

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних і лабораторних занять,
самостійного вивчення курсу та виконання курсової роботи
з дисципліни

**«МЕТОДИ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ШКІДЛИВИХ
ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ»**

(для студентів 4 курсу денної форми навчання
напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка»
спеціалізації «Охорона праці на електричному транспорті»)

Харків

ХНУМГ

2014

Методичні вказівки до практичних і лабораторних занять, самостійного вивчення курсу та виконання курсової роботи з дисципліни «Методи оцінки небезпечних та шкідливих виробничих факторів» (для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціалізації «Охорона праці на електричному транспорті») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: К. В. Данова. – ХНУМГ, 2014. – 24 с.

Укладач: к.т.н., доц. К.В. Данова

Рецензент: к.т.н., доц. В.І. Заіченко

Затверджено на засіданні кафедри «Безпека життєдіяльності»,
протокол № 21 від 22.05.2012 р.

ВСТУП

На ремонтно-експлуатаційних підприємствах міського електричного транспорту значна кількість виробничих операцій по відновленню деталей та вузлів рухомого складу супроводжується впливом на працівників небезпечних та шкідливих факторів. До таких операцій належать, наприклад, фарбування деталей та кузовів трамваїв та тролейбусів; акумуляторні роботи; оброблення деталей на металооброблювальних верстатах; гальванічні роботи та інші.

При тривалій роботі в умовах постійного впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів може спостерігатися зростання рівня загальної захворюваності працівників, виникнення стану постійної втомлюваності, зменшення концентрації уваги, що, у свою чергу, може призвести до виникнення у деяких працівників професійних захворювань та інших небажаних наслідків. Тому на підприємстві важливо належним чином організувати контроль рівнів небезпечних та шкідливих виробничих факторів з метою попередження виникнення гострих отруєнь та професійних захворювань працівників міського електричного транспорту.

1. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторна робота № 1

Тема заняття: «Оцінка параметрів мікроклімату виробничого приміщення»

Мета заняття: дослідити методи оцінки параметрів мікроклімату виробничого приміщення, отримати практичні навички щодо користування вимірювальними приладами

Хід роботи

Оцінка параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях регламентується ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Згідно цих норм нормованими параметрами мікроклімату є:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкості руху повітря,
- температури оточуючих людину поверхонь,
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення.

Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року. При одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись з урахуванням найбільш чисельної групи працівників.

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. При коливаннях мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни.

Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при прийманні до екс-

платуації нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

При проведенні вимірювання в холодний період року температура зовнішнього повітря не повинна бути вищою за середню розрахункову температуру, в теплий період - не нижчою за середню розрахункову температуру, що приймається для опалення та кондиціонування за оптимальними та допустимими параметрами.

Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5 - 1,0 м від підлоги - при роботі сидячи, 1,5 м від підлоги - при роботі стоячи.

У приміщеннях з більшою щільністю робочих місць при відсутності джерел локального тепловиділення, охолодження та вологовиділення вимірювання проводяться в зонах, рівномірно розподілених по всьому приміщенні. При цьому в приміщеннях, які мають площу до 100 м², повинно бути не менше 4-х зон, що оцінюються, а площею до 400 м² - не менше 8-ми. У приміщеннях з площею понад 400 м² - кількість визначається відстанню між ними, яка не повинна перевищувати 10 м.

При наявності кількох джерел інфрачервоного випромінювання або джерел великої площі вимірювання інфрачервоного випромінювання на робочому місці проводиться у напрямку максимуму потоку від джерела. Вимірювання здійснюється через кожні 30 - 40 град.С навколо робочого місця для визначення максимального опромінення. При цьому приймач приладу розташовують перпендикулярно падаючому потоку енергії.

Температура та відносна вологість повітря вимірюються приладами, заснованими на психрометричних принципах. Можливе використання тижневих і добових термографів і гігрографів.

Швидкість руху повітря вимірюється анемометрами ротаційної дії. Малі величини швидкості руху повітря (менше 0,3 м/сек.), особливо при наявності різноспрямованих потоків, вимірюються електроанемометрами, циліндричними або кульовими кататермометрами.

Температура поверхонь огорожуючих конструкцій (стін, стелі, підлоги) або обладнань (екранів і т. ін.), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування вимірюються приладами, що діють за принципом термоелектричного ефекту.

Інтенсивність теплового опромінення вимірюється приладами з чутливістю в інфрачервоному діапазоні, що діють за принципами термо-, фотоелектричного та інших ефектів, або визначається розрахунковим методом за температурою джерела.

Параметри оцінюються:

- як оптимальні, якщо середнє значення та результати не менше 2/3 вимірювань знаходяться в межах оптимальних величин (згідно ДСН 3.3.6.042-99);
- як допустимі, якщо середнє значення та результати не менше 2/3 вимірювань знаходяться в межах допустимих величин (згідно ДСН 3.3.6.042-99);
- як такі, що не відповідають Санітарним нормам, якщо середнє значення та результати більше 2/3 вимірювань не відповідають ані оптимальним, ані допустимим значенням.

Завдання на лабораторну роботу:

1) ознайомитися з особливостями роботи приладів для вимірювання параметрів мікроклімату;

- 2) визначити температуру повітря у приміщенні та її перепади по горизонтальному та вертикальному рівнях, нанести отримані дані на план приміщення;
- 3) визначити абсолютну та відносну та максимальну вологість у приміщенні;
- 4) визначити швидкість руху у приміщенні та її розподілення по горизонтальному та вертикальному рівнях;
- 5) дати загальну оцінку параметрів мікроклімату у приміщенні;
- 6) побудувати алгоритм оцінювання параметрів мікроклімату;
- 7) зробити висновки по роботі.

Таблиця 1 - Вимоги до вимірювальних приладів

| Найменування показника | Діапазон вимірювання | Допустима похибка | Рекомендовані прилади |
|--|----------------------|-------------------|---|
| Температура повітря, °С | - 30 до + 5 | ± 0,1 | Аспіраційний психрометр із ртутними термометрами |
| Відносна вологість повітря, % | 15 до 100 | ± 5,0 | Ті ж самі та записуючі гігрографи |
| Температура поверхні, °С | - 30 до 100 | ± 1,0 | Електротермометри, термопари і т.і. |
| Швидкість руху повітря, м/с | 0,1-0,5 до 0,6-5,0 | ± 0,1 – ± 0,2 | Анемометри ротаційної дії |
| Інтенсивність інфрачервоного випромінювання, Вт/м ² | 10,0 – 20000,0 | ± 10,0 % | Актинометри, термостовбці, радіометри зі спектральною чутливістю в діапазоні 0,30 – 20,0 мк |

