



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра мехатроніки, безпеки життєдіяльності та
управління якістю**

Основи охорони праці

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
за темою «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи
боротьби з запиленістю»**

для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

**Харків
2024**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра мехатроніки, безпеки життєдіяльності
та управління якістю

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт «Запиленість повітря на виробництві.
Нормування. Заходи боротьби з запиленістю»

для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Затверджено рішенням
рішенням методичної комісії
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол № 2
від 21 листопада 2024 р.

Харків
2024

УДК 621.741:564
З 40

Схвалено
на засіданні кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності
та управління якістю
Протокол № 10 від 11 червня 2024 р.

Рецензенти:

Ф. В. Новіков, професор кафедри здорового способу життя, технологій і безпеки життєдіяльності Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, доктор технічних наук.

Т. Е. Стиценко, завідувачка кафедри охорони праці Харківського національного університету радіоелектроніки, кандидат технічних наук.

З 40 Основи охорони праці : метод. вказівки до виконання практичних робіт за темою «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»/ / авт.-уклад.: С. О. Ляшенко, А.М. Фесенко: ДБТУ.– Харків : [б. в.], 2024. – 46 с.

Методичні вказівки підготовлено відповідно до навчальної програми з дисципліни «Основи охорони праці». Мета проведення – оволодіння компетентностями у сфері визначення рівня запиленості повітря на робочому місці та вибору способів протидії запиленості повітря.

Навчальне видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми здобуття освіти зі спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

УДК 621.741:564

Відповідальний за випуск: С. О. Ляшенко, д. т. н, професор

© Ляшенко С. О., Фесенко А.М., 2024

© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Загальні уявлення про запиленість повітря на виробництві	7
1.1 Властивості пилу та його класифікації	7
1.2 Джерела пилоутворення	9
1.3 Вплив пилу на організм людини	10
1.4 Принципи нормування вмісту пилу у повітрі робочої зони	11
1.5 Методи вимірювання запиленості повітря робочої зони	14
1.6 Методи протидії запиленості повітря робочої зони	20
Розділ 2. Виконання практичного завдання	31
Завдання 1. Вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони	29
Завдання 2. Гігієнічна оцінка умов праці за рівнем запиленості повітря в робочій зоні	34
Додаток 1. Звіт до практичної роботи	36
Додаток 2. Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони	38
Контрольні питання для перевірки знань з практичного заняття	43
Література	44
Електронні адреси бібліотек	45

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» на тему «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю» складені відповідно до вимог навчальної програми, затвердженої Міністерством освіти і науки України, при написанні використані державні, міжгалузеві і галузеві нормативні акти у сфері охорони праці.

Мета практичної роботи на тему «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю» набуття компетентностей щодо вимірювання та оцінки рівня запиленості повітря на робочому місці та вибору методів протидії накопиченню пилових часток у повітрі робочої зони.

Завдання практичної роботи:

1. Закріпити знання щодо впливу пилу на здоров'я та рівень працездатності персоналу, способи зниження забруднення повітря на робочому місці.

2. Набути навички вимірювання запиленості повітря робочої зони різними методами.

3. Оцінити небезпеку рівнів запиленості виробничих приміщень для людського організму, використовуючи нормативну базу у сфері забруднення повітря робочої зони та гігієнічної оцінки умов праці.

4. Обрати оптимальні варіанти організації безпеки повітряного середовища у виробничих приміщеннях.

5. Скласти експертний висновок про рівень відповідності умов праці встановленим вимогам та запропонувати практичні механізми оптимізації ситуації.

Для практичної роботи розроблені завдання, що моделюють реальні виробничі ситуації, для яких студент самостійно має розробити експертні висновки щодо рівнів запиленості повітря, ступеня небезпеки і дати пропозиції щодо поліпшення виробничих умов, усунення впливу шкідливого фактора - підвищеної концентрації пилових часток у повітрі виробничого приміщення.

Обладнання:

1. *Аспіратор*, в комплект якого входять: шланг гумовий, алонж (конусна насадка, в яку вкладається чистий фільтр), накидна притискна гайка.
2. *Ваги аналітичні* АДВ-200 з точністю вимірювання до 1 мг (для зважування чистого фільтра і забрудненого фільтра).

3. *Пінцет для фільтрів.*
4. *Термометр ртутний.*
5. *Барометр-анероїд БАММ.*
6. *Секундомір* - для фіксування часу протягування повітря через фільтр.
7. *Комплект фільтрів АФА-ВП-20, АФА-ВП-10.*

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ЗАПИЛЕНІСТЬ ПОВІТРЯ НА ВИРОБНИЦТВІ

1.1 Властивості пилу та його класифікації

Виробничий пилом називають тонкодисперсні тверді частинки, що перебувають у повітрі у завислому стані. Пил – розповсюджений небезпечний та шкідливий виробничий фактор. З пилом стикаються робітники гірничодобувної, текстильної та будівельної промисловості, машинобудування, металургії, сільського господарства та інше.

За походженням пил поділяють на *органічний* (рослинний, тваринний), *неорганічний* (мінеральний, металевий, цементний) і *змішаний*.

Важливе значення має класифікація пилу за його *дисперсністю* і *способом утворення*. Розрізняють *аерозолі дезінтеграції* (утворюються при дробленні твердих речовин) і *аерозолі конденсації* (утворюються внаслідок згущення нагрітих парів при їх охолодженні).

Аерозоль – це дисперсна система, що складається із завислих у газовому середовищі, зазвичай в повітрі, дрібних частинок. Аерозолі утворюються при механічному подрібненні і розпиленні твердих тіл або рідин: при дробленні, стиранні, вибухах, горінні, розпиленні в пульверизаторі.

Залежно від *дисперсності* аерозолі поділяються на: *пил* — всі тверді частинки, які утворюються при дезінтеграції, незалежно від їх розміру та *дими* — конденсаційні аерозолі з твердою дисперсною фазою. До цієї категорії відносять також аерозолі, що утворюються при неповному згорянні палива, дим хлористого амонію та інше. Аерозолі, дисперсна фаза яких складається з крапельок рідини, називаються *туманами*.

За *дисперсністю* пил поділяють на *видимий* (частки більше 10 мкм), *мікроскопічний* (від 0,25 до 10 мкм) та *ультрамікроскопічний* (менше 0,25 мкм). Порошинки розміром менше 0,25 мкм практично не осідають і постійно знаходяться в повітрі в броунівському русі. **Пил з частинками менше 5 мкм найбільш небезпечний**, оскільки може проникати в глибокі відділи легенів аж до альвеол і затримуватися там (альвеол досягає близько 10% пилинок, які вдихаються).

До числа важливих елементів гігієнічної характеристики виробничого пилу відносяться *хімічний склад* і *кількість пилу* в даних конкретних умовах. У пилу можуть міститися отруйні домішки (миш'як, свинець, хром та інші),

домішки, які мають подразнювальні, канцерогенні та алергенні властивості. Особливо важливе значення має вміст у пилу вільного двоокису кремнію, так як саме їй належить специфічна роль в патогенезі професійного захворювання — пневмоконіозу.

За характером дії пилу на організм, виділяють *токсичну* (марганцева, свинцева, миш'якова та ін.), *подразнюючу* (вапняна, лужна та ін.), *інфекційну* (мікроорганізми, спори тощо), *алергічну* (вовняна, синтетична та ін.), *канцерогенну* (сажа та ін.) і *пневмокониотичну*, що викликає специфічний фіброз легеневої тканини.

У таблиці 1 наведено класифікацію виробничого пилу: за способом її утворення, за походженням, за дисперсністю (розмірами) пилових частинок.

