значення світлової характеристики віконних прорізів при боковому освітленні

| L/B | Значення η при B/h | | | | | | | |
|------------|-------------------------|------|-----|------|------|----|------|------|
| | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7,5 | 10 |
| 4 і більше | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12,5 |
| 3 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9,6 | 10 | 11 | 12,5 | 14 |
| 2 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 13 | 15 | 17 |
| 1,5 | 9,5 | 10,5 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| 1 | 11 | 15 | 16 | 18 | 21 | 20 | 26,5 | 29 |
| 0,5 | 18 | 23 | 31 | 37 | 45 | 54 | 66 | - |

Примітка. В — глибина приміщення, тобто відстань від стіни з вікнами до протилежної глухої стіни, м; L — відстань між протилежними стінами, які перпендикулярні до стіни з вікнами, м; h — відстань від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна, м.

Таблиця 2.4

Значення загального коефіцієнта світлопропускання

| Характеристика приміщення за умовами забрудненості повітря | Положення скляної поверхні | Значення τ | | | |
|--|----------------------------|-----------------|----------|---------------|----------|
| | | дерев'яна рама | | металева рама | |
| | | одинарна | подвійна | одинарна | подвійна |
| Із значним виділенням пилу, диму, кіптяви | Вертикальне | 0,40 | 0,25 | 0,50 | 0,30 |
| | Нахилене | 0,30 | 0,20 | 0,40 | 0,25 |
| З незначним виділенням пилу, диму, кіптяви | Вертикальне | 0,40 | 0,25 | 0,50 | 0,30 |
| | Нахилене | 0,40 | 0,25 | 0,50 | 0,30 |

Таблиця 2.5

Значення коефіцієнта, який враховує затінення вікон спорудами, що навпроти

| L_1/h_1 | P | L_1/h_1 | P |
|-----------|-----|------------|-----|
| 0,5 | 1,7 | 2,0 | 1,1 |
| 1,0 | 1,4 | 3 і більше | 1,0 |
| 1,5 | 1,2 | | |

Примітка. L_1 — відстань до об'єкта, що стоїть навпроти (будівля, дерева, тощо), м; h_1 - висота об'єкту над підвіконником даної будівлі, м.

Таблиця 2.6

Значення коефіцієнта для бокового одностороннього освітлення при середньо-виваженому коефіцієнті відбиття апелі, стін та підлоги

| B/h | l/B | L/b | ρ |
|---------|-------|----------|--------|
| 1-1,5 | 0,5 | 0,5 | 1,4 |
| | | 1 | 1,3 |
| | | ≥ 2 | 1,2 |
| | 1,0 | 0,5 | 2,1 |
| | | 1 | 1,9 |
| | | ≥ 2 | 1,5 |
| 1-1,5 | 0,5 | 0,5 | 1,4 |
| | | 1 | 1,3 |
| | | ≥ 2 | 1,2 |
| | 1,0 | 0,5 | 2,1 |
| | | 1 | 1,9 |
| | | 2 | 1,5 |
| 1,5-2,5 | 0,3 | 0,5 | 1,3 |
| | | 1 | 1,2 |
| | | ≥ 2 | 1,1 |
| | 0,5 | 0,5 | 1,85 |
| | | 1 | 1,6 |
| | | 2 | 1,3 |
| | 0,7 | 0,5 | 2,25 |
| | | 1 | 2,0 |
| | | ≥ 2 | 1,7 |
| | 1,0 | 0,5 | 3,8 |
| | | 1 | 3,3 |
| | | ≥ 2 | 2,4 |
| 2,5-3,5 | 0,3 | 0,5 | 1,2 |
| | | 1 | 1,15 |
| | | ≥ 2 | 1,1 |
| | 0,5 | 0,5 | 1,6 |
| | | 1 | 1,45 |
| | | ≥ 2 | 1,3 |
| | 0,7 | 0,5 | 2,6 |

| <i>B/h</i> | <i>l/B</i> | <i>L/b</i> | <i>r</i> |
|------------|------------|------------|----------|
| | | 1 | 2,2 |
| | | ≥ 2 | 1,7 |
| | 0,9 | 0,5 | 5,3 |
| | | 1 | 4,2 |
| | | ≥ 2 | 3,0 |
| | 1,0 | 0,5 | 7,2 |
| | | 1 | 5,4 |
| | | ≥ 2 | 4,3 |

Примітка. $l=B-1$ — відстань від стіни з вікнами до розрахункової точки.

Вимірювання освітленості

Для вимірювання освітленості використовуються переносні фотоелектричні люксметри Ю116, Ю117. Принцип їх дії заснований на явищі фотоелектричного ефекту. Прилади відрізняються діапазоном вимірювання освітленості: Ю116 - 5...100000лк; Ю117 - 0,1... 100000лк.

Порядок виконання роботи

1. Вибрати приміщення для розрахунку.
2. Виміряти довжину L , ширину B та висоту H приміщення лабораторії.
3. Розрахувати площу світлових прорізів S_B , площу підлоги приміщення S_n .
4. Визначити нормоване значення КПО за формулою (2.1).
5. Розрахувати коефіцієнт природної освітленості на робочому місці за формулою (2.2).

Контрольні питання:

1. Що таке природне освітлення. Фізична суть?
2. Що таке освітленість. У яких одиницях вона вимірюється?
3. Як визначити нормоване значення КПО для різних поясів світлового клімату?
4. Які види природного освітлення вам відомі?
5. Що таке розряд зорової роботи?
6. Як обчислити коефіцієнт природної освітленості?
7. Як нормується КПО при бічному природному освітлені?
8. Якими приборами вимірюють освітленість?

2.2. Штучне освітлення.

Мета роботи: ознайомитись з принципами нормування штучного освітлення виробничих приміщень, навчитися розраховувати освітленість робочих місць, підбирати джерела світла.

Основні теоретичні положення

За призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне. Всі ці види освітлення призначені для освітлення необхідної виробничої діяльності людини у вечірні та нічні години доби.

За виконанням (розміщенням джерел світла) штучне освітлення поділяється на загальне - призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частини; місцеве (стаціонарне або переносне) - для освітлення тільки робочих поверхонь; комбіноване - поєднання загального та місцевого освітлення.

Робоча поверхня освітлюється не тільки світловими потоками, які падають безпосередньо на неї від світильників, а також потоками, відбитими від стін, стелі та підлоги приміщення. За темних стін та стелі відбиті потоки малі і освітленість практично створюється променями, які падають на поверхню від світильників. За рахунок пофарбування приміщень у світлі тони можна істотно збільшити освітленість без збільшення потужності світильних установок.

Нормами штучного освітлення встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, території виробничих підприємств, залізничних шляхів, відкритих просторів.

Розрахунок штучного освітлення за методом коефіцієнта використання світлового потоку

Цей метод дозволяє визначити світловий потік, створений лампами, і розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості - потрібну кількість світильників.

При штучному освітленні нормується абсолютне значення освітленості. Відповідно до гігієнічних вимог та енергетичних можливостей у нормативах прийняті мінімально достатні величини освітленості. Більш висока економічність газорозрядних ламп дає можливість дещо підвищити встановлені норми штучного освітлення. Норми встановлюються залежно від розряду зорової роботи, фону (світлий, середній, темний), контрасту об'єкта з фоном (малий, середній, великий), системи освітлення (комбіноване чи загальне) і типу світильників та ламп, які використовуються для освітлення (див. табл. 2.8).

Для штучного освітлення використовують лампи розжарювання та люмінесцентні лампи. Вони не забезпечують всіх параметрів освітлення, яке дає природне освітлення. Спектр ламп розжарювання відрізняється від спектра сонячного світла через наявну більшість жовтих та червоних променів. Спектр люмінесцентних ламп ближчий до спектра сонячного світла, але люмінесцентні лам-

пи дають пульсуючий світловий потік, який при тривалій роботі викликає стробоскопічний ефект (поява декількох об'єктів замість одного). Лампи розжарювання і люмінесцентні лампи мають певні електротехнічні та світлові характеристики, подані в табл. 2.9 і 2.10.

До електротехнічних характеристик, передусім, відносять електричну потужність, яку споживають лампи, а до світлових — світловий потік, який вони дають.

Саме ці дві характеристики використовують для підбору ламп, які забезпечують нормативну освітленість приміщення. Спочатку розраховують світловий потік однієї лампи за формулою

$$F = \frac{EkS_n z}{N\eta\eta} \quad (2.3)$$

де F — світловий потік однієї лампи у світильнику, Лм;

E — мінімальна освітленість за нормою відповідно до зорових робіт (див. табл. 2.8), Лк,

κ — коефіцієнт запасу, який для люмінесцентних ламп знаходиться в межах від 1,5 до 2,0, а для ламп розжарювання — 1,3 - 1,8, і при запиленості повітря менше за 1мг/м^3 він рівний 1,5 і 1,3 для люмінесцентних ламп та ламп розжарювання відповідно;

N — кількість світильників, яку визначають з умов рівномірності освітлення;

n — кількість ламп у світильнику;

η — коефіцієнт використання світлового потоку, який залежить від типу світильників, середньо-вваженого коефіцієнта відбивання стін і стелі, індексу приміщення та визначають його за формулою:

$$i = \frac{L \cdot B}{(L + B) \cdot h_2} \quad (2.4)$$

де h_2 — висота світильників над робочою поверхнею (див. табл. 2.11);

z — коефіцієнт нерівномірності освітлення, який дорівнює 1,1 для люмінесцентних ламп і 1,15 для ламп розжарювання;

S_n — площа підлоги приміщення, м^2 .

Знайдений світловий потік F порівнюється із світловими потоками ламп різної електричної потужності, які наведені в табл.2.9 для ламп розжарювання та в табл. 2.10 — для люмінесцентних ламп. Потім підбираються необхідні лампи. Допускається відхилення світлового потоку вибраної лампи від розрахованого в межах від -10 % до +20 %.