Таблиця 2 - Протокол результатів вимірювань температури в приміщенні

| Вертикальні рівні, м | Горизонтальні рівні | | | Різниця температур по горизонталі, °С | Середня температура, °С |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | біля зовнішньої стіни приміщення | всередині приміщення | біля внутрішньої стіни приміщення | | |
| 0,1 | | | | | |
| 1,0 | | | | | |
| 1,7 | | | | | |
| Різниця температур по вертикалі, °С | | | | | |

Таблиця 3 - Протокол результатів оцінювання вологості повітря

| Показання сухого термометра, °С | Показання вологого термометра, °С | Розрахункове значення абсолютної вологості, мм.рт.ст. | Розрахункове значення відносної вологості, % | Розрахункове значення відносної вологості за номограмою, % | Фізична нестача вологості, мм.рт.ст. |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|
| | | | | | |

Таблиця 4 - Протокол результатів оцінювання швидкості руху повітря

| № вимірювання | Показання анемометру до вимірювання | Показання анемометру після вимірювання | Різниця показань | Час проведення вимірювання | Кількість обертів за одиницю часу | Швидкість руху повітря, м/с |
|---------------|-------------------------------------|--|------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| | | | | Середня швидкість, м/с | | |

Контрольні запитання

1. Якими параметрами характеризується мікроклімат виробничого приміщення?
2. Які фактори враховуються при нормуванні параметрів мікроклімату?
3. Якими приладами вимірюється температура повітря робочої зони?
4. Якими приладами вимірюється вологість повітря робочої зони?
5. Якими приладами вимірюється швидкість руху повітря робочої зони?
6. Якими приладами вимірюється інтенсивність теплового випромінювання повітря робочої зони?

Лабораторна робота № 2

Тема заняття: «Оцінка запиленості повітря робочої зони виробничого приміщення»

Мета заняття: розглянути особливості визначення концентрації виробничого пилу ваговим методом; навчитися визначати гранично допустиму концентрацію шкідливої речовини.

Хід роботи

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинний перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), використовуваних при проектуванні виробничих будинків, технологічних процесів, устаткування, вентиляції, для контролю за якістю виробничого середовища й профілактики несприятливого впливу на здоров'я працюючих.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони підлягає систематичному контролю для попередження можливості перевищення гранично допустимих концентрацій - максимально разових робочої зони ($ГДК_{\text{мр.рз}}$) і середньозмінних робочої зони ($ГДК_{\text{сз.рз}}$).

Відбір проб повинен проводитися в зоні подиху при характерних виробничих умовах. Для кожної виробничої ділянки повинні бути визначені речовини, які можуть виділятися в повітря робочої зони. При наявності в повітрі декількох шкідливих речовин контроль повітряного середовища допускається проводити по найнебезпечніших і характерних речовинах, установлюваних органами державного санітарного нагляду.

Вимоги до контролю за дотриманням максимально разової ГДК

Контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі проводиться на найбільш характерних робочих місцях. При наявності ідентичного устаткування або виконанні однакових операцій контроль проводиться вибірково на окремих робочих місцях, що розташовані в центрі й по периферії приміщення.

Вміст шкідливої речовини в даній конкретній точці характеризується наступним сумарним часом відбору: для токсичних речовин - 15 хв, для речовин переважно фіброгенної дії - 30 хв. За зазначений період часу може бути відібрана одна або кілька послідовних проб через рівні проміжки часу. Результати, отримані при однократному відборі або при усередненні послідовно відібраних проб, порівнюють із величинами $ГДК_{\text{мр.рз}}$.

Протягом зміни й (або) на окремих етапах технологічного процесу в одній точці повинно бути послідовно відібрано не менше трьох проб. Для аерозолів переважно фіброгенної дії допускається відбір однієї проби.

При можливому надходженні в повітря робочої зони шкідливих речовин з гостроспрямованим механізмом дії повинен бути забезпечений безперервний контроль із сигналізацією про перевищення ГДК.

Періодичність контролю (за винятком речовин, що мають гостроспрямований механізм дії) встановлюється залежно від класу небезпеки шкідливої речовини: для I класу - не рідше 1 рази в 10 днів, II класу - не рідше 1 разу на місяць, III і IV класів - не рідше 1 рази у квартал.

Залежно від конкретних умов виробництва періодичність контролю може бути змінена за узгодженням з органами державного санітарного нагляду. При встановленій відповідності вмісту шкідливих речовин III, IV класів небезпеки рівню ГДК допускається проводити контроль не рідше 1 рази в рік.

Вимоги до контролю за дотриманням середньозмінних ГДК

Средньозмінні концентрації визначають для речовин, для яких установлені нормативи - ГДК_{сз.рз.} Вимір проводять приладами індивідуального контролю або за результатами окремих вимірів. В останньому випадку концентрацію розраховують як величину, середньозважену в часі, з урахуванням перебування працівника на всіх (у тому числі й поза контактом з контрольованою речовиною) стадіях і операціях технологічного процесу. Обстеження здійснюється протягом не менш ніж 75 % тривалості зміни протягом не менше 3 змін. Розрахунок проводиться по формулі

$$K_{сз.} = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \dots + K_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (1)$$

де $K_{сз.}$ - середньозмінна концентрація, мг/м³; $K_1, K_2 \dots K_n$ - середні арифметичні величини окремих вимірів концентрацій шкідливої речовини на окремих стадіях (операціях) технологічного процесу, мг/м³; $t_1, t_2 \dots t_n$ — тривалість окремих стадій (операцій) технологічного процесу, хв.

Завдання на лабораторну роботу:

- 1) ознайомитися з принципом дії лабораторного аспіратора, призначеного для відбору проб повітря;
- 2) навчитися встановлювати задану швидкість просмоктування повітря крізь аналітичний фільтр;
- 3) за варіантом встановити гранично допустиму концентрацію шкідливої речовини, характерної для певної виробничої операції, згідно ГОСТ 12.1.005-88*;
- 4) провести розрахунок концентрації пилу за даними згідно обраного варіанту;
- 5) зробити висновок про перевищення ГДК;
- 6) побудувати алгоритм визначення стану запиленості повітря робочої зони;
- 7) зробити загальний висновок по роботі.

Вміст пилу розраховується за формулою
$$C = \frac{(a - b) \cdot 1000}{V_0}, \quad (2)$$

де a – вага фільтру після проходження повітря з пилом, мг; b – вага фільтру до проходження повітря з пилом, мг; V_0 – обсяг повітря, яке пройшло крізь фільтр, л:

$$V_0 = \frac{v \cdot 273}{273 + t}, \quad (3)$$

де t – температура повітря, °С; v – швидкість проходження повітря крізь фільтр, л/хв.