Таблиця 1 - Класифікації виробничого пилу

За способом утворення	За походженням	За дисперсністю (розмірами)
<p>1. Аерозоль дезінтеграції - утворюється при дробленні твердої речовини, наприклад в дробарках, млинах, при бурінні та інших процесах. Аерозолі дезінтеграції в значній мірі складаються з пилинок великих розмірів, хоча в їх склад входять також ультрамікроскопічні частки.</p> <p>2. Аерозоль конденсації - утворюється у виробничих умовах внаслідок конденсації пари з утворенням твердих частинок, наприклад, при плавці і зварюванні металів, перегонці продуктів і ін. Розмір частинок пилу в цих випадках значно менший, ніж в аерозолях дезінтеграції.</p>	<p>1. Органічний:</p> <p>а) рослинний (злаки, волокна і ін.);</p> <p>б) тваринний (вовняний, шкіряний і ін.);</p> <p>в) мікроорганізми і продукти їх розпаду;</p> <p>г) штучний (пластмасовий, пил барвників та ін.)</p> <p>2. Неорганічний:</p> <p>а) мінеральний (кремнієвий, силікатний і ін.);</p> <p>б) металевий (пил заліза, цинку, свинцю і ін.)</p> <p>3. Змішаний:</p> <p>а) мінерально-металевий (наприклад, суміш пилу заліза і кремнію);</p> <p>б) органічний і неорганічний (наприклад, пил злаків і ґрунту)</p>	<p>1. Видимий Має розмір понад 10 мкм і швидко осідає з повітря</p> <p>3. Мікроскопічний Має розмір від 10 до 0,25 мкм і дуже повільно осідає</p> <p>3. Ультрамікроскопічний Має розмір менш 0,25 мкм, тривалий час перебуває в повітрі, за законами броунівського руху</p>

1.2 Джерела пилоутворення

Пил утворюється при багатьох виробничих процесах на підприємствах важкої і легкої промисловості, в гірничорудній і вугільній промисловості. Пилоутворення має місце також при виконанні ряду сільськогосподарських робіт: у полі - оранка, культивуація, збирання врожаю (рис.1), при очищенні і переробці зерна, транспортуванні та застосуванні добрив і отрутохімікатів. У машинобудуванні і на ремонтних підприємствах утворення пилу супроводжує такі операції, як очищення і обрубка лиття, обточування, шліфування та полірування заготовок з металу (рис.2). Будівельні роботи також супроводжуються утворенням пилу (рис.3).



Рис.1 - Процеси, що супроводжуються виділенням пилу в сільському господарстві при збиранні врожаю та культивуації ґрунту

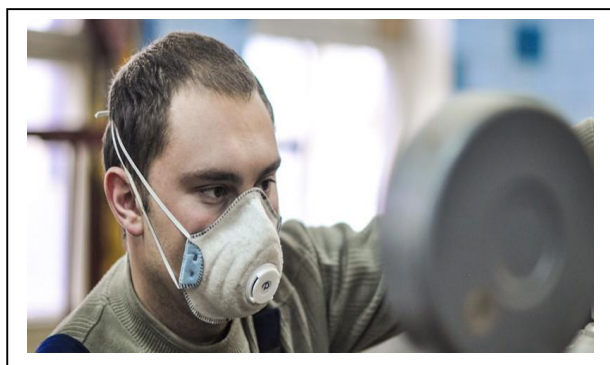


Рис. 2 - Утворення пилу в промисловості



Рис. 3 - Процеси, що продукують пил на будівельних об'єктах

1.3 Вплив пилу на організм людини

Основними причинами втрати здоров'я на виробництві через професійні захворювання є *хвороби органів дихання, захворювання опорно-рухового апарату та хвороби слуху* [1]. Найбільша кількість професійних захворювань зареєстрована у Дніпропетровській області, Львівській області та Донецькій області. Найбільше професійних захворювань сталося в галузі добувної промисловості і розробленні кар'єрів – 86,7 % від загальної кількості професійних захворювань по Україні.

Головною причиною лідерства захворювань органів дихання є вплив пилу на робочому місці. Дія пилу залежить від тривалості впливу, концентрації, його властивостей (токсичність, дисперсність, фізико-хімічні характеристики). Токсичний пил містить частинки хрому, свинцю та інших шкідливих хімічних речовин, небезпечних для здоров'я.

Виробничий пил служить причиною розвитку різних захворювань:

- 1) захворювання шкіри і слизових оболонок (гнійничкові захворювання шкіри, дерматити, кон'юнктивіти і ін.);
- 2) неспецифічні захворювання органів дихання (риніти, фарингіти, пилові бронхіти, пневмонії);
- 3) алергічні захворювання (алергічні дерматити, екземи, астматичні бронхіти, бронхіальна астма);
- 4) професійні отруєння (від впливу токсичною пилу);
- 5) онкологічні захворювання (від впливу канцерогенного пилу, наприклад, сажі, азбесту);
- 6) пневмоконіози (від впливу фіброгенного пилу). Пневмоконіози займають перше місце серед профпатології у всьому світі.

Пневмоконіози пов'язані з утворенням ущільнень легеневої тканини (фіброзних вузлів). Це загальна назва хвороб, які класифікують залежно від типу пилу і шкідливого фактора, що їх викликав:

- *силікози* (від пилу двоокису кремнію, а також від азбесту, тальку, апатитів - «сухоти гірничих робітників») - задишка, кашель, біль у грудях, порушення в прохідності бронхів;

- *азбестози* - виникають від пилу азбесту, на пізніх стадіях можуть ускладнитися раком легенів (в 15-20% випадків), тому що активність пилу азбесту пояснюється механічним пошкодженням тканин легенів пиловими частинками з гострими краями, а також хімічною дією (рис.4).

- *силікатози* (при вдиханні сполук кремнієвої кислоти),

- *антракози* - при вдиханні вугільного пилу.

Специфічними видами пневмоконіозу є *бісімоз* (від бавовняної пилу), *табакоз* (від пилу тютюнового), *графітоз* (від пилу графіту) тощо. Пневмоконіози можуть виникати від вдихання пилу деяких металів - алюмінію, заліза.



Рис. 4. - Вигляд людської легені до захворювання на пневмоконіоз і після

1.4 Принципи нормування вмісту пилу у повітрі робочої зони

Гігієнічними показниками забрудненості повітря пилом є маса пилу в одиниці об'єму повітря (масова концентрація, мг/м³, його дисперсний склад та фізико-хімічні властивості). Шкідливі речовини, які знаходяться в повітрі робочої зони, потрапляючи в організм людини впливають на здоров'я і ведуть до виникнення професійних захворювань тільки в тому випадку, якщо концентрація цих речовин в повітрі перевищує гранично допустиму концентрацію - ГДК (мг/м³) для кожної речовини.

Стандартом [2] для різних видів пилу встановлені максимально разові ГДК, а для деяких токсичних видів пилу додатково ще і середньозміні величини ГДК.

Граничнодопустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (далі - ГДКр.з.) - концентрація речовини, яка за умов регламентованої тривалості її щоденної дії при 8-годинній роботі (але не більше ніж 40 годин протягом тижня) не повинна викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які можуть бути діагностовані сучасними

методами досліджень протягом трудового стажу працівників. ГДКр.з. встановлюються для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працівників при інгаляційному надходженні. Залежно від особливостей дії на організм шкідливих речовин для них встановлюються такі ГДКр.з.: максимальна разова та середньозмінна.

Граничнодопустима максимальна разова концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (далі - ГДКр.з.м.р.) - максимальне регламентоване значення концентрації речовини у повітрі робочої зони для будь-якого 15-хвилинного (30-хвилинного для аерозолів речовин переважно фіброгенної дії) відрізка часу робочої зміни. Концентрація речовини, що дорівнює ГДКр.з.м.р., не повинна діяти безперервно більше 15 хвилин та повторюватись на цьому рівні протягом робочої зміни більше ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години.

Граничнодопустима середньозмінна концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (далі - ГДКр.з.с.з.) - регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для відрізка часу, що дорівнює 75% робочої зміни (але не більше ніж 8 годин), за умов дотримання ГДКр.з.м.р. ГДКр.з.с.з. встановлюється для речовин, для яких характерні кумулятивні властивості (речовини хроноконцентраційної дії)

Визначені концентрації пилу в повітрі робочої зони разом з впливом інших шкідливих виробничих факторів формують умови праці.

Гігієнічна класифікація праці розподіляє умови праці на 4 класи [3]:

1 клас (оптимальні умови праці) - умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

2 клас (допустимі умови праці) - умови, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів (а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни) та не повинні чинити несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їх нащадків в найближчому і віддаленому періодах.

3 клас (шкідливі умови праці) - умови, що характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи та здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника та/або його нащадків.

3 клас (шкідливі умови праці) за рівнем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працівників поділяється на 4 ступеня:

1 ступінь (3.1) - умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я, у тому числі й виникнення професійних захворювань;

2 ступінь (3.2) - умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо обумовленої захворюваності та появи окремих випадків професійних захворювань, що виникають після тривалої експозиції;

3 ступінь (3.3) - умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які, крім зростання хронічної захворюваності (виробничо обумовленої та захворюваності з тимчасовою втратою працездатності), призводять до розвитку професійних захворювань;

4 ступінь (3.4) - умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку тяжких форм професійних захворювань;

4 клас (небезпечні умови праці) - умови, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення гострих професійних уражень, у тому числі й важких форм.