Висоту світильників над робочою поверхнею вибирають залежно від забезпечення рівномірності освітлення. Нормативна рівномірність освітлення до-

сягається при співвідношенні L_2/h_2 , де L_2 – відстань між світильниками. Світильники для ламп розжарювання через пожежонебезпеку розміщують від стелі на відстані не ближче за 0,2 м, а світильники для люмінесцентних ламп через пульсуючий світловий потік — не нижче за 3 м від робочої поверхні.

Лампи розміщують у освітлювальні пристрої, які можуть бути світильниками прямого, розсіяного та відбитого (тільки для ламп розжарювання) світла.

Розрахунок штучного освітлення є типовою задачею на оптимізацію: досягнення нормативних значень освітленості та рівномірності освітлення при мінімальних енергетичних та фінансових затратах. Враховуючи необхідність економії, вигідно поєднувати загальне освітлення з місцевим, для якого використовують точковий метод розрахунку.

Таблиця 2.8

Норми освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях при штучному освітленні

| Характеристика зорової роботи за ступенем точності | Найменший розмір об'єкта, що розглядається, мм | Розряд зорової роботи | Підрияд зорової роботи | Контраст об'єкта з фоном | Характеристика фону | Освітленість, Лк | | | |
|--|--|-----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | | | | | | Система комбінованого освітлення при | | Система загального освітлення при | |
| | | | | | | Люмінесцентних лампах | лампах розжарювання | Люмінесцентних лампах | лампах розжарювання |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Високої точності | від 0,3 до 0,5 | 3 | а | малий | темний | 2000 | 1500 | 500 | 300 |
| | | | б | малий середній | середній темний | 1000 | 750 | 300 | 200 |
| | | | в | малий середній великий | світлий середній темний | 750 | 600 | 300 | 200 |
| | | | г | середній великий великий | світлий світлин середній | 400 | 400 | 200 | 150 |

| Характеристика зорової роботи за ступенем точності | Найменший розмір об'єкта, що розглядається, мм | Розряд зорової роботи | Підряд зорової роботи | Контраст об'єкта з фоном | Характеристика фону | Освітленість, Лк | | | |
|--|--|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | | | | | | Система комбінованого освітлення при | | Система загального освітлення при | |
| | | | | | | Люмінесцентних лампах | лампах розжарювання | Люмінесцентних лампах | лампах розжарювання |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Середньої точності | під 0,5 до 1 | 4 | а | малий | темний | 750 | 600 | 300 | 200 |
| | | | б | малий середній | середній темний | 500 | 500 | 200 | 150 |
| | | | в | малий середній великий | світлий середній темний | 400 | 400 | 150 | 100 |
| | | | б | малий середній | середній темний | 200 | 200 | 150 | 100 |
| | | | г | середній великий великий | світлий світлий середній | 300 | 300 | 150 | 100 |
| Малої точності | від 1,0 до 5,0 | | а | малий | темний | 300 | 300 | 200 | 150 |
| | | | б | малий середній | середній темний | 200 | 200 | 150 | 100 |

Таблиця 2.9

Світлові і електротехнічні характеристики ламп розжарювання загального призначення напругою 220 В

| Тип ламп | Номінальні величини | | Тип ламп | Номінальні величини | |
|---------------|---------------------|------------------------|---------------|---------------------|------------------------|
| | Потужність, Вт | Світловий потік, Ф, Лм | | Потужність, Вт | Світловий потік, Ф, Лм |
| В 220-40 | 40 | 380 | Б 220-150 | 150 | 2000 |
| В 220-235-40 | 40 | 300 | Г 220-150 | 150 | 2000 |
| БК 220-40 | 40 | 430 | В 220-235-150 | 150 | 1650 |
| В 220-40 | 40 | 380 | Б 220-150 | 150 | 2000 |
| В 220-235-40 | 40 | 300 | Г 220-150 | 150 | 2000 |
| БК 220-40 | 40 | 430 | В 220-235-150 | 150 | 1650 |
| Б 220-60 | 60 | 650 | Б 220-200 | 200 | 2920 |
| Б 220-235-60 | 60 | 550 | Б 220-235-200 | 200 | 2350 |
| БК 220-60 | 60 | 730 | Г 220-300 | 300 | 4500 |
| Б 220-100 | 100 | 1320 | Г 220-235-300 | 300 | 3750 |
| Б 220-235-100 | 100 | 1000 | Г 220-500 | 500 | 8200 |
| БК 220-100 | 100 | 1400 | Г 220-235-500 | 500 | 6800 |

Примітка. В — вакуумна, Г — газонаповнена, Б — біспіральна, БК — біспіральна криптонова.

Таблиця 2.10

Світлові і електротехнічні характеристики люмінесцентних ламп

| Тип ламп | Номінальні величини | | Тип ламп | Номінальні величини | |
|----------|---------------------|------------------------|----------|---------------------|------------------------|
| | Потужність, Вт | Світловий потік, Ф, Лм | | Потужність, Вт | Світловий потік, Ф, Лм |
| Л Б 36 | 36 | 2800 | ЛБ 80 | 80 | 5300 |
| ЛДЦ 36 | 36 | 2100 | ЛД 80 | 80 | 4200 |
| ЛЕЦ36 | 36 | 2150 | ЛДЦ 80 | 80 | 3700 |

| | | | | | |
|----------|----|------|---------|----|------|
| ЛД36 | 36 | 2300 | ЛД 20 | 20 | 880 |
| ЛБ40 | 40 | 2900 | ЛЕЦ20 | 20 | 850 |
| ЛД 40 | 40 | 2400 | ЛТБЦ 20 | 20 | 820 |
| ЛДЦ 40 | 40 | 2150 | ЛБЦЦ20 | 20 | 780 |
| ЛТБЦЦ 40 | 40 | 2000 | ЛГ20 | 20 | 450 |
| ЛЕЦ40 | 40 | 2200 | ЛЗ 20 | 20 | 900 |
| ЛР20 | 20 | 450 | Л Г 40 | 40 | 1200 |
| ЛЗ 40 | 10 | 2600 | ЛР40 | 40 | 1400 |
| ЛФ 40 | 40 | 1650 | ЛФ20 | 20 | 960 |
| ЛБ20 | 20 | 1100 | ЛДЦ 20 | 20 | 880 |
| ЛБ 18 | 18 | 1100 | ЛД 18 | 18 | 880 |
| ЛДЦ 18 | 18 | 800 | ЛБЦ18 | 18 | 820 |
| ЛТБЦ18 | 18 | 860 | | | |

Примітка. В умовному позначенні ламп букви і цифри означають: Л — люмінесцентна, Д — денної гами кольорів, Е — природної гами кольорів, Б — білої кольоровості, Ц — з поліпшеною передачею кольорів, ТБ тепло-біла, ЦЦ — з дуже доброю передачею кольорів, Г — голуба, З — зелена, Р — рожева, Ф — для рослин, 18, 20, 36, 40, 80 — електрична потужність у ватах.

Таблиця 2.11

Коефіцієнт використання світлового потоку світильників при середньовиважененому коефіцієнті відбиття стелі, стін та підлоги

| Індекс приміщення <i>i</i> | Значення коефіцієнта η використання світлового потоку | |
|-------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Світильник прямого світла для ламп розжарювання «Люцета» | Світильник з люмінесцентними лампами |
| 0,5 | 0,22 | 0,31 |
| 0,6 | 0,27 | 0,37 |
| 0,7 | 0,30 | 0,42 |
| 0,8 | 0,33 | 0,45 |
| 0,9 | 0,35 | 0,48 |
| 1,0 | 0,37 | 0,49 |
| 1,1 | 0,38 | 0,51 |
| 1,25 | 0,41 | 0,53 |

| Індекс приміщення <i>i</i> | Значення коефіцієнта η використання світлового потоку | |
|-------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Світильник прямого світла для ламп розжарювання «Люцета» | Світильник з люмінесцентними лампами |
| 1,5 | 0,44 | 0,56 |
| 1,75 | 0,16 | 0,58 |
| 2,0 | 0,48 | 0,60 |
| 2,25 | 0,50 | 0,62 |
| 3,0 | 0,54 | 0,66 |
| 3,5 | 0,57 | 0,67 |
| 4,0 | 0,59 | 0,68 |
| 5,0 | 0,61 | 0,70 |

Примітка. Індекс приміщення $i = \frac{L \cdot B}{(L + B) \cdot h_2}$

h_2 — висота світильників над робочою поверхнею;

B — глибина приміщення, тобто відстань від стіни з вікнами до протилежної глухої стіни, м;

L — відстань між протилежними стінами, які перпендикулярні стіні з вікнами.

Порядок виконання роботи.

1. Вибрати конкретне приміщення (лабораторію, аудиторію, кабінет), для якого розраховується освітлення.
2. За нормами освітленості або за галузевими нормами визначити мінімальну штучну освітленість вибраного приміщення.
3. Визначити індекс приміщення.
4. Розраховувати світловий потік однієї лампи.
5. Вибрати тип ламп і встановити їх потужність для забезпечення нормативної освітленості аудиторії.

Контрольні питання:

1. Як класифікується штучне освітлення за призначенням?
2. Від яких факторів залежить освітленість робочої поверхні або об'єкта, що розглядається?
3. Що таке освітленість і в яких одиницях вона вимірюється?
4. Основне рівняння методу розрахунку за коефіцієнтом використання світлового потоку.
5. Як нормується штучне освітлення?
6. Які Ви знаєте типи ламп, що використовуються як джерела штучного освітлення?

Лабораторна робота № 3. Дослідження забруднення повітряного середовища робочої зони

Мета роботи: ознайомитись з основними характеристиками шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень, а також вивчити вимоги до контролю за додержанням гранично допустимої концентрації цих речовин на робочому місці.