Таблиця 5 - Дані для визначення гранично допустимої концентрації виробничого пилу

| № варіанту | Виробничий пил | Вага фільтру до відбору проби, мг | Вага фільтру після відбору проби, мг | Швидкість пробовідбору, л/хв | Температура повітря, °С | Час пробо відбору, хв |
|------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | кам'яновугільний пил | 52 | 55 | 20 | 25 | 30 |
| 2 | пил доменного шлаку | 55 | 59 | 25 | 24 | 20 |
| 3 | зерновий пил | 57 | 59 | 30 | 27 | 25 |
| 4 | пил азбесту природного | 54 | 57 | 20 | 21 | 30 |
| 5 | талькопородний пил | 58 | 61 | 25 | 22 | 20 |
| 6 | скловолокняний пил | 57 | 63 | 30 | 26 | 25 |
| 7 | цементний пил | 53 | 57 | 20 | 23 | 30 |
| 8 | залізний пил | 51 | 56 | 25 | 20 | 20 |
| 9 | чавунний пил | 50 | 53 | 30 | 18 | 25 |
| 0 | цирконієвий пил | 56 | 60 | 20 | 19 | 30 |

Таблиця 6 - Протокол результатів визначення концентрації виробничого пилу

| Назва пилу | ГДК пилу, мг/м ³ | Вага фільтру до відбору проби, мг | Вага фільтру після відбору проби, мг | Швидкість пробовідбору, л/хв | Температура повітря, °С | Час пробо відбору, хв | Обсяг повітря, яке пройшло крізь фільтр, л | Обсяг повітря, приведений до нормальних умов, л | Концентрація виробничого пилу, мг/м ³ |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|--|---|--|
| | | | | | | | | | |

Контрольні запитання

1. Надати визначення поняттю гранично допустимої концентрації шкідливої речовини?
2. Які особливості відбору проб повітря для визначення концентрації виробничого пилу?
3. Яка сутність вагового методу оцінки концентрації виробничого пилу?
4. Які висуваються вимоги до контролю за дотриманням максимально разової гранично допустимої концентрації?
5. Як визначається гранично допустима концентрація шкідливої речовини?
6. Назвіть основні етапи оцінювання концентрації виробничого пилу ваговим методом.

Лабораторна робота № 3

Тема заняття: «Оцінка загазованості повітря робочої зони виробничого приміщення»

Мета заняття: розглянути методи дослідження концентрації виробничих отрут, отримати практичні навички щодо користування вимірювальними приладами з оцінки загазованості повітря.

Хід роботи

Для контролю за станом повітряного середовища по фактору загазованості необхідно із встановленою періодичністю здійснювати відбір проб повітря для подальшого хімічного аналізу.

Відбір проб повинний проводитися в зоні подиху при характерних виробничих умовах. Для кожної виробничої ділянки повинні бути визначені речовини, що можуть виділятися в повітря робочої зони. При наявності в повітрі декількох шкідливих речовин контроль повітряного середовища допускається проводити по найбільш небезпечних і характерних речовинах, що встановлюються органами державного санітарного нагляду.

Вміст шкідливої речовини в даній конкретній точці характеризується наступним сумарним часом відбору: для токсичних речовин – 15 хв, для речовин переважно фіброгенної дії – 30 хв. За визначений період часу може бути відібрана одна чи кілька послідовних проб через рівні проміжки часу. Результати, отримані при однократному відборі чи при усередненні послідовно відібраних проб, порівнюють з величинами ГДК_{мр.рз.}

Для контролю за дотриманням максимально разової ГДК відбирається послідовно не менше ніж 3 проби повітря протягом зміни. Періодичність контролю залежно від класу небезпеки становить: для речовин 1 класу – 1 раз на 10 днів, 2 класу – 1 раз на місяць, 3 і 4 класів – 1 раз на квартал.

Пробовідбір здійснюється в робочій зоні безпосередньо в зоні дихання на відстані 1,5 м від рівня підлоги чи основи, на якій стоїть людина.

Існують два способи пробовідбору:

1) динамічний, коли повітря, яке містить шкідливий компонент, пропускається крізь середовище, що його затримує (тверді сорбенти: силікагель, активований вугіль і т.п.; полімерні сорбенти та розчини);

2) одномоментний, який використовується у випадку оцінки концентрації хімічної речовини у значній кількості або при дуже короткочасній технологічній операції, яка супроводжується виділенням досліджуваної речовини в повітря робочої зони. В цьому разі досліджувані повітря заповнюють певні ємності (газові піпетки, бутілі та т.і.) з подальшим хімічним аналізом отриманої проби.

Тривалість пробовідбору залежить від методу дослідження та кількості інших домішок у виробничому середовищі.

Найбільш поширеним методом вивчення стану повітряного середовища є метод дослідження за допомогою індикаторних трубок.

Сутність методу полягає в зміні фарбування індикаторного порошку в результаті реакції зі шкідливою речовиною (газом чи парою) в аналізованому повітрі, що просмоктується через трубку. Вимір концентрації шкідливої речовини робиться по довжині шару індикаторного порошку в трубці, що змінив первісне фарбування (лінійно-колористична індикаторна трубка) чи по його інтенсивності (колориметрична індикаторна трубка) шляхом порівняння з еталоном.

Вимір концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводять при наступних параметрах:

– барометричний тиск – від 90 до 104 кПа (680 – 780 мм. рт. ст.);

- відносна вологість – від 30 до 80 %;
- температура – від 288 до 303 К.

Контроль метеорологічних параметрів повітря робочої зони повинний здійснюватися паралельно з вимірами концентрацій шкідливих речовин індикаторними трубками.

Концентрацію шкідливої речовини в мг/м³ у повітрі робочої зони вимірюють по довжині шару індикаторного порошку в трубці, що змінив первісне фарбування за допомогою шкали. За результат виміру приймають середнє арифметичне з послідовних спостережень.

Результат виміру концентрації шкідливої речовини приводять до нормальних умов (C_n): температура 293 К, атмосферний тиск 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), відносна вологість 60 %.

Концентрацію (C_n) при нормальних умовах у мг/м³ обчислюють по формулі:

$$C_n = \bar{C}_{t,\varphi,p} \frac{(273 + t) \cdot 101,3}{293 \cdot p} \cdot K_e, \quad (4)$$

де $\bar{C}_{t,\varphi,p}$ - результат виміру концентрації шкідливої речовини, при температурі навколишнього повітря t °С, відносної вологості φ % і атмосферному тиску p кПа, мг/м³; K_e – коефіцієнт, що враховує вплив температури і вологості навколишнього повітря на показання індикаторних трубок, значення якого визначається по відповідній документації індикаторних трубок, приймається рівним 1.

Відносна похибка виміру (δ) не повинна перевищувати ± 35 % у діапазоні від 0,5 до 2,0 ГДК і ± 25 % при концентраціях вище 2,0 ГДК.