Робота в умовах перевищення гігієнічних нормативів (3 клас) дозволена тільки за умови застосування засобів колективного та індивідуального захисту і скорочення часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом).

Робота в небезпечних умовах праці (4 клас) не дозволяється, за винятком ліквідації аварій, проведення екстрених робіт для попередження аварійних ситуацій. Така робота виконується із

застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та за умови регламентованих режимів робіт.

1.5 Методи вимірювання запиленості повітря робочої зони

Оцінка запиленості повітря робочої зони включає кількісну і якісну характеристику пилу. Кількісно запиленість може бути оцінена за масою пилу у повітрі або за кількістю порошинок в одиниці об'єму повітря. Якісну характеристику пилу дають на підставі вивчення його хімічних властивостей, дисперсності, форми порошинок.

Методи вимірювання запиленості повітря поділяють на дві групи:

- *Прямі методи*, вони ґрунтуються на попередньому осадженні пилових часток з подальшим їх зважуванням або підрахунком (фільтраційні, седиментаційні тощо);
- *Непрямі методи* полягають у вимірюванні зарядів часток пилу при розрахунку електричних імпульсів від заряджених часток, що надходять у датчик (механічні, вібраційно-частотні, електричні методи) або у фіксації поглинання чи розсіювання світла завислими частками (оптичний метод), визначенні опору фільтра з накопиченими частками (дисперсіометричний), поглинанні β -часток ізотопу С-14 разом з пилом (радіоізотопний) тощо.

Дисперсність пилу і форму пилинок визначають методом *мікроскопії*. Контроль вмісту пилу може бути *періодичним* (короткочасне разове вимірювання концентрації пилу) або *постійним* за допомогою автоматичних приладів і систем або індивідуальних пило відбірників. Автоматичні пило вимірювальні прилади і системи вимірюють вміст пилу на основі електричних, оптичних або радіоізотопних методів.

Індивідуальні пило відбірники – це прилади для оцінювання пилового навантаження.

Переваги непрямих методів - висока продуктивність, простота вимірювання. Недоліки - складність конструкції і висока вартість приладів.

При визначенні концентрації пилу непрямыми методами можуть використовуватись наступні прилади:

Вимірювач масової концентрації пилу KANOMAX 3431 (рис.5) призначений для контролю запиленості виробничих приміщень, оцінки якості повітря в приміщенні (IAQ), контролю виробничих процесів. Він компактний, легкий і дуже простий в застосуванні. Будь-яке вимірювання

запускається кнопкою на передній панелі. Висока точність дозволяє проводити вимірювання в чистих приміщеннях.



Рис.5 - Вимірювач масової концентрації пилу KANOMAX 3431

Портативний вимірювач АЕРОКОН-П (рис.6) призначений для вимірювання масової концентрації пилу різного походження та хімічного складу при контролі перевищення гранично допустимих концентрацій у повітрі робочої зони. У приладі

використовується оптичний метод вимірювання, що працює за принципом розсіяного світла, діапазон виміру - 0...100 мг/м³.



Рис.6 - Портативний вимірювач АЕРОКОН-П

Вимірювачі масової концентрації пилу ІКП-4 (рис.7) призначені для вимірювання масової концентрації пилу в повітрі робочої зони і атмосферному повітрі. Використовують його при контролі перевищення гранично допустимої концентрації, а також при контролі технологічної чистоти повітря в цехах і об'єктах різного призначення. Принцип дії вимірювачів пилу ІКП-4 - електроіндукційний. Діапазони вимірювання масової концентрації пилу – 0,01-10 мг/м³.

Рис. 7 - Вимірювач масової концентрації пилу ІКП-4 (вгорі) і Аналізатор пилу "ІКП-5" (див. нижче)



Переносний аналізатор пилу ІКП-5 (рис.7 внизу). Залежно від модифікації призначений для вимірювання масової концентрації пилу (ІКП-5 і ІКП-5РМ) і її дрібної фракції: фракції менше 10 мкм і менше 2,5 мкм (ІКП-5РМ) в повітряному середовищі при контролі перевищення гранично допустимих концентрацій у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, а також для технологічного контролю систем кондиціонування, вентиляційних систем і чистоти повітря об'єктів різного призначення.

Типовими об'єктами контролю для аналізатора пилу ІКП-5 є:

- підприємства з виробництва цементу, залізобетонних конструкцій, цегляні заводи;
- підприємства харчової промисловості з виробництва борошна, цукру;
- ткацькі виробництва;
- металургійні і металообробні підприємства;
- целюлозно-паперові комбінати;
- нафтохімічні виробництва;
- теплові електростанції.

За допомогою стаціонарного аналізатора пилу ДАСТ (рис.8) проводять циклічні або одноразові вимірювання масової концентрації пилу в повітрі робочої зони або атмосферному повітрі. Прилад застосовується у складі стаціонарних і пересувних лабораторій контролю забруднення



атмосфери. Аналізатор вимірює масову концентрацію фіброгенно небезпечної фракції пилу з використанням циклону (розмір часток <math>< 10 \text{ мкм}</math>) або загальну масову концентрацію пилу з розміром часток не більше 100 мкм. Принцип роботи: радіоізотопний, заснований на вимірюванні кількості бета-частинок, що проходять через аналітичний фільтр з осадженим пилом.

Рис. 8 - Стаціонарний аналізатор пилу ДАСТ

Найбільш простим і надійним методом визначення масової концентрації пилу є *ваговий метод*. Вимірювання разових і середньо

змінних концентрацій пилу здійснюють за питомої витрати повітря 5 дм³/хв·см² у діапазоні 0,007-50 мг/дм³. Відбір проб здійснюють за допомогою електроаспіратора.

Ваговий метод визначення вмісту пилу полягає у затриманні пилу на фільтрі при пропусканні через нього певного об'єму запиленого повітря, висушуванні його в ексікаторі до постійної маси та зважуванні на аналітичних вагах.

Коли ми визначимо масу фільтра до і після відбору проби, можна визначити *вміст пилу в одиниці об'єму повітря* за формулою:

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V_0} \quad (1)$$

де m_1 – маса фільтра до відбору проби, мг;

m_2 – маса фільтра після відбору проби, мг;

V_0 – об'єм повітря, що пропускається через фільтр, приведений до нормальних умов, тобто до такого об'єму, який би займало повітря при температурі 0°C і тиску 760 мм. рт. ст, м³.

Об'єм повітря при нормальних умовах визначаємо так:

$$V_0 = \frac{273}{273+T} \cdot \frac{B_\phi}{760} \cdot \frac{v \cdot t}{1000} \quad (2)$$

де B_ϕ – атмосферний тиск в момент відбору проби, мм.рт.ст.;

T – температура повітря у місці відбору проби, °C

v – швидкість протягування повітря через фільтр л/хв;

t – тривалість пропускання повітря через фільтр, хв.

Оцінювання рівня запиленості повітря здійснюється шляхом порівняння отриманих значень концентрацій пилу з гранично допустимими концентраціями ГДКр.з. наведеними у додатку 2.

Недоліком вагового методу є те, що він не дає уявлення про якісну характеристику пилу, не враховує його дисперсність.

Лабораторна установка для визначення концентрації пилу складається з пилової камери, дозатора пилу, алонжа з фільтром та аспіратора (рис. 9).