Загальні теоретичні відомості

Важливе значення для нормальної життєдіяльності людини має чисте повітря певного хімічного складу (кисень 20,95%, азот 78,08%, інертні гази 0,94% - по об'єму) і яке має оптимальні параметри мікроклімату.

Але повітря такого складу не завжди підтримується у виробничих приміщеннях, так як багато технологічних процесів супроводжуються виділенням шкідливих речовин у вигляді пилу, газу, пару, аерозолі. Наприклад, при зварюванні, паянні, термічній обробці металів, при покритті виробів та устаткування лаками, красками та багатьох інших процесах.

Пиловий фактор особливо характерний для підприємств вугільної, гірничодобувної промисловості, промисловості будівельних матеріалів, металургійної, машинобудівної та багатьох інших галузей. Вплив шкідливих речовин на організм людини виявляється відразу (гострі отруєння) або через деякий термін часу (хронічні отруєння або професійні захворювання). Гострі отруєння виникають внаслідок дії великої кількості шкідливих речовин впродовж робочої зміни. Вони залежать від причин, в тому числі і таких, які можливо запобігати, це організація виробництва, дисциплінованість працюючих і таке інше. Тільки мала частина таких отруєнь пов'язана з недосконалістю технології виробництва або вентиляції.

Хронічні отруєння - це поступове надходження в організм людини невеликої кількості отруйних речовин які потім викликають отруєння. Боротьба з хронічними отруєннями значно складніша ніж з гострими.

Зменшення кількості шкідливих речовин, які виділяються в робочу зону, залежить від удосконалення технологічних процесів та устаткування, від архітектурно-планувальних та ін. заходів.

За будь-якої форми отруєння характер впливу шкідливих речовин на організм людини визначається їх токсичністю, тобто мірою їх фізіологічної активності.

За характером впливу на організм людини шкідливі речовини поділяють на:

- *загальнотоксичні*: свинець, ртуть, бензол, толуол, миш'як та його сполуки, окис вуглецю та інші. Вони діють на органи дихання та надходять в організм людини з харчуванням, спричиняючи отруєння (інтоксикацію);

- *подразнюючі*: кислоти луг, окисли азоту, ацетон, хлор, фтор, сірка, бензин та інші. Ці речовини при контакті з біологічними тканинами викликають запалення органів дихання і слизової оболонки органів зору та зумовлюють організм людини пристосовуватись до мінливих умов існування;

- *алергічні*: берилій та його сполуки, толуол, фенол, формальдегід, оксид хрому, пил борошна, дерева, бавовняно-паперовий та інші. Ці речовини здатні спричиняти алергічну реакцію організму, тобто підвищену чутливість або реакцію організму до них. Вони найчастіше уражають шляхи дихання, шкіру та шлунково-кишковий тракт. Виникають запалення в якомусь органі або тканині і виявляються як реакція особливих імунологічних захисних механізмів організму, що спрямована на знешкодження алергенів;

- *стабілізуючі*: різні розчини, лаки на основі нітроз'єднань, платина та інші. Сенсibilізація - підвищена чутливість організму людини до певних алергенів. Ці речовини викликають астматичні явища, захворювання шкіри та інше.

- *фіброгенні*: сірка, цемент, слюда, вапняк, фторопласт, алмази природні та штучні, алюміній та його сплави, доломіт та інші. Ці речовини спричиняють згущення крові. Біосинтез фібриногену відбувається в печінці.

- *канцерогенні*: бензол, берилій та його сполуки, нікель та його сполуки, азбест природній та штучний, хроміти, біхромати, неорганічні сполуки миш'яку, сажа чорна промислова, радіоактивні речовини та інші. Ці речовини спричиняють виникнення і розвиток пухлин, перетворення нормальних клітин на пухлини, в тому числі і злоякісні;

- *мутагенні і впливаючі на репродуктивну функцію*: ртуть, свинець, сурма, бензол та його похідні, алкілюючі сполуки та інші. Ці хімічні речовини спричиняють спадкові зміни (мутації);

- *речовини з гостронаправленим механізмом дії*: сірководень, хлор, окис вуглецю, водень миш'яковий та фосфористий, озон, толуол, фосген, ізопропілнітрат та інші. Ці речовини потребують автоматичного контролю за їх вмістом в повітрі.

Можливий розподіл речовин і за іншими ознаками.

Наприклад, дія на окремі органи та системи організму людини основного шкідливого впливу отруйних речовин (*задушливі, нервові, наркотичні, печінкові, кров'яні яди*), за величиною середньосмертельної дози та інші.

На ступінь отруєння організму впливає стан здоров'я людини. Так, при підвищеній температурі сприйняття організму до впливу шкідливих речовин підвищено. Більше також зазнають отруєння особи, організм яких послаблений захворюваннями (грипом, туберкульозом та іншими).

Чим більша концентрація та час дії шкідливої речовини, тим сильніша дія цієї речовини на організм людини. Ступінь дії шкідливих речовин залежить також від шляхів їх надходження в організм людини, хімічного складу і хімічної структури шкідливих речовин та їх фізико-хімічних властивостей (електроліти і неелектроліти, реагуючі і нереагуючі, легколетючі і нелетючі, тверді, рідкі газопароподібні). На цей процес впливають фактори виробничого середовища (мікроклімат, шум, вібрація і т. ін.) та важкість праці. Алкоголь підвищує ступінь

ураження організму практично усіма шкідливими речовинами. Має місце значення статі, віку осіб, на яких діють шкідливі речовини.

Клас небезпеки шкідливої речовини встановлюється залежно від її гранично допустимої концентрації в повітрі робочої зони, при попаданні в шлунок чи нанесенні на шкіру, від коефіцієнта можливості інгаляційного отруєння, зони гострої чи хронічної дії. Ці показники характеризують токсичність отруйних речовин.

Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони це така концентрація, яка при щоденній (окрім вихідних днів) роботі протягом 8 годин або іншому терміну дії, але не більше як 41 година на тиждень, впродовж усього робочого стажу не може спричинити захворювань або відхилень в стані здоров'я, виявлених сучасними методами досліджень, в процесі трудової діяльності або у віддалені строки життя попередніх та майбутніх поколінь.

Гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони наведена в ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» для 1307 речовин. Робота в цьому напрямку продовжується, а ГДК періодично переглядаються в бік їх зменшення.

Якщо в повітрі робочої зони одночасно міститься декілька шкідливих речовин односпрямованої дії, то їх гранично допустима концентрація буде рівна (формула Авер'янова):

$$\frac{C_1}{C_{1\text{ГДК}}} + \frac{C_2}{C_{2\text{ГДК}}} + \dots + \frac{C_n}{C_{n\text{ГДК}}} \leq 1,$$

де C_1, C_2, C_n - фактичні концентрації шкідливих речовин в повітрі, мг/м^3 ;
 $C_{1\text{ГДК}}, C_{2\text{ГДК}}, C_{n\text{ГДК}}$ - гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м^3 .

До речовин односпрямованої дії відносяться речовини, які мають близький хімічний склад і подібну біологічну дію на організм людини. Це такі речовини, як фенол і ацетон, фенол і формальдегід; сильні мінеральні кислоти - соляна, сірчана, азотна; окис вуглецю і цементний пил та інші.

При одночасній наявності в повітрі робочої зони речовин, що не мають односпрямованої дії їх гранично допустимі концентрації такі ж, як і при їх відокремленій дії. В цьому випадку особливу увагу потрібно звертати на найбільш небезпечну шкідливу речовину.

Шкідливі речовини надходять в організм людини через органи дихання, слизову оболонку, шкіру та кишково-шлунковий тракт при харчуванні, курінні та питті води. Особливо небезпечний шлях попадання шкідливих речовин в організм немовлят з материним молоком.

Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 шкідливі речовини поділяють на чотири класи небезпеки:

I клас – надзвичайно небезпечні. Гранично допустима концентрація цих речовин $C_{\text{ГДК}} \leq 0,1$ (деяких до $0,5 \text{ мг/м}^3$. ГОСТ 12.1.005-88). До них відносяться: ртуть, миш'як, свинець і його сполуки, хром і його сполуки, діоксид

хлору, торій, карбоніл нікелю, кадмій і його неорганічні сполуки, озон, уран, гідрозин і його похідні та інші.

II клас – високонебезпечні. Гранично допустима концентрація цих речовин $C_{гдк} = 0,1 \dots 1,0 \text{ мг/м}^3$ (деяких до 2 мг/м^3 . ГОСТ 12.1.005-88). До них відносяться кислоти: сірчана, ніотинова, ацетилсаліцилова, мурашина; бензол, бром, йод; ангідрид сірчаний і фосфорний; фосген, нітробензол, сурма і її сполуки, хлор, германій чотирьоххлористий, кобальт, мідь та інші.

III клас – помірнонебезпечні. Гранично допустима концентрація цих речовин $C_{гдк} = 1,0 \dots 10,0 \text{ мг/м}^3$. До них відносяться оксид азоту, алюміній і його сплави, барвники органічні, люмінофор, склопластик, кераміка, германій, кремній; кислоти: азотна, борна, оцтова, кремнієва; целюлоза, стирол, толуол та інші.

IV клас – малонебезпечні. Гранично допустима концентрація цих речовин $C_{гдк} > 10,0 \text{ мг/м}^3$ (деяких більше 6 мг/м^3 . ГОСТ 12.1.005-88). До них відносяться: аміак, ацетон, спирт етиловий, бутан, пентан, бензин (розчинний, паливний); газ; амінопласти (преспорошки); корунд білий та інші.

Вимоги до концентрації шкідливих речовин в робочій зоні виробничих приміщень регламентується ГОСТ 12.1.005.88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Відповідно до цього стандарту та діючого законодавства вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації максимальної разової та середньої за робочу зміну, а їх кількість повинна контролюватися у виробничих приміщеннях систематично. А тому для кожної виробничої ділянки при конкретному технологічному процесі визначаються речовини, які при певних умовах можуть надходити у повітря робочої зони, а також визначається періодичність їх контролю.