Результат виміру представляють у виді ($C_n \pm \Delta$) мг/м³ при довірчій імовірності 0,95.

Величину абсолютної похибки (Δ) обчислюють по формулі:

$$\Delta = C_n \frac{\delta}{100}. \quad (5)$$

Для лінійно-колористичних індикаторних трубок встановлюють наступні метрологічні характеристики:

- номінальна статична характеристика перетворення,
- діапазон вимірюваних концентрацій,
- основна похибка,
- відносна похибка,
- функції впливу, викликані зміною величини, що впливає, у межах робочих умов.

Характеристиками індикаторних трубок, призначених для визначення наявності шкідливої речовини в повітрі робочої зони (колориметричних індикаторних трубок), є:

- номінальне значення концентрації шкідливої речовини, що викликає появу індикаційного ефекту (концентрації спрацьовування);
- похибка спрацьовування.

Для повітрязаборних пристроїв встановлюють наступні метрологічні характеристики:

- об'єм повітря, що просмоктується,
- похибка дозування об'єму повітря, що просмоктується.

Допускається замість об'єму нормувати тривалість проходження й об'ємну витрату повітря, що просмоктується через індикаторну трубку.

Завдання на лабораторну роботу:

- 1) ознайомитися з принципом дії універсального газоаналізатора УГ-2;
- 2) навчитися визначати концентрацію шкідливої речовини за номограмою;
- 3) за варіантом визначити концентрацію шкідливої речовини при нормальних умовах ;
- 4) провести розрахунок абсолютної похибки вимірювання;
- 5) побудувати алгоритм визначення концентрації шкідливої речовини лінійно-колористичним методом;
- 6) зробити загальний висновок по роботі.

Таблиця 7 - Дані для визначення концентрації шкідливої речовини за нормальних умов

| № варіанту | Результати послідовних спостережень концентрації шкідливої речовини | | | Температура повітря t, °C | Барометричний тиск p, кПа |
|------------|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | C ₁ , мг/м ³ | C ₂ , мг/м ³ | C ₃ , мг/м ³ | | |
| 1 | 45 | 48 | 52 | 18 | 102 |
| 2 | 17 | 19 | 21 | 19 | 104 |
| 3 | 37 | 32 | 35 | 20 | 105 |
| 4 | 28 | 30 | 26 | 22 | 103 |
| 5 | 15 | 13 | 18 | 21 | 101 |
| 6 | 67 | 69 | 64 | 23 | 102 |
| 7 | 58 | 53 | 57 | 25 | 104 |
| 8 | 41 | 46 | 42 | 27 | 103 |
| 9 | 76 | 73 | 78 | 20 | 105 |
| 0 | 26 | 24 | 24 | 19 | 101 |

Таблиця 8 - Протокол результатів визначення концентрації шкідливої речовини за нормальних умов та абсолютної похибки її визначення

| Середнє арифметичне послідовних спостережень, мг/м ³ | Концентрація шкідливої речовини, приведена до нормальних умов, мг/м ³ | Відносна похибка виміру, % | Абсолютна похибка виміру, мг/м ³ |
|---|--|----------------------------|---|
| | | | |

Контрольні запитання

1. Вкажіть періодичність контролю концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони.
2. Яка тривалість пробо відбору та від чого вона залежить?
3. Якими способами здійснюється пробо відбір? Від чого залежать особливості застосування того чи іншого способу?
4. У чому полягає сутність лінійно-колористичного методу?
5. Як оброблюються результати визначення концентрації шкідливої речовини за допомогою методу індикаторних трубок?
6. Назвіть метрологічні характеристики лінійно-колористичних індикаторних трубок.

2. ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття № 1

Тема заняття: «Статистична обробка результатів прямих вимірів»

Мета заняття: навчитися проводити статистичну обробку результатів вимірів рівнів небезпечних та шкідливих виробничих факторів; розрахувати абсолютну та відносну похибки вимірювань.

Хід заняття

Точність вимірювання рівня небезпечного та шкідливого виробничого фактору може бути підвищена шляхом проведення серії послідовних спостережень із подальшою обробкою отриманих результатів.

Статистична обробка включає в себе ряд математичних операцій над дослідними даними, які виконуються в наступній послідовності:

1) визначається середнє арифметичне результатів послідовних спостережень величини

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (6)$$

де $x_1, x_2 \dots x_n$ – результати послідовних спостережень досліджуваної величини; n – кількість послідовних спостережень;

2) визначається відхилення кожного з отриманих результатів послідовних спостережень від середнього арифметичного значення

$$\Delta x_i = \bar{x} - x_i, \quad (7)$$

де x_i – результат n -го послідовного спостереження;

3) розраховується сума квадратів відхилень усіх послідовних спостережень від середнього арифметичного значення

$$\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2 = (\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2 + \dots + (\Delta x_n)^2; \quad (8)$$

4) обирається довірча ймовірність вимірюваної величини α (0,9; 0,95; 0,99)

5) за таблицю 9 визначається коефіцієнт Стьюдента t_α залежно від кількості послідовних спостережень та значення довірчої ймовірності;

Таблиця 9 - Значення коефіцієнта Стьюдента t_α

| Число ступенів волі $n - 1$ | Значення довірчої ймовірності α | | |
|--------------------------------|--|-------|-------|
| | 0,9 | 0,95 | 0,99 |
| 3 | 2,353 | 3,182 | 5,841 |
| 4 | 2,132 | 2,776 | 4,604 |
| 5 | 2,015 | 2,571 | 4,032 |
| 6 | 1,943 | 2,447 | 3,707 |
| 7 | 1,895 | 2,365 | 3,499 |

6) розраховується абсолютна похибка результату вимірювання за формулою

$$\Delta x = t_\alpha \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n(n-1)}}; \quad (9)$$

7) визначається відносна похибка $\delta = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$; (10)

8) кінцевий результат вимірювання записується у вигляді

$$x = (\bar{x} \pm \Delta x)_{\alpha}, \delta = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%. \quad (11)$$

Завдання для виконання практичної роботи

Згідно даних за варіантом розрахувати абсолютну та відносну похибку результату вимірювання температури повітря виробничого приміщення ртутним термометром та записати кінцевий результат з урахуванням визначених похибок. Зробити висновок по роботі.