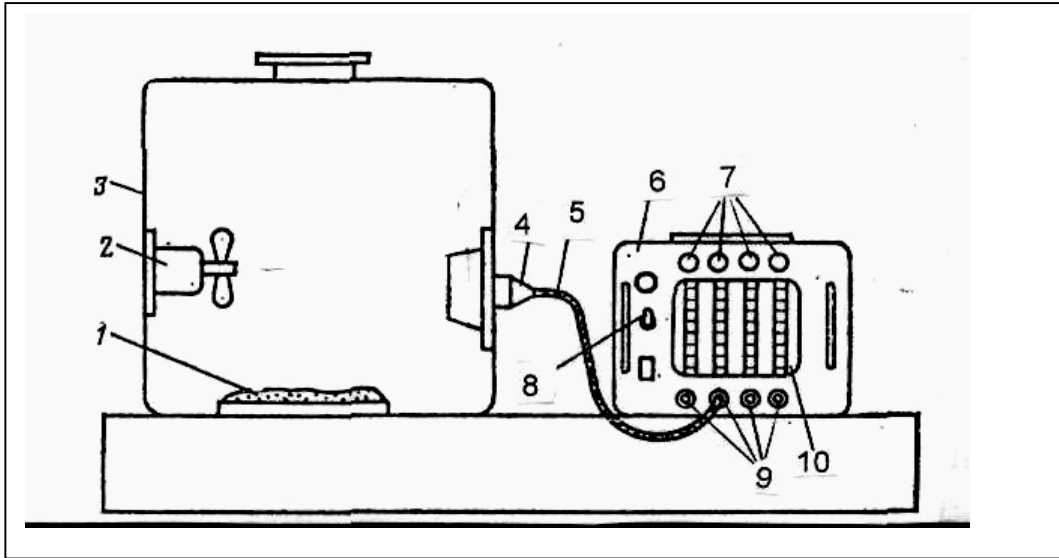


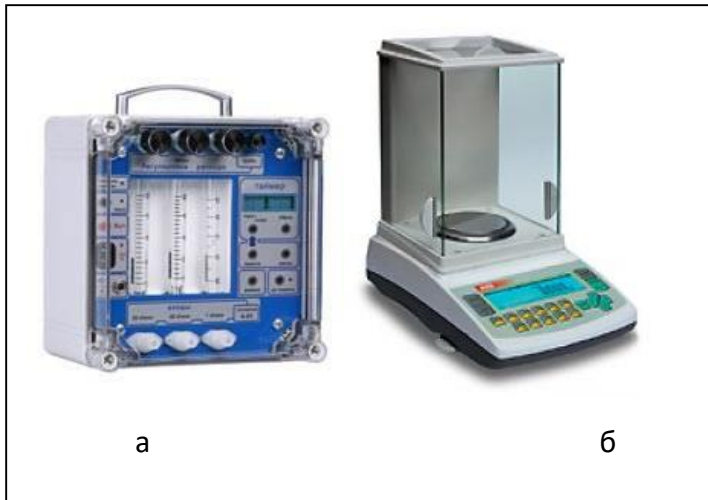
Рис.9 - Вигляд лабораторної установки дослідження запиленості:

1 - порція пилу; 2 - вентилятор; 3 - пилова камера; 4 - алонж з фільтром; 5 - гумовий шланг; 6 - аспіратор типу 822; 7 - вентиля ротаметрів; 8 - вимикач; 9 - вихідні штуцери ротаметрів; 10 - ротаметри

При ваговому методі використовуються наступні прилади:

1. *Аспіратор* (рис.9), в комплект якого входять: шланг гумовий (рис.9-5), алонж (воронка, в широкій частині якої закріплюється фільтр за допомогою кільця, рис.9-4), накидна притискна гайка. Аспіратор протягує через фільтр забруднене повітря із заданою швидкістю. Аспіратор обладнаний чотирма ротаметрами, тому одночасно можна відбирати 4 проби зразків. Ціна поділу шкали кожного ротаметра, л/хв: 0,5; 1; 2; 3 у двох ротаметрів або 5; 10; 15; 20 у двох ротаметрів.
2. Для регулювання витрати повітря на передній панелі аспіраційної установки розташовані вентиля.
3. *Ваги аналітичні* (рис.10 - б), з точністю вимірювання до 0,1 мг. Для зважування чистого фільтра і забрудненого фільтра.
4. *Пінцет* для фільтрів.
5. *Термометр* ртутний.
6. *Барометр-анероїд* БАММ.
7. *Секундомір* – для фіксування часу пропускання повітря через фільтр.

8. *Комплект фільтрів АФА-ВП-20, АФА-ВП-10.* Фільтр - це шар рівномірно укладених ультра тонких волокон з полімерів з обпресованими краями та захисних кілець з виступами.



9. *Захисні паперові кільця* для фільтра.

10. *Пилова камера* (лабораторна установка) (рис.9-3, рис.10, б.)

Рис.10 - Аспіратор – а; ваги аналітичні – б.

У лабораторних умовах запиленість моделюється за допомогою пилової камери. У пилову камеру можна помістити пил будь-якого походження. Порошинки знаходяться в дисперсному (в завислому) стані при роботі вентилятора (рис.11, б). Пилова камера герметично закривається і має отвір, в який вставляється алонж з фільтром (рис.9 -4).



а)



б)

Рис. 11 - Лабораторна установка для визначення концентрації пилу ваговим методом: а) пилова камера в закритому вигляді з аспіратором і з алонжем; б) відкрита пилова камера з вапняковим пилом.

У фактичних умовах виробництва вимірювання запиленості повітря



також здійснюється в процесі пропускання повітря через аспіратор. Алонж зазвичай закріплюють на штативі горизонтально, максимально наблизивши його до зони дихання, або іноді розміщують на плечі працівника (рис.12).

Рис.12 - Відбір проби повітря на робочому місці шліфувальниці

1.6 Методи протидії запиленості повітря робочої зони

Боротьба з підвищеним вмістом пилу у повітрі – одна з найважливіших задач в умовах виробництва задля збереження здоров'я персоналу та екологічної безпеки. Характер дій перш за все залежить від дисперсності пилу: важкі фракції легко осідають і відділяються від повітря. Найменші частки пилу можуть взагалі не уловлюватись у будь-яких сучасних пилоуловлювальних апаратах. Можливі заходи поділяють на *колективні* та *індивідуальні*. Захист великих територій та скупчення людей може бути здійснений за наступними **інженерно-технічними** напрямками:

а) Перевірка дотримання технологічного процесу. Удосконалення технологічного процесу щодо зменшення виділення пилу можливе шляхом застосування замкнутих технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки матеріалів, які пилять і т.п.

б) Герметизація та ізоляція джерел виділення пилу: ущільнення трубопроводів, дверей, кришок.

в) Заміна несправного чи застарілого обладнання на більш сучасне, з поліпшеними технічними показниками.

г) Дистанційне спостереження та управління робочими процесами із зон зі сприятливими умовами праці (рис.13).

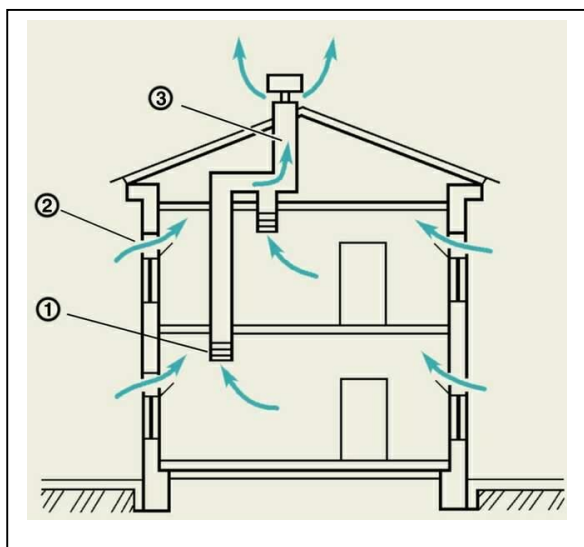
д) Обладнання герметичних кабін для працівників, з яких здійснюється управління виробничими процесами, часткове або повне кондиціонування повітря в кабіні.



Рис.13 - Диспетчер біля пульта дистанційного спостереження за технологічним процесом з запиленими умовами праці

е) Використання систем виробничої вентиляції. *Виробнича вентиляція* - це система пристроїв для забезпечення на робочих місцях мікроклімату і чистоти повітря відповідно до санітарно-гігієнічних вимог. Вентиляція видаляє з приміщення забруднене повітря і подає в робочу зону свіже, а також створює необхідний рух повітря.

Види систем вентиляції:



Вентиляція класифікується за джерелом руху повітря. Розрізняють *природну, штучну і змішану вентиляцію.*

Природна вентиляція – застосовується в приміщеннях, де немає виділення шкідливих речовин або їх концентрація не перевищує ГДК. Вона здійснюється під впливом гравітаційного тиску, переміщення холодного і теплого потоків повітря, під дією вітру (рис.14, 15).

Рис. 14 - Циркуляція потоків повітря за природної вентиляції

При облаштуванні природної вентиляції повітропровід повинен бути якомога більш гладким, адже рух повітря здійснюється без додаткового тиску, і перешкод не повинно бути.



У місцях забору або роздачі повітря в припливних і витяжних системах установлюють клапани (рис.15) і жалюзійні решітки для регулювання кількості повітря, що надходить або видаляється через отвори.

Рис. 15 - Клапани для природної вентиляції

в стелі приміщення

Штучна вентиляція здійснюється за допомогою механічних збудників руху – вентиляторів - у приміщеннях із значним виділенням шкідливих речовин (рис. 16).

Змішана вентиляція використовує і природний рух повітря, і вентилятори.



Рис. 16 - Повітроводи штучної вентиляції: а) всередині виробничого приміщення; б) зовні

Залежно від напрямку потоку повітря вентиляція буває:

а) **Припливна** (подає чисте повітря в робочу зону, розбавляючи концентрацію шкідливих речовин).