Вимоги до контролю за додержанням максимальної разової гранично допустимої концентрації

Контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони запроваджується для найбільш характерних робочих місць. При наявності ідентичного устаткування або при виконанні однакових операцій контроль здійснюється вибірково на окремих робочих місцях, розташованих в центрі або по периферії приміщення. Вміст шкідливої речовини в конкретній точці визначається таким загальним часом відбору: для токсичних речовин - 15 хвилин, для речовин переважно фіброгенної дії - 30 хвилин. За цей відрізок часу може бути відібрана одна або декілька послідовних проб через рівні відрізки часу. Проби повинні відбиратися в зоні дихання при характерних виробничих умовах. Результати, одержані при одноразовому відборі по середній послідовно відібраній пробі, порівнюють з величиною гранично допустимої концентрації.

Впродовж зміни або на окремих етапах технологічного процесу в одній точці повинно бути послідовно відібрано не менше трьох проб. Для аерозолі переважно фіброгенної дії допускається відбір однієї проби.

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинен запроваджуватись:

- для речовин з гостронаправленим механізмом дії – безперервний, з сигналізацією при перевищенні границі допустимої концентрації;

- для інших речовин – періодичний, залежно від класу небезпеки шкідливої речовини:

для I класу – не менше, ніж один раз на 10 днів;

для II класу – не менше, ніж один раз на місяць;

для III і IV класу – не менше, ніж один раз на квартал.

Залежно від конкретних умов виробництва термін контролю може бути змінений при погодженні з органами державного санітарного нагляду. При відповідності вмісту шкідливих речовин III і IV класів небезпеки рівню границі допустимої концентрації, контроль можливо проводити не менше ніж один раз на рік.

Нині визнана необхідність нормування і визначення не тільки максимальних разових, а і середніх за зміну концентрацій (за рівнем загальної запиленості), формуючих (у випадку аерозолі переважно фіброгенного типу) пилові навантаження на органи дихання.

Вимоги до контролю за додержанням середньої за зміну гранично допустимої концентрації

Середні за зміну концентрації визначають для речовин, для яких визначений норматив середньої за зміну гранично допустимої концентрації в робочій зоні. Вимірювання виконують приладами індивідуального контролю або за результатами окремих вимірів. В останньому випадку її розраховують як величину середньозважену у часі з урахуванням перебування працюючого на всіх (в тому числі і без контакту з контрольованою речовиною) стадіях і операціях технологічного процесу. Обстеження виконують не менше 75% тривалості робочої зміни і так протягом 3-х змін. Розрахунок виконують за формулою:

$$K_{cp} = \frac{K_1 \cdot t_1 + K_2 \cdot t_2 + \dots + K_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots t_n},$$

де K_{cp} - середньозмінна концентрація, мг/м³;

$K_1, K_2, \dots K_n$ - середні арифметичні величини окремих вимірювань концентрацій шкідливих речовин на окремих стадіях (операціях) технологічного процесу, мг/ м³;

$t_1, t_2, \dots t_n$ - тривалість окремих стадій (операцій) технологічного процесу, хв.

Періодичність контролю за додержанням середньозмінної гранично допустимої концентрації речовин повинна відповідати періодичності проведення медичних оглядів, визначених Міністерством охорони здоров'я.

Лабораторна робота №4

Дослідження запиленості повітряного середовища робочої зони

Мета роботи: ознайомитись з основними методами контролю запиленості повітряного середовища в робочій зоні, вивчити методику та виконати дослідження концентрації пилу в повітряному середовищі, набути практичні навички користування нормативними документами та оцінити шкідливість забруднення повітряного середовища.

Основні положення

Пил - це поняття, яке визначає фізичний стан речовини, а саме: подрібненість його на найдрібніші частини, які будучи зваженими у повітрі, являють собою дисперсну систему (аерозоль). Дисперсною фазою в цій системі є тверді частки, а дисперсним середовищем – повітря.

Пил - це один із виробничих факторів, який шкідливо впливає на здоров'я людини.

За способом утворення пил поділяють на аерозоль дезінтеграції та аерозоль конденсації. При дезінтеграції пил надходить у повітря внаслідок механічного роздрібнення твердих матеріалів. Це має місце, наприклад, при механічному роздрібненні твердих речовин (різанні, розмелюванні, подрібнюванні); при обробці поверхні матеріалу (шліфуванні, поліруванні, ворсуванні, зачистці, механічній обробці деталей на станках), при транспортуванні, перемішуванні, упакуванні, розфасуванні матеріалів, а також при вибухах, при горінні палива, при гальванічних роботах і таке інше.

При конденсації пил утворюється внаслідок сублимації твердих речовин (електрозварювання, газорізка, плавка металів і таке інше).

Шкідлива дія пилу залежить від цілого ряду фізичних та хімічних властивостей, форми та розміру пилу. Головне значення при цьому має концентрація пилу в повітрі, що вдихається. Найбільшу фіброгенну здатність мають аерозолі з розмірам часток пилу до 5 мкм. Важливе значення також має хімічний склад пилу, який великою мірою визначає ступінь професійної пилової патології. Потрібно також враховувати електричні властивості пилових часток, які впливають на процес осідання і затримання їх в легенях.

Навіть не отруйний пил при значних концентраціях негативно впливає на організм людини, викликає подразнення верхніх дихальних шляхів, шкіряних покривів, слизової оболонки. Пил викликає захворювання пилової етіології (пневмоконіози, пиловий бронхіт, кон'юнктивіт).

Пил небажаний і з суто технологічних причин (наприклад, при виробництві інтегральних схем, в оптичному виробництві, при використанні електроннообчислювальних машин та в інших випадках). Пил при осіданні на частини механізмів, що труться, прискорює їх зношення (спрацювання), а потрапляючи на

обмотку електродвигунів, викликає електрозамикання. При виконанні робіт високої точності пил може стати основною причиною браку виробу, а також призвести до вибухів і пожеж.

У зв'язку з цим боротьба з пилом має велике виробниче та і гігієнічне значення.

При проектуванні вентиляції виробничих приміщень та створенні нормальних санітарно-гігієнічних умов праці потрібно враховувати кількість пилу в повітряному середовищі робочої зони.

Існує велика кількість методів і засобів контролю запиленості повітря, але всі вони можуть бути зведені до двох груп:

1. Прямі методи, які ґрунтуються на осаджуванні пилових часток (фільтраційні та інші методи) з наступним їх зважуванням.

2. Непрямі методи - механічний, вібраційно-частотний, радіаційний, метод інтегрального світлорозсіювання та інші, які забезпечують визначення вагової концентрації пилу на підставі вимірювання або перепаду тиску на фільтруючому матеріалі при проходженні через нього запиленого повітря, або частоти (амплітуди) вібрації, або струму зміщення, який виникає внаслідок тертя часток пилу об стінку корпусу первинного перетворювача, або інтенсивності проникаючої радіації через фільтр з пилом і таке інше.

В санітарно - гігієнічній практиці основним методом визначення запиленості є гравіметричний, тому що за постійного хімічного складу першочергове значення має маса пилу, що затримується в організмі. Але для повної характеристики запиленості та її гігієнічної оцінки, крім масового вмісту пилу в повітрі, потрібно визначити його дисперсний склад та вміст в ньому вільного оксиду кремнію.

Дисперсний склад пилу – це один з основних факторів, який визначає шкідливу дію пилу на організм. Для характеристики дисперсності пилу знаходять вміст частинок пилу у відсотках, розміри яких до 2,0 мкм, 2,0...5,0 та більше 10,0 мкм.

Розмір (діаметр) частинок пилу визначають за допомогою вимірювального мікроскопа в спеціально виготовлених пилових препаратах. Спочатку через фільтр марки (АФА) протягують повітря, яке досліджується на запиленість. Потім укладають фільтр фільтрувальною поверхнею на очищене та знежирене скло і кілька хвилин витримують у парах ацетону. Фільтрувальна тканина фільтра розплавляється і утворює прозору плівку, в якій вміщено і добре видно під мікроскопом частинки пилу. За допомогою окулярного мікрометра визначають розміри не менше ніж 100 частинок пилу, постійно змінюючи поле зору, і записують одержані дані в таблицю. Потім знаходять питому вагу кожної з вищезазначених трьох фракцій у відсотках.

Якісну характеристику пилу можна одержати також фотометричним методом за допомогою поточного ультрафотометра, який дозволяє реєструвати окремі частинки пилу за допомогою інтенсивного бічного потоку світла.

Для визначення в пилу вмісту вільного оксиду кремнію використовують метод, що базується на вибіркового його сплавленні із сумішшю гідрокарбона-

ту та хлориду натрію, розчиненні одержаного силікату натрію і знаходженні вмісту іонів кремнію в розчині за реакцією утворення кремній-молібденової комплексної сполуки.

Швидко розвиваються нові прогресивні методи вимірювання концентрації пилу з використанням лазерної технології.

Разом з тим при значній кількості методів вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони для надійної гігієнічної оцінки запиленості повітря застосовується, головним чином, прямий ваговий (гравіметричний) метод – відбір всього пилу, який знаходиться в зоні дихання, за допомогою різних аспіраторів на фільтри типу АФА ВП.