Таблиця 10 - Дані для визначення похибки вимірювання температури повітря виробничого приміщення

| № варіанту | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ | x ₅ | x ₆ | x ₇ | x ₈ | α |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| 1 | 17 | 19 | 18 | 17 | 16 | | | | 0,9 |
| 2 | 21 | 21 | 20 | 23 | 20 | 22 | | | 0,95 |
| 3 | 18 | 17 | 18 | 19 | 19 | 16 | 19 | | 0,99 |
| 4 | 23 | 23 | 24 | 23 | 22 | 23 | 24 | 24 | 0,9 |
| 5 | 19 | 18 | 18 | 19 | 20 | | | | 0,95 |
| 6 | 21 | 19 | 19 | 21 | | | | | 0,99 |
| 7 | 18 | 18 | 19 | 20 | 20 | 21 | | | 0,9 |
| 8 | 22 | 22 | 23 | 22 | 23 | 23 | 23 | | 0,95 |
| 9 | 24 | 22 | 22 | 23 | 24 | | | | 0,99 |
| 0 | 25 | 23 | 23 | 25 | 25 | 25 | | | 0,9 |

Контрольні запитання

1. Вкажіть призначення статистичної обробки результатів вимірювань.
2. Які основні етапи статистичної обробки результатів досліджень рівнів небезпечних та шкідливих виробничих факторів?
3. Надайте визначення поняттю «похибка вимірювання».
4. Надайте визначення поняттю «абсолютна похибка вимірювання».
5. Надайте визначення поняттю «відносна похибка вимірювання».

Практичне заняття № 2

Тема заняття: «Оцінка інструментальної похибки при вимірюванні рівня освітленості на робочому місці»

Мета заняття: навчитися визначати абсолютну та відносну похибку приладу з метою підвищення точності результату вимірювання.

Хід заняття

У процесі вимірювання рівнів небезпечних та шкідливих виробничих факторів (наприклад, шуму, вібрації і т.п.) за допомогою вимірювальних приладів має місце так звана інструментальна похибка, що виникає унаслідок порушень засобів вимірів: додаткових люфтів чи тертя, неточності градуировочної шкали, зносу і ста-

ріння вузлів та деталей засобів виміру і т.п. Максимальна величина цієї похибки визначає точність вимірювального приладу.

Клас точності засобу вимірювання – це узагальнена характеристика засобу вимірювальної техніки, що визначається межами його допустимих основної і додаткових похибок, а також іншими характеристиками, що впливають на його точність, значення яких регламентується.

В загальному вигляді клас точності вимірювального приладу характеризується відношенням абсолютної похибки приладу до максимального значення на його шкалі, тобто

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{\max}} \cdot 100\%, \quad (12)$$

де Δx – абсолютна похибка приладу; x_{\max} – максимальне значення по шкалі приладу.

Таким чином, за класом точності приладу можливо визначити його абсолютну похибку.

Відносна похибка вимірювального приладу визначається як

$$\delta = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%, \quad (13)$$

де x – показ приладу.

Оскільки абсолютна похибка приладу залишається однаковою при будь-кому положенні стрілки на шкалі, тоді відносна похибка стає більшою при менших відхиленнях стрілки. Тому для підвищення точності отриманого результату необхідно обирати такий діапазон вимірювання шкали приладу, щоб відхилення стрілки було б не меншим, ніж половина шкали.

Завдання для виконання практичної роботи

Згідно даних за варіантом визначити абсолютну та відносну похибку при вимірюванні рівня освітленості люксометром Ю-116 із класом точності 10 за різних показань приладу для обох шкал. Побудувати графічну залежність між показаннями приладу та значенням відносної похибки. Зробити висновок.



Рис. 1 – Загальний вигляд люксометру Ю-116

Таблиця 11 - Дані для визначення абсолютної та відносної похибки вимірювального приладу на прикладі люкметра Ю-116

| № варіанту | Шкала 0 - 30 | | | | Шкала 0 - 100 | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ | x ₁ | x ₂ | x ₃ | x ₄ |
| 1 | 12 | 15 | 23 | 29 | 10 | 35 | 52 | 68 |
| 2 | 8 | 14 | 21 | 28 | 15 | 44 | 67 | 89 |
| 3 | 3 | 9 | 15 | 26 | 12 | 36 | 48 | 61 |
| 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 16 | 45 | 61 | 80 |
| 5 | 7 | 19 | 24 | 30 | 9 | 27 | 54 | 79 |
| 6 | 11 | 16 | 24 | 29 | 11 | 33 | 56 | 75 |
| 7 | 13 | 18 | 24 | 28 | 13 | 29 | 42 | 67 |
| 8 | 6 | 12 | 18 | 29 | 17 | 30 | 48 | 59 |
| 9 | 9 | 17 | 24 | 30 | 14 | 34 | 57 | 71 |
| 0 | 4 | 16 | 25 | 29 | 18 | 32 | 49 | 60 |

Контрольні запитання

1. Наведіть основні причини виникнення інструментальної похибки.
2. Дайте визначення класу точності засобу вимірювання.
3. Від чого залежить абсолютна похибка вимірювального пристрою?
4. Які фактори впливають на величину відносної похибки засобу вимірювання?
5. Як змінюється відносна похибка засобу вимірювання залежно від показання приладу?

3. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1 Мета та завдання курсової роботи

Виконання курсової роботи є важливою частиною курсу “Методи оцінки небезпечних та шкідливих виробничих факторів”. Під час виконання курсової роботи студенти не тільки ознайомлюються з особливостями методів оцінки небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ), але й самостійно вирішують питання розробки заходів, що сприяють усуненню або зменшенню впливу НШВФ на працюючих. Це сприяє розвитку в студентів навичок прийняття інженерно-технічних рішень, що є дуже важливим при подальшому виконанні дипломного проекту, оскільки тематика курсової роботи тісно пов’язана з питаннями, що розробляються в розділі “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” дипломних проектів.

Мета виконання курсової роботи – активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативно-технічною літературою, підготовка до дипломного проектування.

Завдання виконання курсової роботи – придбання практичних навичок застосування методів оцінки НШВФ для заданих умов праці, виконання розрахунків з охорони праці та вирішення питань поліпшення параметрів НШВФ для різних видів робіт.

Курсова робота складається з пояснювальної записки, що виконується згідно з вимогами стандартів.

Пояснювальна записка містить титульний аркуш, мету та завдання виконання курсової роботи, вихідні дані за варіантами, розрахункові та довідкові матеріали з ві-

дповідними посиланнями на літературні джерела, формули, таблиці, що пояснюють виконані розрахунки.

Номер варіанта завдання відповідає порядковому номеру студента в журналі списку групи.

3.2 Зміст курсової роботи

3.2.1 Сутність лінійно-колористичного методу визначення концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Лінійно-колористичний метод визначення концентрації шкідливих речовин у виробничому приміщенні відноситься до класу так званих експрес-методів і ґрунтується на явищі колориметрії (зміни кольору індикаторного порошку в результаті дії відповідної шкідливої речовини), що дозволяє швидко й з достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо в робочій зоні.