б) **Витяжна** (видаляє забруднене повітря з робочої зони).

в) **Припливно-витяжна** (поєднує припливну і витяжну).

Припливна вентиляція (рис.17, а) - створює певний надлишковий тиск, що сприяє тому, щоб забруднене повітря само вийшло через вікна, двері, кватирки. Повітря подається у верхній шар робочої зони або в зону дихання людини.

Витяжна вентиляція видаляє забруднене повітря з приміщення. (рис.17,б).

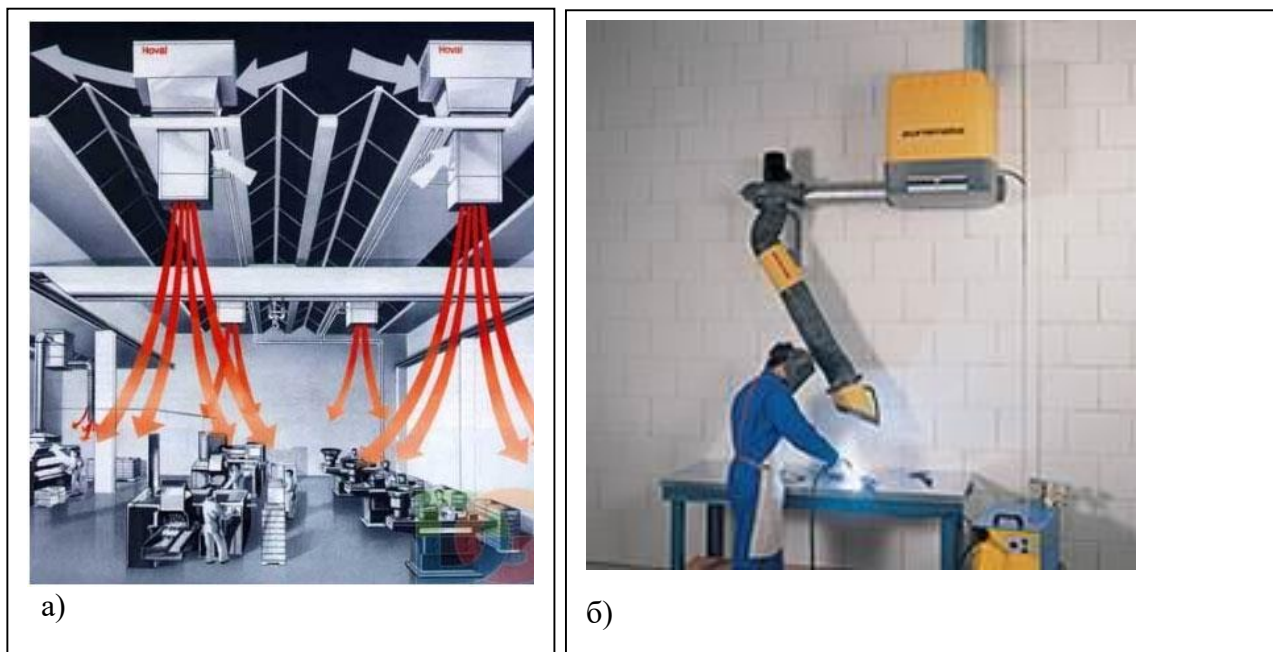


Рис. 17 - Вентиляція у виробничому приміщенні: а) припливна; б) витяжна



Припливно-витяжна вентиляція одночасно і подає чисте повітря, і видаляє забруднене (рис.18). при цьому використовують різноманітне обладнання: вентилятори, фільтри, калорифери, зволожувачі.

Рис. 18 - Схема припливно-витяжної вентиляції на робочому місці зварювальника

Пилоуловлювання

Пил, що накопичується після вентиляційних систем також потребує утилізації. З цією метою використовують різні типи пилоуловлювачів.

Існує декілька груп знепилюючих пристроїв, які класифікують за принципом дії та ефективністю уловлювання пилових часток різного діаметра:

- а) У **гравітаційних пиловловлювачах** (рис.19) пилові частки осаджуються під впливом сили тяжіння за рахунок зменшення швидкості руху потоку повітря (дія гравітаційних сил).

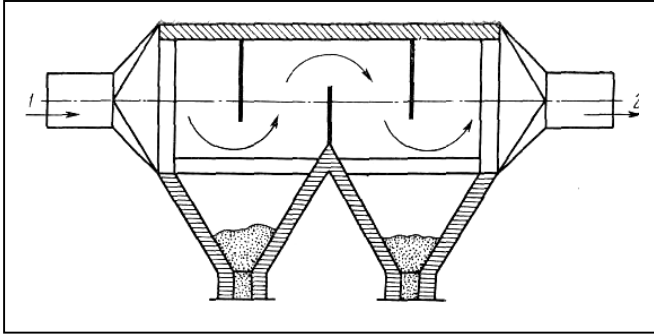


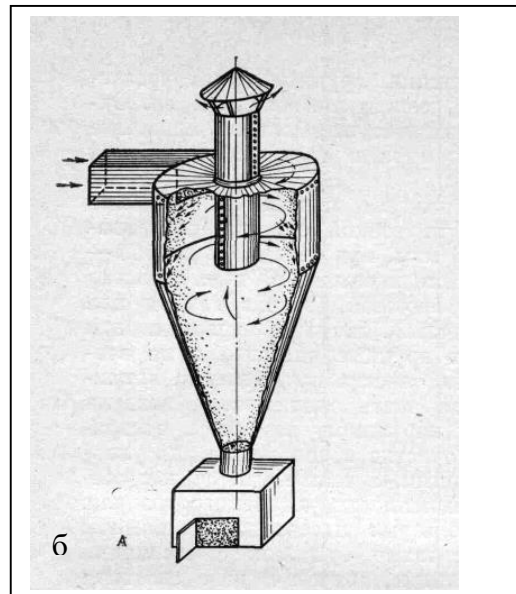
Рис. 19 - Схема роботи гравітаційного пиловловлювача

- б) У **інерційних пиловловлювачах** осадження пилових часток здійснюється в результаті зміни напрямку руху повітряних потоків (дія сили інерції).
- в) У **пиловловлювачах контактної дії** фільтрація пилових частинок відбувається при проходженні повітряних мас через пористі матеріали (папір, ткани рукави, напилення часток скла).
- г) У **електричних пиловловлювачах** відбувається іонізація повітряного потоку постійним електричним полем з наступною іонізацією пилових часток та їх осадженням на електроді.
- д) **Акустичні пиловловлювачі** використовують метод акустичної коагуляції (злипання), заснований на збільшенні розмірів і маси частинок пилу під дією ультразвукових коливань.

Різновидом гравітаційних пилоуловлювачів є апарати типу «Циклон», в яких під дією відцентрових сил відбувається відділення пилових часток діаметром 20...40 мкм та осадження у пиловій камері (рис. 19).



а



б

Рис.20 - Пиловловлювачі типу «Циклон»: а) зовнішній вигляд; б) схема роботи

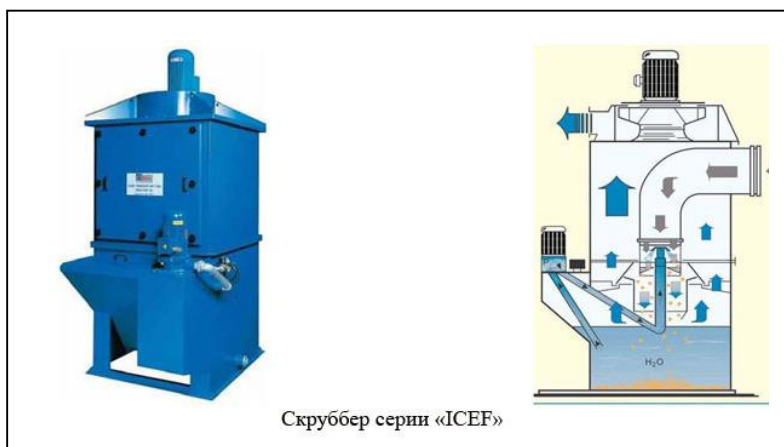


Інерційні пиловловлювачі представлені двома типами - *сухими і мокрими*.

До **сухих вловлювачі** (рис.21) відносять циклони, ротаційні пиловловлювачі тощо. В них використовують для очищення повітря відцентрові сили, утворені робочим колесом (вентилятором).