Таблиця 4.1

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

| Назва речовини | Гранично допустима концентрація, мг/м ³ | Клас безпеки |
|--|--|--------------|
| Пил рослинного і тваринного походження з домішками: | | |
| оксиду кремнію (IV) понад 10 % (зернова, бавовняна, льняна, вовняна) | 2 | 4 |
| оксиду кремнію (IV) від 2 до 10 % | 4 | 4 |
| оксиду кремнію (IV) менше 2 % (борошняна, бавовняна, цукрова, деревинна) | 6 | 4 |
| Тютюн | 3 | 3 |
| Граніт | 2 | 4 |
| Азбест | 2 | 4 |
| Скляне волокно | 3 | 4 |
| Цемент, барит, штучні абразиви | 5 | 4 |
| Вапно | 6 | 4 |
| Вугілля. | | |
| до 10 % оксиду кремнію (IV) | 4 | 4 |
| без оксиду кремнію (IV) | 10 | 4 |
| Інше, без домішок | 10 | 4 |
| Пил з вмістом понад 70 % вільного оксиду кремнію (IV) та його кристалічної модифікації (кварц, кварцит та ін.) | 1 | 3 |

Очевидно, що цей метод і в майбутньому збереже своє значення і, перш за все, як контрольний, тому що повинна виконуватись метрологічна перевірка всіх засобів вимірювання пилу, в тому числі, і непрямих методів вимірювання концентрації пилу.

Таким чином, ваговий метод вимірювання концентрації пилу полягає в тому, що запилене повітря певної кількості пропускається через фільтр, який затримує пил. Масу затриманого пилу визначають за різницею ваги фільтра до та після проходження через нього запиленого повітря. Концентрація пилу C розраховується за формулою:

$$C = \frac{M_2 - M_1}{Q} = \frac{\Delta M}{Q},$$

де M_1, M_2 - вага чистого та фільтра з пилом відповідно, мг

Q - об'єм повітря, що проходить через фільтр, м³ за час відбору проби.

У виробничих умовах пробу повітря беруть звичайно в зоні дихання працюючого (на висоті 1,5... 2,0 м від рівня підлоги). В одній точці беруть декілька проб.

Рекомендується проводити відбір проби при проходженні повітря через фільтр при об'ємних витратах 0,00016... 0,0033 м³/с. Тривалість відбору проби залежить від концентрації пилу в повітрі і може бути визначена за формулою:

$$\frac{M_{ул. max}}{C_n \cdot L} \geq \tau \geq \frac{M_{ул. min}}{C_n \cdot L},$$

де τ - тривалість відбору проби, с;

$M_{ул. min}$ - мінімальна наважка (1 мг) на фільтр, мг;

$M_{ул. max}$ - максимально допустима наважка (50 мг) на фільтр, мг;

C_n - передбачена або гранично допустима концентрація пилу, мг/м³;

L - об'ємні витрати протягнутого повітря, м³/с.

В санітарно-гігієнічній практиці ваговий метод є стандартним і гранично допустима концентрація пилу виражається в міліграмах на кубічний метр. Вона регламентується ГОСТ 12.1.005-88.

Частина технологічних процесів висуває великі вимоги до чистоти повітря. Так, при виготовленні інтегральних схем в робочій зоні виробничого приміщення повинно бути не більше як 2-3 частки пилу діаметром 0,5... 0,7 мкм на один літр повітря. Контроль чистоти повітря при малих концентраціях пилу здійснюють лічильним методом з використанням фотоелектричного аналізатора типу АЗ-2м, який забезпечує вимір аерозольних часток від 1 до 25000 діаметром від 0,3 до 1,0 мкм в одному літрі повітря.

Використовується також автоматичний аналізатор мікрочасток СМФ-5, який виконаний в п'ятиканальному варіанті і дозволяє вимірювати одноразово 5 часток пилу різних розмірів.

Якщо робота виконується в приміщеннях, де концентрація пилу перевищує ГДК, слід користуватись засобами індивідуального захисту - респіраторами (маска із спеціальним протипиловим фільтром), пилозахисними окулярами і спецодягом.

Перед викидом в атмосферу запилене повітря очищають пиловловлювачами (фільтрами, циклонами, пилоосадниками). Ступінь очищення розраховується таким чином, щоб на території підприємства концентрація шкідливих речовин не перевищувала ГДК у повітрі робочої зони промислових приміщень.

Методика визначення запилення повітря ваговим методом

Визначити об'єм повітря, протягнутого через фільтр, за формулою:

$$Q = L * \tau ,$$

де Q - об'єм повітря, що протягується через фільтр, м³;

L - об'ємні витрати повітря, л/хв;

τ - тривалість відбирання проби, хв.

Визначити концентрацію пилу. Враховуючи, що гранично допустимі концентрації пилу, регламентовані ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, визначені для нормальних умов, то для порівняння фактичної концентрації пилу з гранично допустимою, об'єм повітря, протягнутий через фільтр, потрібно привести до нормальних умов (P₀ = 760 мм.рт. ст, t₀ = 20°C) за формулою:

$$Q_0 = Q \cdot \frac{T_0 \cdot P}{T \cdot P_0} = Q \cdot \frac{(273 + t_0) \cdot P}{(273 + t) \cdot P_0} ,$$

де Q₀ - об'єм повітря, приведений до нормальних умов, м³;

Q - об'єм повітря, протягнутого через фільтр в умовах експерименту (при температурі t та тиску P), м³;

P - атмосферний тиск під час виміру, мм.рт.ст.

t - температура повітря під час виміру, °C.

Фактична концентрація пилу за нормальних умов розраховується за формулою:

$$C_0 = \frac{M_2 - M_1}{Q_0} = \frac{\Delta M}{Q_0} ,$$

де M₁ M₂, - вага чистого та фільтру з пилом відповідно, мг;

Q₀ - об'єм повітря, протягнутий через фільтр, та приведений до нормальних умов, м³;

Результати вимірів і розрахунків занести до табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Результати дослідження концентрації пилю

| № п/ п | Місце відбирання проби | Маса фільтра, мг | | Трива- лість від- бирання проби, хв | Об'ємні витрати повітря, L, л/хв | Об'єм повітря, яке протя- гується через фільтр, Q, м ³ | Фактич- на кон- центра- ція пилю, C _о , мг/м ³ | Гранично допустима концент- рація пилю за ГОСТ 12.1.005- 88 Сгдк, мг/м ³ |
|--------------|--|---------------------------------|------------------------------------|---|---|---|--|---|
| | | чис- того, M ₁ | з пи- лом, M ₂ | | | | | |
| 1. | Пилова камера експери- менталь- ного стен- ду | | | | | | | |

Лабораторна робота № 5

Контроль вмісту токсичних та вибухонебезпечних парогазових речовин в повітрі робочої зони

Мета роботи: ознайомитися із засобами та методами контролю вмісту шкідливих газів та парів в повітряному середовищі робочої зони, вивчити методику проведення та виконати дослідження концентрації шкідливого газу в повітряному середовищі, набути практичні навички користування контрольно-вимірювальними приладами та нормативними документами; оцінити шкідливість забрудненого повітря.

Основні положення

Засоби та методи санітарного контролю парогазових шкідливих речовин у повітрі поділяють залежно, від принципів визначення цих речовин, на три групи:

- лабораторні аналітичні з застосуванням хімічних, фізичних та фізико-хімічних принципів;
- експрес методи з застосуванням індикаторних трубок;
- автоматичні газоаналізатори.

Існує понад 200 різних методик визначення шкідливих домішок у повітрі робочої зони, в основу яких покладені вище вказані принципи.

Найбільш точними є лабораторні методи, але вони вимагають багато часу та кваліфікованих працівників. До лабораторних методів належать фотометричні, люмінесцентні, хроматографічні, спектроскопічні та інші.

Експрес методи визначають концентрацію газоподібних домішок у повітрі робочої зони досить просто і дозволяють за короткий відрізок часу від 1 до 20 хвилин здобути інформацію про наявність шкідливих речовин з тим, щоб у виробничих умовах швидко вжити необхідні заходи для створення безпечних умов праці.

Одним із найбільш поширених експрес методів є лінійно-колористичний, який для виконання аналізу не потребує громіздких та складних приладів, високої кваліфікації працівників і дає можливість об'єктивно визначити концентрацію шкідливих домішок у повітрі. Для реалізації цього методу використовують прилади - газоаналізатори різних конструкцій (УГ-1, УГ.2, УГ-3).

Автоматичні методи аналізу повітря виробничих приміщень поділяються (відповідно до застосованих газоаналізаторів) на:

- *механічні*, принцип дії яких ґрунтується на залежності щільності газової суміші від концентрації компонента, а також дифузної властивості суміші від концентрації складових її речовин;
- *акустичні*, які характеризуються залежністю швидкості поширення або поглинання звукових хвиль в суміші від концентрації компонента;

- магнітні, в яких визначальною є залежність фізичних властивостей суміші в магнітному полі від концентрації визначуваного компонента;
- оптичні, обумовлені залежністю оптичних властивостей суміші від концентрації речовин, які її створюють;
- теплові, які ґрунтуються на залежності теплопровідності суміші або теплового ефекту хімічної реакції від концентрації складових суміші. Вони поділяються на термосорбційні (поглинання тепла в результаті хімічної реакції) та термокалатичні (виділення тепла в результаті хімічної реакції).

Методика визначення вмісту токсичних речовин у повітрі робочої зони експрес-методом (газоаналізатором УГ-2)

Універсальний переносний газоаналізатор УГ-2 використовується для швидкого (експресного) кількісного визначення концентрації шкідливих газів і парів в повітрі робочої зони.

Принцип роботи газоаналізатора УГ-2 базується на лінійно-колористичному методі, який полягає в вимірюванні довжини забарвленого стовпчика порошку в індикаторній трубці при проходженні (аспіруванні) через неї повітря, що досліджується, в складі якого є шкідливі гази або пари. При цьому індикаторний порошок в трубці змінює свій колір на деяку довжину, пропорційну концентрації аналізованого газу або пари в повітрі. Шкала приладу градуйована в міліграмах на кубічний метр.

Похибка виявлення газоаналізатора УГ-2 не більш як $\pm 10\%$ від верхньої межі виміру.

Для затримання домішок, які перешкоджають визначити газ, який досліджується, використовується спеціальна фільтруюча трубка-патрон.