Основними перевагами вказаного методу є: швидкість проведення аналізу й одержання результатів безпосередньо на місці добору проби повітря; простота методу й апаратури, що дозволяє проводити аналіз особам, які не мають спеціальної підготовки; мала маса, комплектність і відносно низька вартість апаратури; достатня чутливість і точність аналізу; для проведення аналізу повітря не потрібні джерела електричної і теплової енергії.

Сутність методу полягає у зміні фарбування індикаторного порошку в результаті реакції зі шкідливою речовиною (газом чи парою) в аналізованому повітрі, що просмоктується через трубку. Вимір концентрації шкідливої речовини робиться за довжиною шару індикаторного порошку в трубці, що змінив первісне фарбування (лінійно-колористична індикаторна трубка) чи за його інтенсивністю (колориметрична індикаторна трубка) шляхом порівняння з еталоном.

Індикаторна трубка являє собою герметичну скляну трубку, заповнену твердим носієм (силікагелем, порцеляною, склом), обробленим активним реагентом. Положення наповнювача (індикаторного порошку) в індикаторній трубці фіксується заглушками з вати чи скловолокна.

При використанні індикаторних трубок на результати вимірів може вплинути цілий ряд факторів середовища (наприклад, коливання температури повітря) і процесу виміру (діаметр і якість градування індикаторної трубки, справність і правильність експлуатації пристрою для забору повітря, правильність застосування трубок при наявності в аналізованому повітрі домішок, що супроводжують речовину і т.п.).

Основна відносна похибка результату виміру концентрації шкідливих речовин у повітрі газоаналізатором УГ-2 до 1 ПДК не повинна перевищувати $\pm 60\%$, в інтервалі від 1 до 2 ПДК - $\pm 35\%$ і понад 2 ПДК - $\pm 25\%$.

Результат виміру представляють у вигляді $(C_n \pm \theta, s_{\bar{c}})$ мг/м³ при довірчій імовірності 0,95.

Розрахунок похибки виміру концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Усунення джерел похибок кількісного аналізу повітря є найважливішим завданням користувачів будь-якої аналітичної методики.

Похибка виміру концентрацій шкідливої речовини в повітрі робочої зони складається із суми невиключених систематичної і випадкової похибок.

Невиключена систематична похибка обумовлюється: похибкою приладу, похибкою добору проб повітря, похибкою виміру.

Випадкова похибка обумовлюється похибкою, що випадково вимірюється при повторних вимірах однієї і тієї ж величини.

1) Визначення невиключеної систематичної похибки виміру концентрації шкідливих речовин θ_i .

1. Похибка індикаторної трубки θ_{mp} .

Індикаторні трубки за своїми метрологічними характеристиками поділяються на два класи: *A* і *B*. Індикаторні трубки обох класів повинні дозволяти контролювати шкідливі речовини в повітрі робочої зони при їхньому вмісті від 0,5 до 5 і більше значень гранично припустимої концентрації (ГДК). При цьому для трубок класу *A* похибка виміру при вмісті шкідливих речовин у повітрі від 1 ГДК і вище повинна складати не більше $\pm 25\%$, а на рівні 0,5 ГДК допускається $\pm 35\%$. Для індикаторних трубок класу *B* похибка виміру при вмісті шкідливих речовин у повітрі на рівні 1 – 5 ГДК має бути не більше $\pm 25\%$, а на рівні 0,5 ГДК допускається похибка $\pm 50\%$.

2. Похибка відбору проб повітря $\theta_{відб.}$

Похибка відбору проб повітря $\theta_{відб.}$ спричиняє наступні погрешності.

2.1. Похибка пристрою для забору повітря $\theta_{n.n.}$ відповідно до технічної документації не повинна перевищувати $\pm 5\%$.

2.2. Похибку виміру температури θ_T визначають, виходячи з похибки (класу) термометра θ_t , %, або обумовлена половиною ціни поділки термометра:

$$\theta_T = \frac{\theta_t \cdot 100}{273 + t}, \quad (14)$$

де t – температура повітря в робочій зоні, °С.

2.3. Похибка виміру атмосферного тиску θ_p , %, обумовлена похибкою (класом) барометра θ_{p1} чи половиною ціни поділки барометра:

$$\theta_p = \frac{\theta_{p1} \cdot 100}{P}, \quad (15)$$

де P – тиск, кПа.

Тоді похибку добору проб повітря $\theta_{відб.}$ розраховують за формулою:

$$\theta_{відб.} = \sqrt{\theta_{n.n.}^2 + \theta_T^2 + \theta_p^2}. \quad (16)$$

Таким чином, довірчі границі невиключеної похибки вимірів θ_i визначають за формулою:

$$\sum \theta_i = \sqrt{\theta_{mp.}^2 + \theta_{відб.}^2}. \quad (17)$$

2) Оцінка границі суми невиключених систематичних похибок виміру.

Границі суми невиключених систематичних похибок виміру розраховують з використанням даних оцінки всіх її складових за формулою:

$$\theta = K \sqrt{\sum \theta_i^2}, \quad (18)$$

де K – коефіцієнт, обумовлений прийнятою довірчою імовірністю; дорівнює 1,1 при довірчій імовірності 0,95.

3) Оцінка випадкової складової похибки виміру концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Для оцінки випадкової складової похибки проводять 5-10 спостережень. Результати заносять у табл. 12.

Таблиця 12

| Число спостережень n | Концентрація шкідливої речовини, мг/м ³ , C_i | Середнє арифметичне, \bar{C} | $\Delta C_i = C_i - \bar{C}$ | $(\Delta C_i)^2$ | s |
|------------------------|--|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----|
| 1 | C_i | | | | |
| 2 | $C_i - 0,02$ | | | | |
| 3 | $C_i - 0,1$ | | | | |
| 4 | $C_i - 0,01$ | | | | |
| 5 | $C_i + 0,01$ | | | | |
| | | | | $\sum_i^n (\Delta C_i)^2$ | |

де n – число спостережень, дорівнює 5; C_i – числові значення величин концентрацій, знайдені в тих самих умовах, мг/м³; \bar{C} – середнє арифметичне значення, мг/м³; $\Delta C_i = C_i - \bar{C}$ – різниця між i -м результатом спостереження (C_i) і середнім значенням (\bar{C}), мг/м³; s – середнє квадратичне відхилення групи результатів спостережень:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\Delta C_i)^2}{n-1}} \quad (19)$$

Відносне середнє квадратичне відхилення результату виміру: $s_{\bar{C}} = \frac{s \cdot 100}{\sqrt{n} \cdot \bar{C}}$. (20)

4) Оцінка сумарної похибки результату вимірів концентрацій шкідливих речовин.

Для розрахунку сумарної похибки визначають відношення систематичної θ і випадкової $s_{\bar{C}}$ складових.