Рис.21 - Пиловловлювач із зустрічними закрученими потоками

Мокрі пиловловлювачі представлені відцентровими скруберами, турбулентними промивачами, циклонами-промивачами чи пінними пиловловлювачами.



Скрубер сери «ICEF»

Скрубери (мокрі пиловловлювачі) серії «ICEF» (рис.22) призначені для видалення і очищення повітря за допомогою води чи водних розчинів від пилу діаметром 10...20мкм і деяких газів.

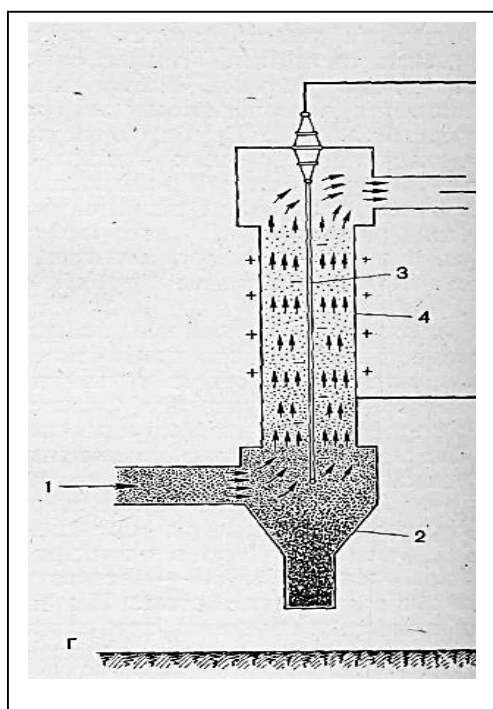
Рис.22 - Мокрий пиловловлювач - скрубер зі схемою очищення повітря

Принцип роботи: Забруднене повітря проходить через пристрій для центрифугування, стикаючись з потоком розпорошеної води, який поглинає всі забруднення. Очищене повітря проходить через спеціальні осаджувачі, на яких осідають краплі води і після уповільнення в розширювальній камері випускається назовні. Вода з пилом збирається в резервуарі внизу установки і спеціальним насосом повертається в скрубер, при цьому рівень води в резервуарі залишається постійним і контролюється електронним пристроєм перевірки рівня.

Рівень очищення становить: для часток пилю розміром до 5 мкм - 95%, для часток розміром 25 мкм - 99,8%. На відміну від установок рукавними фільтрами, які після якогось часу роботи вимагають регенерації (очищення забруднених фільтрів) і заміни, установки серії «ICEF» не потребують регенерації і підтримують постійний потік і напір повітря.

Електричні пиловловлювачі (рис.23) широко застосовуються для очищення повітря від дуже дрібних часток пилю розміром до 1 мкм. Вони бувають *одноступінчасті і двоступінчасті*, живляться від постійного струму високої напруги у 60-100 кВ.

Основними силами, що зумовлюють рух часток пилю в бункері для осадження пилю біля коронуючого електрода такого пиловловлювача, є аеродинамічні сили, сила тяжіння і сили тиску електричного «вітру».



між коронуючим електродом 3 (рис.23) електричного пиловловлювача і осаджувальним електродом 4 формується потужне електричне поле, яке заряджає негативним зарядом частки пилю. Запилене повітря, проходячи через пиловловлювач, очищається від пилю завдяки притягненню різнозаряджених частинок до внутрішньої поверхні корпусу пиловловлювача, яке потім обсіпається в бункер для осадження пилю 2 (рис.23).

Рис.23 - Принципова схема електричного пиловловлювача: 1 - вхідний патрубок; 2 - бункер для осадження пилю; 3 - коронуючий електрод; 4 - осаджувальний електрод; 5 - заземлення; 6 – вихідний отвір для очищеного повітря

Акустичні пиловловлювачі використовують на машинобудівних, металургійних, гірничодобувних та інших підприємствах для очищення запиленого повітря за допомогою методу акустичної коагуляції. Метод заснований на збільшенні розмірів і маси частинок пилю під дією ультразвукових коливань (рис.24).

Основними елементами цього пиловловлювача є генератор ультразвукових коливань 2, агломераційна вежа 3 і циклон 6. Запилене

повітря подається через вхідний канал 1 агломераційної вежі 3 і під дією звукових хвиль, випромінюваних ультразвуковим генератором, дрібні частки пилу починають коливатися, а амплітуда і швидкість коливань залежать від маси і розмірів часток. У результаті, частки пилу набувають відносну швидкість, завдяки цьому відбувається зіткнення і злипання (коагуляція) дрібних часток у більші, які легко осідають в звичайних інерційних пиловловлювачах (циклонах) 6. Ступінь очищення повітря від пилу в акустичних пиловловлювачах при впливі ультразвуку протягом 3 - 5с досягає 90%.

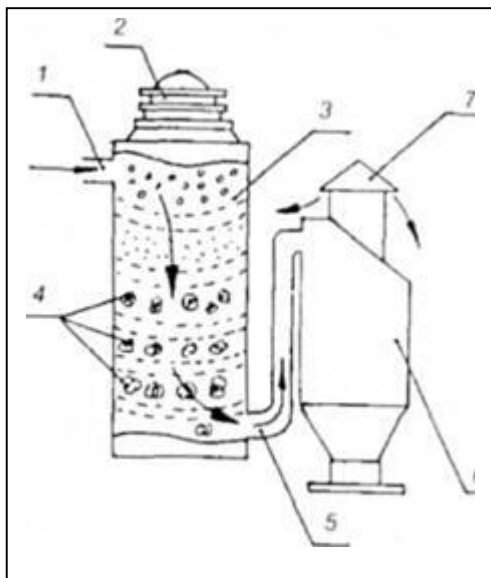


Рис.24 - Принципова схема акустичного пиловловлювача: 1 - вхідний патрубков; 2 - ультразвуковий генератор; 3 - агломераційна вежа; 4 - великі частки пилу; 5 - повітропровід; 6 - циклон; 7 - вихідний канал

При розробці заходів щодо зниження впливу пилу на організм людини можна використовувати **організаційні заходи**:

- а) раціональне чергування праці і відпочинку;
- б) додаткові регламентовані перерви;
- в) кімнати або зони відпочинку з нормальним мікрокліматом (рис.25).



- г) організація питного водопостачання;
- д) вживання комбінованих вітамінізованих напоїв, передусім, при впливі тепла;
- е) тепле пиття в холодну пору року.
- ж) оплата праці за шкідливість, якщо це передбачено законодавством або трудовим договором.

Рис.25 - Кімната відпочинку на виробництві

Засоби індивідуального захисту

Для захисту людини від впливу пилу на підприємствах використовують засоби індивідуального захисту:

а) Захист органів дихання - респіратори: *протиаерозольні* типу «Пелюстка» (рис.26), «Росток» (рис.27), «Кама» (рис.28), РПГ, респіратори: 3М (рис.29), У-2К (рис.30), РУ - 60М (рис.30 в центрі), *універсальні* - для захисту від аерозолів і парогазоподібних речовин, що знаходяться в повітрі;

б) спецодяг і спецвзуття (рис. 31);

в) захист органів зору - окуляри відкриті типу О2 (рис.32 зліва), герметичні - П2 (рис.32 в центрі ліворуч), для механізаторів – ЗП1-80 (рис.32 праворуч)



Рис.26 - Респіратор «Пелюстка»



Рис.27 - Респіратор «Росток»



Рис.28 - Респіратор «Кама-200»



Рис.29 - Респіратор 3М



Рис.30 - Респіратори: У-2К, РУ-60М, фільтруюча напівмаска з клапаном видиху



Рис.31 - Спецодяг: щиток, каска, комбінезон, рукавиці, кепка, фартух, взуття, респіратор



Рис. 32 – Окуляри захисні: відкриті О-2, герметичні П2, закриті 3М, для механізаторів ЗПІ-80 (зліва-направо)

Необхідно пам'ятати: *не існує матеріалів і конструкцій спецодягу, що відповідають одночасно всім вимогам.* Кожен вид спецодягу призначений для експлуатації в певних умовах і служить для захисту від основного шкідливого фактора.

Щільне прилягання респіратора до обличчя - основа ефективного захисту. Погано прилягаючий до обличчя респіратор може здаватися комфортним у використанні, але практично не приносить користі для захисту.

РОЗДІЛ 2. ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони

Виконанню практичного завдання з теми «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю» має передувати опрацювання теоретичного матеріалу, наведеного у розділах 1-2 вказівок, лекційних матеріалів, підручників з «Основ охорони праці» (див. Література).