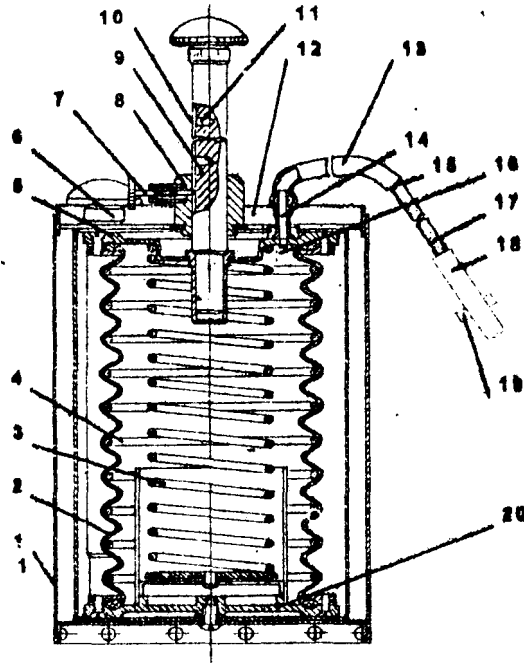


Рис. 5.1 Газоаналізатор УГ-2

Газоаналізатор УГ-2 (рис. 5.1) складається з корпусу 1, в якому розміщений гумовий сильфон 2 з двома фланцями 5 та 20, пружиною 3 та внутрішніми кільцями жорсткості 4 - для додержання постійного об'єму.

На верхній панелі 12 корпусу 1 закріплена нерухома втулка 8 для направлення руху штока 9, яким стискають сильфон 2, стопор 7 для фіксації штока; заглиблення 11 для зберігання штока в нерухомому стані; а також декілька допоміжних штоків 6.

На штуцер 14 з внутрішнього боку натягнута гумова трубка К, яка з'єднує зовнішню атмосферу з внутрішньою порожниною сильфона 2 в неробочому стані газоаналізатора. На зовнішній край штуцера 14 натягнута відгалужена гумова трубка 13, до якої приєднана скляна індикаторна трубка 17 (а при необхідності додатково приєднується і фільтруюча трубка-патрон для затримання домішок, які перешкоджають точному виміру газу, що досліджується)

В умовах лабораторної роботи все це приєднують до спеціальної колби з досліджуванним газом за допомогою гумової трубки 18 з затискувачем 19.

Для фіксації об'єму повітря, яке протягується через індикаторну трубку, на циліндричній поверхні штока (9) є дві або чотири повздовжні канавки (10), в яких є по два заглиблення (11). Відстань між заглибленнями (11) в канавках (10) вибрана таким чином, щоб при рухові штока від одного заглиблення до другого сильфон забирав необхідну для аналізу кількість повітря, яке досліджується (табл. 3). Під головкою штока (9) на його гранях позначений газ та об'єм повітря, що протягується при аналізі.

Індикаторна скляна трубка (17) для кількісного визначення газу в повітрі довжиною 90 ... 91 мм з внутрішнім діаметром 2,5 ... 2,6 мм заповнена індикаторним порошком (табл. 3). Порошок затримується за допомогою двох пижів (15) із мідного емальованого дроту діаметром 0,27 ... 0,28 мм. Поміж пижами і порошком покладений міліметровий прошарок вати. Кінець трубки герметично закритий ковпаком із сургучу. Для визначення деяких шкідливих парів та газів до індикаторної трубки додається фільтруючий або окислювальний патрон.

Фільтруючий патрон для видалення домішок, які перешкоджають точному вимірюванню газу або пару, що досліджується, складається із скляної трубки діаметром 10 мм, звужених з обох кінців і заповнених відповідними поглинальними порошками, які затримуються за допомогою тампонів із гігроскопічної вати.

Порядок проведення роботи

Отриману концентрацію шкідливої речовини приводять до нормальних умов ($P_0 = 760$ мм.рт.ст, $t_0 = 20^\circ\text{C}$) за формулою:

$$C_0 = C \cdot \frac{T \cdot P_0}{T_0 \cdot P} = C \cdot \frac{(273 + t) \cdot P_0}{(273 + t_0) \cdot P} ,$$

де C_0 - концентрація газу приведена до нормальних умов, мг/м^3 ;

C - виміряна концентрація приладом УГ-2, мг/м^3 ;

P - атмосферний тиск при виконанні досліджень, мм рт. ст.;

t - температура повітря при виконанні досліджень, $^\circ\text{C}$.

Результати досліджень концентрації шкідливих речовин занести до табл.5.1

Таблиця 5.1

Результати дослідження концентрації шкідливих речовин в повітрі

| Метод визначення концентрації шкідливої речовини | Вимірний апарат | Назва речовини, концентрація якої визначається | Температура повітря в робочій зоні, °C | Атмосферний тиск повітря в робочій зоні, мм.рт.ст | Концентрація шкідливої речовини $мг/м^3$ | Гранично допустима концентрація шкідливої речовини, $мг/м^3$ | Межа вибуху, % | |
|--|-----------------|--|--|---|--|--|----------------|-------|
| | | | | | | | верхня | нижня |
| | | | | | | | | |

Провести аналіз отриманих результатів.

Аналіз отриманих результатів

На основі отриманих результатів роблять висновок про наявність шкідливих речовин в повітряному середовищі та відповідність чи невідповідність останнього вимогам ГОСТ 12.1.005-88. В тому випадку, якщо концентрація шкідливих речовин у повітряному середовищі перевищує гранично допустиму концентрацію, запропонувати заходи, за допомогою яких можна досягти такої концентрації шкідливих речовин в повітряному середовищі, яка б відповідала вимогам державного стандарту. Запропонувати також і засоби індивідуального захисту працюючих.

Лабораторна робота № 6

Засоби індивідуального захисту органів дихання

Мета роботи: ознайомитися із засобами індивідуального захисту органів дихання, вивчити їх загальну характеристику.

Для забезпечення ефективного захисту людини від шкідливого впливу отруйних речовин і задушливих газів, токсичного і радіоактивного пилу, а також нестачі кисню в атмосфері застосовують засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Їх треба вибирати з урахуванням складу і стану повітряного середовища, характеру виробничого процесу та інших умов праці. ЗІЗОД повинні забезпечувати очистку повітря, яке вдихають, від шкідливих речовин до концентрації (складу), що не перевищує гранично допустимої концентрації (ГДК), установлені ГОСТ 12.1.005-88.

За принципом дії ЗІЗОД відповідно до ГОСТ 12.4.034-85 поділяють на дві групи:

фільтруючі (Ф), що забезпечують захист організму людини за умов достатнього вмісту вільного кисню в повітрі (не менше 18%) і обмеженого вмісту шкідливих речовин;

ізолюючі (І), що забезпечують захист організму людини за умов недостатнього вмісту кисню і необмеженого вмісту шкідливих речовин в повітрі.

Основні показники, що характеризують ЗІЗОД:

1. Коефіцієнт захисту, тобто кратність зниження концентрації шкідливої речовини, яку забезпечує даний ЗІЗОД.
2. Початковий опір постійному повітряному потоку при об'ємній витраті 30 л/хв, Па (визначають за ГОСТ 10188-74 протягом всього терміну експлуатації).
3. Обмеження поля зору, % (визначають за ГОСТ 12.4.008-74).
4. Час захисної дії фільтруючих елементів, тобто час, протягом якого вони не погіршують своїх властивостей (для протигазових і газозахисних ЗІЗОД) при безпосередній роботі і середній концентрації шкідливих речовин.

Фільтруючі ЗІЗОД

Фільтруючі ЗІЗОД за призначенням поділяють на такі типи:

- 1) *протиаерозольні (ФА)* – для захисту від аерозолів;
- 2) *протигазові (ФГ)* - для захисту від парогазоподібних речовин;
- 3) *універсальні (ФУ)* - для захисту від парогазоподібних речовин і аерозолів, присутніх в повітрі одночасно.

Принцип дії фільтруючих ЗІЗОД: повітря, яке вдихає людина, проходить через шар фільтруючого матеріалу, звільнюючись в ньому від шкідливих парів і газів за рахунок фізико-хімічних процесів (адсорбції, абсорбції, хемосорбції, каталізу), а від аерозольних домішок – за рахунок фільтрації через волокнисті матеріали.

1.Протиаерозольні ЗІЗОД (протипиллові респіратори) застосовують для захисту органів дихання від попадання в них пилу. Їх дія застосована на механічному вбиранні (затриманні) пилових частинок з повітря при вдиханні його через фільтр. Це здійснюється двома способами:

1. фільтруючий матеріал має пори, розмір яких менший, ніж завислі в повітрі частинки пилу;

2. повітря проходить через дві або більше фільтруючих пластинок (перегородок), отвори яких не збігаються.

Залежно від терміну служби розрізняють респіратори одноразового (після роботи нездатні до експлуатації) і багаторазового (передбачена можливість заміни фільтрів) використання.

2.Протигазові ЗІЗОД за призначенням поділяють на протигазові респіратори, фільтруючі саморятівники та протигази.

Протигазові респіратори призначені для захисту органів дихання від парів і газів шкідливих речовин при їх концентрації, яка не перевищує гранично допустимі норми більш як у 15 разів. Одним із основних вузлів цих респіраторів є фільтруючий елемент, здатний вбирати парогазоподібні речовини з повітря.

Фільтруючий саморятівник захищає органи дихання людини від оксиду вуглецю, який утворюється при пожежах і вибухах газу і пилу (вміст оксиду вуглецю не повинен перевищувати 1%).

Протигази використовують для захисту органів дихання, обличчя і очей людини від парогазоподібних речовин при об'ємній частці кисню в повітрі не менше 18% і сумарній об'ємній частці парогазоподібних і шкідливих домішок не більше 0,5% за винятком фосфористого і миш'яковистого водню (об'ємна частка для фосфористого і миш'яковистого водню не повинна перевищувати відповідно 0,2% та 0,3%).