Якщо $\frac{\theta}{s_{\bar{C}}} < 0,8$, то невиключеними систематичними похибками зневажають.

Якщо $\frac{\theta}{s_{\bar{C}}} > 0,8$, то зневажають випадковими похибками.

З урахуванням вищесказаного записують результат виміру концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони. Проводять розрахунок концентрації шкідливої речовини (C_n) при нормальних умовах формула (4). Варіанти для розрахунків наведені в табл. 13.

3.2.2 Метод фотоіонізаційного детектування для визначення масової концентрації пари шкідливих речовин. Сутність методу

Метод фотоіонізаційного детектування дозволяє отримати значення масової концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони. Даний метод регламентований для застосування органами держсанепідконтролю для здійснення контролю за станом повітряного середовища та визначення перевищень концентрацій шкідливих речовин встановлених гранично допустимих значень.

Таблиця 13

| № вар. | Клас трубки | Перевищення ГДК | $\theta_{н.л.}, \%$ | $\theta_b, \%$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $\theta_p, \%$ | $P, \text{кПа}$ | $C_i, \text{мг/м}^3$ |
|--------|-------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| 1 | A | 1 ГДК | 1 | 0,5 | 20 | 0,065 | 101,3 | 1,5 |
| 2 | B | 0,5 ГДК | 2 | 0,2 | 19 | 0,025 | 100,7 | 2 |
| 3 | A | 2 ГДК | 3 | 0,1 | 21 | 0,050 | 101,1 | 2,5 |
| 4 | B | 3 ГДК | 4 | 0,5 | 18 | 0,025 | 100,3 | 3 |
| 5 | A | 0,5 ГДК | 5 | 0,2 | 22 | 0,065 | 100,1 | 3,5 |
| 6 | B | 2 ГДК | 4 | 0,1 | 23 | 0,050 | 100,7 | 4 |
| 7 | A | 4 ГДК | 3 | 0,5 | 20 | 0,065 | 101,3 | 4,5 |
| 8 | B | 0,5 ГДК | 2 | 0,2 | 19 | 0,025 | 100,7 | 5 |
| 9 | A | 3 ГДК | 1 | 0,1 | 21 | 0,050 | 101,1 | 5,5 |
| 10 | B | 5 ГДК | 2 | 0,5 | 18 | 0,065 | 100,3 | 6 |
| 11 | A | 1 ГДК | 3 | 0,2 | 22 | 0,050 | 100,1 | 6,5 |
| 12 | B | 0,5 ГДК | 4 | 0,5 | 23 | 0,065 | 101,1 | 7 |
| 13 | A | 2 ГДК | 5 | 0,5 | 20 | 0,025 | 100,3 | 7,5 |
| 14 | B | 3 ГДК | 3 | 0,2 | 19 | 0,050 | 101,3 | 8 |
| 15 | A | 0,5 ГДК | 2 | 0,1 | 21 | 0,065 | 100,7 | 8,5 |
| 16 | B | 2 ГДК | 4 | 0,5 | 18 | 0,025 | 101,1 | 1,5 |
| 17 | A | 4 ГДК | 5 | 0,2 | 22 | 0,050 | 100,3 | 2 |
| 18 | B | 0,5 ГДК | 1 | 0,1 | 18 | 0,065 | 100,1 | 2,5 |
| 19 | A | 3 ГДК | 2 | 0,5 | 20 | 0,025 | 100,7 | 3 |
| 20 | B | 5 ГДК | 3 | 0,2 | 19 | 0,050 | 101,1 | 3,5 |
| 21 | A | 1 ГДК | 4 | 0,1 | 21 | 0,025 | 101,3 | 4 |
| 22 | B | 0,5 ГДК | 5 | 0,5 | 18 | 0,065 | 100,7 | 4,5 |
| 23 | A | 2 ГДК | 3 | 0,2 | 22 | 0,025 | 101,1 | 5 |
| 24 | B | 3 ГДК | 4 | 0,1 | 23 | 0,050 | 100,3 | 5,5 |
| 25 | A | 0,5 ГДК | 2 | 0,5 | 20 | 0,025 | 100,1 | 6 |
| 26 | B | 2 ГДК | 3 | 0,2 | 19 | 0,050 | 101,3 | 6,5 |
| 27 | A | 4 ГДК | 1 | 0,1 | 21 | 0,065 | 100,7 | 7 |
| 28 | B | 0,5 ГДК | 4 | 0,2 | 23 | 0,025 | 101,1 | 7,5 |
| 29 | A | 3 ГДК | 5 | 0,2 | 22 | 0,050 | 100,3 | 8 |
| 30 | B | 5 ГДК | 3 | 0,1 | 23 | 0,025 | 100,1 | 8,5 |

Вимірювання масових концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони засновані на використанні фотоіонізаційного методу із застосуванням фотоіонізаційного детектора, в якому іонізація молекул речовини здійснюється фотонами високої енергії, які випромінюються ультрафіолетовою лампою. Якщо потенціал іонізації молекул речовини нижчі ніж енергія фотонів (10,2 eV – електронвольт), при зіткненні молекул з фотонами відбувається їх іонізація. Електрони та іони, що утворюються при цьому, обумовлюють виникнення електричного струму в іонізаційній камері детектора, не електроди якого подано напругу.

Величина іонізаційного струму пропорційна масовій концентрації речовини в повітрі.

Фотоіонізаційний метод характеризується високою чутливістю до речовин різної хімічної природи, має високу швидкодію та простоту в експлуатації.

При застосуванні методу фотоіонізаційного детектування застосовується аналізатор АНТ-2М.

Визначення концентрації шкідливої речовини методом фотоіонізаційного детектування

При проведенні контролю вмісту шкідливої речовини в повітрі робочої зони здійснюється не менш ніж три вимірювання в одних й тих самих умовах з інтервалом між однократними вимірюваннями, що складає 1 хвилину.

Обробка результатів вимірювань здійснюється в такій послідовності.

1. Проводиться ряд спостережень ($n = 5$).

2. Визначається сумарна концентрація шкідливої речовини $\sum C_i$ за результатами усіх спостережень.

3. Розраховується середнє арифметичне значення концентрації шкідливої речовини \bar{C} .