Порядок виконання завдання:

1. Ознайомитись із загальними відомостями про аерозольне забруднення та фактори, що визначають ступінь шкідливості і методи оцінки запиленості повітря.
2. Перевірити ступінь готовності до виконання практичної роботи, даючи відповіді на контрольні запитання.
3. Ознайомитись з устроєм та принципом роботи лабораторної установки (розділ 1.5 методичних вказівок, С. 16-19).
4. Дослідити запиленість повітря ваговим методом. Для цього:
 - а) Від'єднати аспіратор від пилової камери, для чого зняти гумову трубку зі штуцера.
 - б) Тумблером увімкнути аспіратор.
 - в) Тумблером увімкнути ротаметри й обертанням ручки лівого крайнього вентиля проти годинникової стрілки установити певну швидкість просмоктування повітря (15–20 л/хв). Занести значення швидкості пропускання повітря до таблиці А звіту (додаток 1).
 - г) Зважити фільтр на аналітичних вагах з точністю до 1 мг і вставити його в алонж, закріпивши притис кальним кільцем. Вагу фільтра занести до таблиці А звіту.
 - д) Зняти заглушку та вставити у пилову камеру алонж з фільтром.
 - е) Гумову трубку, що йде від алонжа, приєднати до крайнього лівого штуцера аспіратора.
 - ж) Тумблером увімкнути вентилятор й утворити у камері імітацію запиленого простору.
 - з) Увімкнути аспіратор і протягом 2-3 хв. пропускати запилене повітря через фільтр. Швидкість пропускання повітря

відраховувати по шкалі ротаметра. Час вимірювання також внести до таблиці А звіту.

- и) Вимкнути аспіратор і вентилятор камери, від'єднати алонж від камери, гумову трубку від штуцера, забірний отвір заглушити.
 - к) Пінцетом витягти фільтр з алонжу, скласти його осадом всередину і зважити на аналітичних вагах. Масу запиленого фільтра також занести до таблиці А звіту.
 - л) За відповідними приладами зняти показання атмосферного тиску і температури повітря в місці відбору проби. Дані занести до таблиці А звіту.
 - м) Визначити об'єм повітря, який пропускали через фільтр і привести його до нормальних умов (формула 2).
 - н) Зробити розрахунок масової концентрації пилу (формула 1), результати замірів і розрахунків занести в таблицю А звіту.
 - о) Порівняти результат дослідження з гранично допустимою концентрацією досліджуваного пилу (табл.3 Додатку 2).
 - п) Зробити експертні висновки про безпечність умов праці на робочому місці. Внести висновки до звіту (додаток 1).
5. Зробити розрахунок концентрації пилу в повітрі та експертні висновки за даними таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку запиленості повітря в робочій зоні приміщення

№ п/п	Збільшення ваги, $m_2 - m_1, мг$	Відбір повітря		Атмосферний тиск $B_f, мм рт.ст.$	Температура $T, ^\circ C$	Речовина	ГДКр.з, $мг/м^3$
		швидкість $v, л/хв$	тривалість $t, хв$				
1	1	15	12	743	15	пил зерновий	4
2	2				20		
3	3						
4	1,5	10	14	755	25	сірка, цемент	6
5	1,2				15		
6	4				20		
7	3				25		
8	2				15		
9	1				20		
10	2				25		
11	3	10	10	746	25	азбест, шамот, каолін	2
12	3				15		
13	2				20		
14	1	20	8	748	25	кварц, дінас, окис хрому (+3)	1
15	1,4				15		
16	2				20		
17	3				25		
18	2	15	5	750	15	алюмінію оксид, фенопласти, полівінілхлорид	2
19	1				20		
20	2				25		
21	3	10	12	740	15	аерозоль мінеральних мас, склопластик	5
22	4				20		
23	5				10	10	746
24	4	20					
25	3	15	5	746	20	пил борошняний, деревний, оксид кремнію	6
26	4				22		
27	2				15		
28	4				20		
29	3	15	5	746	22	пил борошняний, деревний, оксид кремнію	6
30	2				15		

Завдання 2. Гігієнічна оцінка умов праці за рівнем запиленості повітря в робочій зоні

Індивідуальні завдання до практичного заняття на тему: «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю»

Задача 1

Підприємство виробляє безклінкерні цементи на основі доменних шлаків. Доменні шлаки містять CaO, SiO₂, Fe₂O₃ (більше 90%). В процесі виробництва здійснюють тонкий помел гранульованого доменного шлаку, що підвищує міцність шлакового безклінкерного цементу та його хімічну активність. Оптимальний склад шлакового цементу: 90% шлаку, 5% ангідриту, 5% доломіту. Цемент використовують при будівництві підземних та наземних бетонних та залізобетонних споруд і для будівельних розчинів. У цеху з випуску цементу робітники незадоволені рівнем запиленості повітря. Вміст цементного пилу в повітрі досягає 18 мг/м³. Зробіть експертний висновок про безпечність умов праці. Розробіть заходи для зменшення запиленості в цеху.

Задача 2

Кормоцех виробляє трав'яне борошно. Устаткування кормоцеху застаріло. Концентрація пилу рослинного походження в повітрі 25 мг/м³. Зробіть експертний висновок про безпечність умов праці. Розробіть заходи для зменшення запиленості в кормоцеху.

Задача 3

У приміщенні площею 100 м² шліфують паркет. Робітник не має засобів індивідуального захисту від пилу. Концентрація пилу рослинного походження в повітрі приміщення 22 мг/м³. Зробіть експертний висновок про безпечність умов праці. Запропонуйте способи для зменшення впливу пилу у приміщенні.

Задача 4

На комбінаті з виробництва молочних продуктів в цеху з виробництва млинців і вареників з сиром при просіюванні борошна підвищується рівень запиленості. Концентрація пилу в робочій зоні становить 24 мг/м³. Зробіть

експертний висновок про безпечність умов праці. Розробіть заходи для зменшення вмісту борошняного пилу в цеху.

Порядок виконання завдання:

1. Викладач видає студенту варіант індивідуального завдання із ситуаційною задачею.

2. Дані варіанту індивідуального завдання студент заносить в таблицю Б бланка звіту (Додаток 1).

3. Оцініть рівень забруднення повітря робочої зони, порівнявши наведені значення вмісту пилу з величиною ГДК р.з. (таблиця 3 додатку 2). Для кількісної оцінки визначте рівень перевищення нормативної концентрації $P = Cф / Cн$. Внесіть це значення у таблицю.

4. Зробіть експертний висновок і розробіть пропозиції щодо поліпшення якості повітря в виробничих умовах.

5. Звіт до практичної роботи подається викладачеві і має бути захищений.

ЗВІТ

до практичної роботи

на тему «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю»

Студент _____ Група _____

Устаткування:

1. Аспіратор в комплекті з алонжем, накидною гайкою і гумовою трубкою. 2. Вага аналітичні (до 1 мг). 3. Комплект фільтрів. 4. Пилова камера. 5. Пінцет. 6. Барометр. 7. Термометр.

Таблиця А. Результати оцінки концентрації пилу в повітрі робочої зони

	Місце відбору проб:	
1	Маса фільтра до відбору проби, m_1 , мг	
2	Маса фільтра після відбору проби, m_2 , мг	
3	Вага затриманого на фільтрі пилу $Mn = m_2 - m_1$, мг	
4	Швидкість протягування повітря через фільтр, v , м ³ /хв	
5	Час протягування повітря через фільтр, t , хв	
6	Об'єм повітря, $v \cdot t$, л	
7	Температура повітря у приміщенні, $T^{\circ}\text{C}$	
8	Атмосферний тиск, B_{ϕ} , мм.рт.ст.	
9	Об'єм повітря, приведений до нормальних умов V_0 , м ³ $V_0 = \frac{273}{273 + T} \cdot \frac{B_{\phi}}{760} \cdot v \cdot t =$	
10	Концентрація пилу в повітрі C , мг\м ³ $C = \frac{m_2 - m_1}{V_0} =$	
11	ГДКр.з. (додаток 2)	
12	Показник перевищення допустимої концентрації: $n = C / \text{ГДКр.з.}$	

Висновок: _____

(оцініть умови праці в приміщенні, ступінь небезпеки для персоналу, запропонуйте заходи щодо зменшення запиленості та оздоровлення повітряного середовища приміщення)

Таблиця Б. *Результати оцінки концентрації пилу в повітрі робочої зони за ситуаційною задачею* _____

Профіль виробництва _____

Умови у приміщенні _____

Вид пилу _____

Найменування типу пилу	Клас небезпечності, характер впливу	Концентрація, мг/м ³		Рівень перевищення допустимої концентрації, $n = C_f \setminus C_H$
		Фактична концентрація речовини в повітрі, C_f	ГДКр.з., C_H	