Фільтруючі саморятівники типу СПП-2 призначені для захисту органів дихання від оксиду вуглецю, що утворюється при пожежах і вибухах газу і пилу. Вміст оксиду вуглецю не повинен перевищувати 1%.

3.Універсальні ЗІЗОД (промислові протигази з аерозольним фільтром, газопилозахисні респіратори) призначені для захисту органів дихання від шкідливих парогазоподібних речовин та аерозолів, що одночасно присутні в навколишньому повітрі.

Ізолюючі ЗІЗОД

Ізолюючі засоби захисту забезпечують подачу повітря, придатного для дихання, та ізолюють органи дихання від навколишнього середовища при недостатньому вмісті кисню в повітрі (менше 17%) та необмеженому вмісті шкідливих речовин. Ізолюючі засоби захисту забезпечують подачу дихальної суміші до органів дихання з індивідуальних джерел або придатного для дихання повітря з чистої зони. Принцип дії ізолюючих респіраторів забезпечує надійний захист органів дихання від навколишнього середовища. Ізоляція досягається двома способами:

1) подачею дихальної суміші (повітря) робітнику за допомогою шлангів – шлангові апарати;

2) утворенням дихальної суміші або запасу повітря в апараті, який робітник переносить на собі – автономні апарати.

Ізольовані ЗІЗОД за захисними властивостями відносяться до першого ступеня захисту.

1. Шлангові ЗІЗОД захищають органи дихання працівників всередині суден, цистерн, колодязів, промислової каналізації тощо, атмосфера яких характеризується нестачею кисню (менше 17%), та при наявності великих концентрацій шкідливих речовин з будь-якими фізико-хімічними властивостями, парами, пилом. У працівника в протигазі повинен бути дублер, що перебуває зовні і тримає сигнальний мотузок. Дублер повинен стежити за його станом і в разі погіршення самопочуття останнього вилучити його з небезпечної зони.

Залежно від способу подачі повітря в лицеву частину шлангові апарати поділяються на два види:

- дихальні апарати самовсмоктування, в яких людина вдихає повітря силою дихальних м'язів;
- шлангові апарати з примусовою подачею чистого повітря в лицеву частину за допомогою повітродувок, вентиляторів або від компресорної мережі після попередньої очистки.

Шлангові протигази ПШ випускають у двох модифікаціях – ПШ-1 (без примусової подачі повітря) та ПШ-2 (з повітродувною).

Протигаз ПШ-1 – це шланговий дихальний апарат з гумовою маскою, яка закріплена на одному кінці армованого шлангу, стійкого до дії кислот і нафтопродуктів. Другий кінець шлангу з'єднаний з протипиловим фільтром, який кріпиться металевим костилем перед початком роботи в тому місці, де є доступ свіжого повітря. На ділянці шлангу, що прилягає до маски, закріплений рятувальний пасок з двома поясними пасками, які переходять в один наспинний, а до нього кріпиться сигнальна мотузка. Повітря при вдиху просочується через протипиловий фільтр і через шланг потрапляє в легені, а при видиху спрямовується назовні через клапан маски.

Дихальний пристрій АСМ використовують для захисту органів дихання зварювальників та малярів при роботі в приміщеннях і відділках, де атмосферне повітря значно забруднене газами, парами розчинників і пилом. Можна використовувати і при інших роботах.

2. Автономні апарати. У зв'язку з обмеженням радіуса дії шлангових апаратів і зниженим маневруванням тих, хто працює з ними, були розроблені автономні ізольовані апарати, що працюють за двома схемами:

- за відкритим циклом (вихід відпрацьованого повітря здійснюється в атмосферу);
- за замкненим циклом (відпрацьоване повітря проходить через регенеративний пристрій, де звільнюється від вуглекислого газу, збагачується киснем у дихальному мішку або в регенеративному патроні і повертається в легені людини).

За призначенням автономні ізольовані апарати поділяються на:

- респіратори – апарати, пристосовані для роботи з ліквідації аварії і рятування потерпілих;
- саморятівники – апарати для виводу людей із загазованого середовища під час аварії.

Апарати відкритого циклу. Характерним представником цієї групи є ізольуючий дихальний апарат (ІДА), що працює на стисненому повітрі і призначений для виконання короточасних робіт у непридатній для дихання атмосфері, а також під водою.

Апарати замкненого циклу. До таких належать регенеруючі респіратори марок (РКК-2, Урал-1, Донбас-1, Донбас-2, ГО-31 та ін.).

Респіратор РКК-2 служить для захисту органів дихання працівників при ліквідації аварії.

Регенеруючі саморятівники. Саморятівники ізольуючого типу (ШС-5, ШС-7) – призначені для захисту органів дихання людини в атмосфері, що містить отруйні і задушливі гази у великих концентраціях, а також недостатню кількість кисню – працюють за замкненим циклом.

У апаратах ШС-5, ШС-7 кисень, необхідний для дихання людини, утворюється в результаті хімічної реакції.

Контрольні питання:

1. Вплив шкідливих речовин на організм людини.
2. Класи небезпеки шкідливих речовин.
3. Гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони.
4. Що являє собою пил? Як впливає пил на організм людини?
5. Від яких факторів залежить шкідлива дія пилу?
6. Методи контролю за вмістом пилу в повітрі робочої зони.
7. В чому полягає методика визначення концентрації пилу ваговим методом?
8. З якою метою приводять отримані результати до нормальних умов?
9. Засоби, за допомогою яких зменшується або виключається можливість попадання пилу та газу в повітря робочої зони.
10. Терміни контролю шкідливих речовин у повітрі робочої зони.
11. Вимоги до контролю за додержанням гранично допустимої концентрації при одноразовому вдиху.
12. Вимоги до контролю за додержанням середньої за зміну гранично допустимої концентрації.
13. Методи аналізу концентрації газу в повітрі робочої зони.
14. Вимоги до методик та засобів вимірювання концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.
15. Методика визначення концентрації газу за допомогою універсального газоаналізатора УГ-2.
16. Засоби індивідуального захисту працюючих.

Лабораторна робота №7

Застосування первинних засобів гасіння пожежі

Мета роботи: ознайомитися з будовою, принципом дії різних вогнегасників та практичним застосуванням первинних засобів для гасіння пожежі.

Основні теоретичні положення

Всі працівники зобов'язані знати та неухильно виконувати правила пожежної безпеки, з якими їх знайомлять у процесі проведення протипожежних інструктажів.

З робітниками підприємств проводиться пожежо - технічний мінімум, де їх знайомлять з методами гасіння пожеж, обладнанням та первинними засобами пожежегасіння. Для ліквідації загорання, попередження пожеж та вибухів на кожному підприємстві, яка має пожежо - та вибухонебезпечні процеси (категорії А, Б, В, Є), розроблюється план пожежо - технічних заходів, в якому передбачається: порядок сповіщення керівника підприємства та виклик пожежних підрозділів; перелік пожежо - та вибухонебезпечних приміщень та обладнання, можливі причини пожежі та вибуху; дії персоналу підприємства щодо попередження пожежі або вибуху, а також способи та засоби їх ліквідації; порядок та способи евакуації персоналу та обладнання.

Всі підприємства повинні бути забезпечені первинними засобами пожежегасіння, до яких належать пожежні стволи (водні та повітряно-пінні), внутрішні пожежні водопроводи (крани), вогнегасники (хімічно-пінні, газові, порошкові), бочки з водою, лопати, відра, сухий пісок, азбестові ковдри, інструмент та пристрої для розбирання будівельних конструкцій під час гасіння (багри, лопати, сокири та ін.).

Для гасіння пожеж застосовують воду, водяні емульсії, галогенову вуглеводну, хімічну та повітряно-механічну піну, водяну пару, діоксид вуглецю, інертні гази, порошки.

Вогнегасний ефект води полягає в змочуванні поверхонь, зволоженні та охолодженні речовин, що горять, механічному збиванні полум'я струменем води.

Водою не можна гасити рідкі горючі речовини, електроустановки, що перебувають під напругою, лужні метали.

Для гасіння невеликих займань, а також за неможливості використання води, застосовуються ручні та пересувні вогнегасники, пісок або тирса, насичена 15 %-ним розчином кальцинованої соди, азбестові полотна та ін.

Будова та принцип дії вогнегасників

Пожежу найлегше ліквідувати в початковій стадії. Успішна ліквідація займань можлива тільки в результаті чітких та швидких дій. Для цього треба знати будову, принцип дії вогнегасників та вміти ними користуватися.

На підприємствах застосовуються такі вогнегасники: хімічно-пінні ОХП-10, ОПМ, ОП-9ММ, ОХВП-10; вуглекислотні ручні ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5, У-8, а

також пересувні ОУ-25, ОУ-80, УП-2М; повітряно-пінні ОПК-1,5, ОВП-5, ОВП-10, порошкові ОП-1Б, ОП-2Б, ОП-5С, ОП-10.

Пінний вогнегасник ОХП-10. Будова і принцип дії (рис. 7.1).

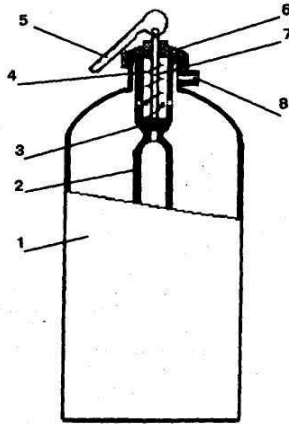
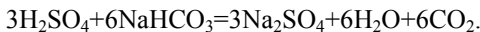
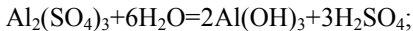


Рис. 7.1. Пінний вогнегасник ОХП-10

1 - сталевий корпус; 2 - поліетиленовий стакан; 3 - гумовий клапан; 4 - пружина; 5 - рукоятка; 6 - кришка; 7 - шток; 8 - отвір (сприск).