Таблиця 14

| Число спостережень n | Концентрація шкідливої речовини, мг/м^3 , C_i | Середнє арифметичне, \bar{C} | $\Delta C_i = C_i - \bar{C}$ | $(\Delta C_i)^2$ | s |
|------------------------|--|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----|
| 1 | C_i | | | | |
| 2 | $C_i + 0,2$ | | | | |
| 3 | $C_i - 0,15$ | | | | |
| 4 | $C_i + 0,35$ | | | | |
| 5 | $C_i - 0,18$ | | | | |
| | $\sum C_i$ | | | $\sum_i^n (\Delta C_i)^2$ | |

4. Для виключення грубих промахів застосовують критерій Граббса, який визначають за формулою

$$z_{\max} = \frac{|C_{\max} - \bar{C}|}{s} \quad (21)$$

У разі, якщо отримане значення $z_{\max} > 1,764$ (значення критерію Граббса при $n = 5$ для визначеного рівня значимості), значення C_{\max} необхідно виключити як малоймовірне. Далі необхідно знову визначити середнє арифметичне значення та середнє квадратичне відхилення та повторити процедуру перевірки за критерієм Граббса.

5. Визначається збіжність результатів вимірювань (R , %) за формулою

$$R = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{\bar{C}} \cdot 100\%, \quad (22)$$

де C_{\max} та C_{\min} – відповідно максимальне та мінімальне значення концентрації в одній серії дослідів, мг/м^3 .

Результат визначення збіжності R вважається задовільним, якщо $R \leq 12\%$. В іншому випадку вимірювання необхідно повторити.

6. Розраховується відносне середнє квадратичне відхилення результату виміру та записується остаточний результат.

Наприкінці роботи робиться висновок про особливості використання методів оцінки загазованості повітря робочої зони.

4. ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Основна частина матеріалу по кожному змістовому модулю розглядається на лекціях, а також при проведенні лабораторних та практичних занять. Студент вивчає питання, що виносяться для самостійного опрацювання, за літературою, що рекомендується по кожному змістовому модулю. При роботі з літературними джерелами рекомендується вести конспект, що допоможе систематизації матеріалу, який вивчається.

Питання, що винесені на самостійне опрацювання, поряд з основним матеріалом включаються в екзаменаційні білети з дисципліни.

| № п/п | Самостійна навчальна робота студента | Кількість годин | Література |
|-------|--|-----------------|-------------------|
| 1 | Поняття небезпечного та шкідливого виробничого фактора | 10 | 14-20 |
| 2 | Класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів | 10 | 15 |
| 3 | Джерела виникнення та методи оцінювання параметрів виробничого мікроклімату | 10 | 1-2, 14-20 |
| 4 | Джерела виникнення та методи оцінювання запиленості повітря робочої зони | 10 | 2-4, 6, 8, 14-20 |
| 5 | Джерела виникнення та методи оцінювання загазованості повітря робочої зони | 10 | 2-5, 6, 8, 14-20 |
| 6 | Нормування параметрів небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Приладове забезпечення вимірювань. | 10 | 1-6, 21-27 |
| 7 | Методи оцінки виробничого освітлення | 10 | 27 |
| 8 | Джерела виникнення та методи оцінки виробничого шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку | 10 | 6, 8-9, 21-23, 28 |
| 9 | Джерела виникнення та методи оцінки електромагнітного випромінювання | 10 | 24-26 |
| 10 | Нормування параметрів небезпечних випромінювань. Приладове забезпечення вимірювань. | 12 | 24-26 |

Запитання для самостійного контролю знань

1. Принципи санітарно-гігієнічного нормування параметрів мікроклімату на робочих місцях.
2. Приладове забезпечення вимірювань температури, вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання.
3. Класифікація забруднюючих речовин, їх дія на людину, нормування.
4. Методи визначення концентрації пилу у повітрі робочої зони. Приладове забезпечення.
5. Класифікація та сутність методів дослідження загазованості повітря робочої зони. Приладове забезпечення.
6. Джерела виникнення забруднюючих речовин на підприємствах міського електричного транспорту.
7. Методи регулювання якості повітряного середовища у виробничих приміщеннях.
8. Основні вимоги до виробничого освітлення. Класифікація виробничого освітлення.
9. Кількісні та якісні показники виробничого освітлення.
10. Принципи нормування та оцінки виробничого освітлення.
11. Дія акустичних коливань на людину. Класифікація шуму.
12. Основні параметри шуму та методи його нормування.
13. Особливості впливу інфразвуку та ультразвуку на людину. Нормування.
14. Захист від дії шуму, інфра- та ультразвуку на людину.
15. Класифікація вібрації. Дія на людину та принципи нормування.
16. Параметри електромагнітних полів в ближній та дальній зонах.
17. Фактори, від яких залежить вплив електромагнітних полів на людину.
18. Принципи нормування електромагнітних полів промислової частоти та радіочастот.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
2. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
3. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»
4. ГОСТ 12.1.016-79. ССБТ. «Воздух рабочей зоны. Требования к методам измерения концентрации вредных веществ»
5. ГОСТ 12.1.014-84. ССБТ. «Воздух рабочей зоны. Методы измерения концентрации вредных веществ индикаторными трубками»
6. Метрологическое обеспечение безопасности труда: Справочник в 2 т. / Под ред. И.Х. Сологына. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
7. Большаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. – М.: «Медицина», 2004. – 272 с.
8. Справочник по гигиене труда / Под ред. Б.Д. Карпова, В.Е. Ковшило. – Л.: Медицина, 1979. – 448 с.
9. Гігієна праці: Навч. посібник / За ред. О.П. Яворовського, І.І. Солдака. – К.: Медицина, 2004. – 144 с.
10. Клименко А.П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли. – М.: Химия, 1978. – 208 с.
11. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справ. изд. / С.И. Муравьева, М.И. Буковский, Е.К. Прохорова. – М.: Химия, 1991. – 368 с.
12. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. – Харьков: Вища школа, 1983. – 224 с.
13. ГОСТ 8.207-76 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения»
14. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять». – К.: Держстандарт України. – 1999.
15. ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
16. Основи охорони праці. Лабораторний практикум / За ред. проф. Коржика Б.М. – Харків, 2002.
17. Основи охорони праці / За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2003. – 472 с.
18. Трахтенберг І.М., Коршун М.М., Чебанова О.В. Гігієна праці та виробнича санітарія. – К., 1997. – 464 с.
19. Основи охорони праці: Навчальний посібник / За ред. В.В. Березуцького. – Х.: Факт, 2005. – 480 с.
20. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под общ. ред. С.В.
21. ГОСТ 12.1.003-86. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.001-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
23. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

24. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
25. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
26. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
27. ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»
28. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних і лабораторних занять,
самостійного вивчення курсу та виконання курсової роботи
з дисципліни
**«МЕТОДИ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ШКІДЛИВИХ
ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ»**
(для студентів 4 курсу денної форми навчання
напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка»
спеціалізації «Охорона праці на електричному транспорті»)

Укладач: **Данова** Карина Валеріївна

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2012, поз. 195М

Підп. до друку 06.09.12

Формат 60 x 84 1/16

Тираж 50 пр.

Друк на ризографі

Ум. друк. арк. 1,2

Зам: №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014