Пінний вогнегасник ОХП-10 складається зі сталевого корпусу 1, всередині якого міститься поліетиленовий стакан 2, закритий гумовим клапаном 3. Пружина 4 забезпечує надійне прилягання клапана до сидла стакана в неробочому стані вогнегасника. Корпус вогнегасника заповнений водним розчином бікарбонату натрію (двовуглекислої соди NaHCO_3), а поліетиленовий стакан - водним розчином сірчанокислого алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Верхня частина корпусу вогнегасника закривається кришкою 6.

Під час змішування лужної та кислотної частин відбувається хімічна реакція з виділенням великої кількості діоксиду вуглецю:



Використаний вогнегасник знову заряджають розчинами вихідних компонентів, які випускаються промисловістю в сухому вигляді в пластикових мішках. Лужна частина містить 450...560 г бікарбонату натрію та екстракту солодкового або лакричного кореня, який додають для підвищення стійкості хімічної піни. Все це розчиняють в 8,5 л води. Кислотна частина знаходиться в поліетиленовому стакані об'ємом 450 см^3 у вигляді розчину сірчанокислого алюмінію та води.

Щоб привести вогнегасник в дію, треба повернути рукоятку 5, з'єднану з клапаном за допомогою штока 7, навколо її осі на 180° . При повертанні ексцен-

трикової основи рукоятки клапан піднімається і відкриває вихід із стакану. Потім вогнегасник перевертають догори дном. При цьому кислотна частина заряду змішується з лужною. Діоксид вуглецю, що виділяється під час реакції, створює значний тиск всередині корпусу вогнегасника (до 0,5 МПа) та викидає через отвір (сприск) струмінь хімічної піни на відстань 6...8 м протягом 60 с. Під час виготовлення корпус вогнегасника випробовується на тиск до 2,5 МПа.

Вогнегасник розрахований для гасіння пожежі на ділянці площею 1 м². Вогнегасна дія піни: при покритті нею поверхні речовини, що горить, припиняється доступ горючих газів та пари в зону горіння, ізолюється горюча речовина від кисню повітря та охолоджується її найбільш нагрітий поверхневий шар.

Піна затримується на поверхні легкозаймистих і горючих рідин та зберігається до 40 хв.

Хімічна піна складається з 80 % діоксиду вуглецю, 19,7 % води та 0,3 % піноутворюючої речовини, об'ємна маса якої біля 0,2 кг/м³. Кратність об'єму піни, тобто відношення її об'єму до об'єму первинних продуктів, з яких вона отримана, - не менше 5.

Слід пам'ятати, що піна проводить електричний струм і не можна гасити нею електроустановки та електромережу, що перебувають під напругою.

Вогнегасником ОХП -10 не можна гасити лужні метали, такі як натрій і калій, бо вони внаслідок взаємодії з водою, що міститься в піні, виділяють водень, який підсилює горіння, а також рідини: спирт та ацетон, оскільки вони поглинають воду з піни.

Вуглекислотний вогнегасник. Будова принцип дії.

Газові вогнегасники ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 та інші (цифра вказує на місткість балона в літрах) наповнюються зрідженим діоксидом вуглецю до робочого тиску 6 МПа. За принципом будови та дії всі вогнегасники аналогічні.

На рис. 7.2 показана схема вогнегасника ОУ-2, який складається зі сталевого суцільнотягнутого балона 6, в горловину якого на конусній різьбі нагвинчено латунний голковий вентиль 4 з сифонною трубкою 1. На вихідний штуцер вентиля нагвинчено раструбовий снігоутворювач 5 (у пересувних вогнегасників він закріплений на кінці гнучкого броньованого шлангу).

Щоб привести вогнегасник в дію, потрібно, тримаючи його за рукоятку 2, спрямувати раструбовий снігоутворювач на вогнище та відкрити вентиль, обертаючи маховичок 3 проти годинникової стрілки (в останніх моделях цього вогнегасника замість вентиля з маховичком встановлюється поворотна рукоятка). Виходячи з вентиля, рідкий діоксид вуглецю переохолоджується та заморожується в снігоутворювачі у вигляді снігоподібних пластівців. Довжина струменя - біля 2 м, час дії - 30 с. Пластівці в зоні горіння відразу перетворюються на газ. Під час роботи вогнегасника не можна торкатись снігоутворювача, оскільки температура його знижується до -70 °С.

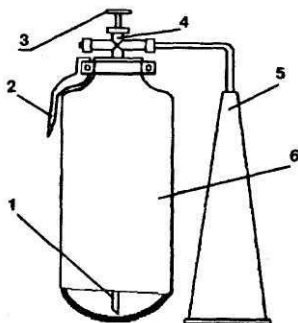


Рис. 7.2. Схема вогнегасника ОУ-2

1 - сифонна трубка; 2 - рукоятка; 3 - маховичок; 4 - латунний голковий вентиль; 5 - раструбовий снігоутворювач; 6 - сталевий суцільнотягнутий балон.

Вогнегасна дія діоксиду вуглецю ґрунтується на розбавленні ним повітря та зниженні концентрації кисню в зоні горіння, що призводить до припинення процесу окислення (горіння). Один кілограм зрідженого діоксиду вуглецю утворює 0,5 м³ газу. При його випаровуванні відбирається також теплота від речовини, що горить, знижується її температура і це, в свою чергу, сприяє припиненню горіння.

Газові вогнегасники застосовуються для гасіння легкозаймистих та горючих рідин, твердих речовин; електроустановок, що перебувають під напругою. Ними не можна гасити речовини, які можуть горіти без доступу повітря (терміт тощо).

Вуглекислотно-брометилові вогнегасники ОУБ-3 та ОУБ-7 застосовуються для гасіння всіх пожеж (крім горіння лужноземельних металів) при температурі навколишнього середовища від -60 до +60 °С.

За будовою та принципом дії ці вогнегасники подібні до газових, але мають тонкостінні сталеві балони та замість снігоутворювача - пряму насадку. Вогнегасники заряджають бромистим етилом: ОУБ-3 - 3,4 кг, ОУБ-7 - 7,76 кг і діоксидом вуглецю відповідно 0,1 кг та 0,24 кг.

Для викиду заряду з балона при відкритому вентилі у вогнегасник нагнітають повітря під тиском 0,86 МПа при температурі 20 °С.

Вогнегасна дія бромистого етилу (галогенового вуглеводню) заснована на гальмуванні хімічних реакцій горіння, тому вони часто називаються антикаталізаторами, або інгібіторами горіння. Бромистий етил - рідина, що легко випаровується, має змочувальні властивості та добре гасить горючі матеріали.

Рекомендується застосовувати в закритих приміщеннях. Для гасіння горючих матеріалів достатня концентрація брометилу 4,6 і 4,8 %.

Порошкові вогнегасники застосовуються для гасіння лужних металів, двигунів внутрішнього згорання, електроустановок. Для викиду порошкового заряду через конічну або циліндричну насадку у вогнегаснику є балончик із стисне-

ним повітрям або зрідженим двоокисом вуглецю. Для запобігання зволоженню та змочуванню сухого порошку у вогнегасниках насадку герметично закривають спеціальною пробкою.

Для приведення вогнегасника в дію виймають пробку з насадки, потім вогнегасник спрямовують на вогнище, розгерметизовується газовий балончик шляхом відкривання вентиля або протикання герметизуючої перетинки. Газ потрапляє в корпус вогнегасника, створює тиск та виштовхує порошок, який містить 96,5 % кальцинованої соди, 1 % графіту, 1 % стеарату заліза, 1 % стеарату алюмінію, 0,5 % стеаринової кислоти. Порошок являє собою білі аморфні дрібнодисперсні частинки, що плавляться під дією тепла, та виділяє діоксид вуглецю. Розплавлений порошок спучується, покриває горючу речовину півкою низької теплопровідності, заважаючи поширенню вогню, ізолює речовин та гальмує реакцію горіння як інгібітор (антикаталізатор) .

Порядок проведення роботи

1. Уважно прочитати інструкцію та законспектувати основні теоретичні положення.

2. Вивчити будову вогнегасників та принцип їх роботи.

3. Імітувати приведення в дію вогнегасника ОХП-10: прочистити шпилькою отвір сприску; поставити вогнегасник на підлогу і, тримаючи лівою рукою за ручку на корпусі, правою рукою повернути рукоятку навколо осі на себе; підняти вогнегасник і перевернути його догори дном; енергійно трусонуть його та спрямувати сприском у бік уявного загоряння.

Контрольні питання:

1. Які засоби гасіння пожежі належать до первинних та чому їх так називають?

2. Які Вам відомі вогнегасники за вмістом внутрішнього заряду?

3. Вогнегасні властивості води. Які загоряння можна гасити водою?

4. Будова та особливості застосування вогнегасників типу ОХП.

5. Особливості застосування газових (вуглекислотних) вогнегасників.

6. Для чого застосовуються бромтилові вогнегасники?

7. Принцип дії та область застосування порошкових вогнегасників.

8. Якими первинними засобами можна гасити рідкі горючі речовини, електроустановки, лужні метали?

Література

1. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендичанський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. Охорона праці. Лабораторний практикум. Для студентів вищих закладів освіти України. - К.: Основа, 1998.- 224 с.
2. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2004, 317 с.
3. Законодавство України про охорону праці. у 4-х томах. – К.: Основа, 1995
4. Кодекс законів про працю України з постатейними матеріалами /за ред. Вакуленка В.М., Товетенка О.П. – К.: Юрінком Інтер, 1988. – 1040 с.
5. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ, Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

Укладачі:

Ляшок Ярослав Олександрович
Нестеренко Василь Миколайович
Браташ Олена Олексіївна

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

методичні вказівки
до лабораторних робіт