Висновок: _____

_____ (оцініть умови праці в приміщенні, ступінь небезпеки для персоналу)

Рекомендації щодо оптимізації умов праці у виробничому приміщенні:

1. Інженерно-технічні:
2. Організаційні:
3. Засоби індивідуального захисту (тип, кількість):

Таблиця 3 - Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони (витяг з Наказу Міністерства охорони здоров'я України 09 липня 2024 року № 1192) [1]

№ з/п	Найменування хімічної речовини	Гранично допустима концентрація (ГДК), мг/м ³	Клас небезпечності	Особливості дії на організм
1	Алюміній і його сплави (у перерахунку на алюміній)	2	3	Ф
2	Алюмінію гідроксид, Алюмінію магнід або Алюмінію нітрид	6	4	Ф
3	Алюмінію оксид із домішкою вільного діоксиду кремнію до 15% і оксиду заліза до 10% (у вигляді аерозолю конденсації)	6	4	Ф
4	Барій-алюміній-титанат	0,5	2	
5	Берилій і його сполуки (у перерахунку на Be)	0,001	1	А, К, П
6	Білково-вітамінний концентрат (за білком)	0,1	2	А
7	Біовіт (за хлортетрацикліном)	0,1	2	А
8	Боксити	6	4	Ф
9	Бормідне добриво	2	3	
10	Ванадій і його сполуки: ванадійвмісні шлаки, пил	4	3	
11	ванадію оксид, пил (III)	0,5	2	
12	Вапняк	6	4	Ф
13	Віскоза-77	5	3	
14	Вісмут і його неорганічні сполуки	0,5	2	
15	Волокна азбесту	0,1 (Волокно/см ³)	1	К,Ф
16	Волокна базальтові	2	3	Ф
17	Антрацит із вмістом вільного діоксиду кремнію до 5%	6	4	Ф
18	Вуглецеві волокнисті матеріали на основі гідратцелюлозних волокон ⁺	4/2	4	

19	Викопане вугілля і вуглепородний пил з вмістом вільного діоксиду кремнію: до 5 % від 5 % до 10 %	10 4	4 3	Ф Ф
20	Кокси - кам'яновугільний, пековий, нафтовий, сланцевий	6	4	Ф
21	Сажі чорні промислові з вмістом бенз(а)пірену не більше ніж 35 мг на 1кг	4	3	К,Ф
22	Дефоліант «МНЦ	10	3	
23	Доломіт	6	4	Ф
24	Дріжджі кормові сухі, вирощені на після спиртовій барді	0,3	2	А
25	Електрокорунд хромистий	6	4	Ф
26	Заліза (III) оксид	6	4	Ф
27	Залізо металічне	10	4	Ф
28	Засоби синтетичні миючі на основі поверхнево-активних речовин	5	3	А
29	Зола горючих сланців	4	3	Ф
30	Кадмій і його неорганічні сполуки	0,05/0,01	1	
31	Калій магній сульфат (Калійна магnezія)	5	3	
32	Кальцію гідроксид+ (вапно гашене)	2	3	
33	Кальцію сульфат (Пил гіпсовий)	6	4	
34	Каніфоль	4	3	А
35	Капрон	5	3	Ф
36	Кераміка	2	3	Ф
37	Кремнію діоксид аморфний і склоподібний у вигляді аерозолу дезінтеграції (діатоміт, кварцеве скло, плавлений кварц, трепел)	1	3	Ф
	Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозолу конденсації за вмісту більше ніж 60 %	1	3	Ф
	Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозолу конденсації за вмісту від 10 до 60 %	2	3	Ф
	Кремнію діоксид аморфний у	1	3	Ф

	суміші з оксидами марганцю у вигляді аерозолю конденсації з вмістом кожного із них не більше ніж 10 %			
	Кремнію діоксид кристалічний (кварц, кристоболіт, тридиміт) за вмісту у пилу більше ніж 70 % (кварцит, динас та ін.)	1	3	Ф
	Кремнію діоксид кристалічний за вмісту в пилу від 10 до 70 % (граніт, шамот, слюда-сирець вуглепородний пил та ін.)	2	3	Ф
	Кремнію діоксид кристалічний за вмісту в пилу від 2 до 10 % (горючі кукерситні сланці, мідносульфідні руди і ін.)	4	3	Ф
	Кремнію карбід (аерозоль конденсації)	4	3	Ф
	Кремнію карбід (волокнисто-голкува мікроструктура частинок) (аерозоль конденсації тугоплавких сполук)	0,5	2	
	Кремнію нітрид (аерозоль конденсації)	2	3	Ф
	Кремнію нітрид (волокнисто-голкува мікроструктура частинок) (аерозоль конденсації тугоплавких сполук)	0,5	2	
	Кремнію тетраборид	6	4	Ф
38	«Кристалін» (добриво)	5	3	
39	Лавсан	5	3	Ф
40	Левоміцетин	1	2	А
41	Лізін кормовий кристалічний	5	3	
42	Магнію сульфат	2	3	
43	Марганець у зварювальних аерозолях за його вмісту: від 20 до 30 %	0,1	2	
	Марганцю оксид (у перерахунку на MnO ₂) аерозоль дезінтеграції	0,3	2	
	Марганцю оксид (у перерахунку на MnO ₂) аерозоль конденсації	0,05	1	
44	Миш'яку неорганічні сполуки (за	0,04/0,01	2	К

	миш'яком): за вмісту миш'яку до 40 %;			
45	Міді сульфат (за міддю)	0,5	2	
	Мідь	1/0,5	2	
46	Молібдену карбід (аерозоль конденсації)	2	2	
	Молібдену розчинні сполуки у вигляді пилу	4	3	
47	Натрію гідрокарбонат	5	3	
	Натрію карбонат+ (Сода кальцинована)	2	3	
	Натрію нітрит	0,1	1	Г
	Натрію хлорид (Поварена сіль)	5	3	
48	Нікель, нікелю оксиди, сульфіді і суміші сполук нікелю (файнштейн, нікелевий концентрат і агломерат, оборотний пил очисних споруд (за Ni)	0,05	1	А,К
49	Нітрофоска безхлорна, сульфатна, фосфорна	2	3	
50	Пил рослинного і тваринного походження:			
	зерновий	4	3	А,Ф
	борошняний, деревний та ін. (з домішкою діоксиду кремнію менше ніж 2 %)	6	4	А,Ф
	луб'яний, бавовняний, паперовий, із вовни, із льону, пуху та ін. (з домішкою діоксиду кремнію більше ніж 10 %)	2	4	А,Ф
	З домішкою діоксиду кремнію від 2 % до 10 %)	4	4	А,Ф
51	Полівінілхлорид хлорований	6	4	Ф
52	Руда марганцева із вмістом марганцю не менше ніж 30 % (в перерахунку на MnO ₂)	0,3	2	
53	Свинець і його неорганічні сполуки (за свинцем)	0,01/0,005	1	
54	Сечовино-формальдегідне добриво	10	3	

55	Силікатовмісний пил, силікати, алюмосилікати:			
	азбести природні (хризотил, антофіліт, актиноліт, тремоліт, магнезіарфведсоніт) і синтетичні азбести, а також змішаний азбестопородний пил із вмістом в них азбесту понад 20 %	2/0,5	3	К,Ф
	азбестопородний пил із вмістом у ньому азбесту від 10 % до 20 %	2/1	3	К,Ф
	азбестопородний пил із вмістом у ньому азбесту менше ніж 10 %	4/2	3	К,Ф
	азбестоцемент	6/4	3	К,Ф
	Та алюмосилікатні склоподібні структури (скловолокно, скловата, вата мінеральна і шлаковата, мулітокремнеземні волокна, які не містять або містять до 5 % Cr ⁺³ та ін.)+	2	3	Ф
	цемент, оливін, апатит, фостерит, глина, шамот каоліновий	6	4	Ф
56	Сірка елементарна	6	4	Ф
57	Склокристалічний цемент (за свинцем)	0,01/0,005	1	
58	Склопластик на основі поліефірної смоли	5	3	
59	Суперфосфат подвійний	5	3	
60	Титану борид (волокнисто-голкува мікроструктура частинок) (аерозоль конденсації тугоплавких сполук)	0,5	2	
61	Тютюн	3	3	А
62	Тіаметоксам	1,2	3	
63	Хрому карбонітрид (аерозоль конденсації)	2	3	Ф
64	Чай	3	3	
65	Штучне полікристалічне глиноземисте волокно, в тому числі з вмістом до 0,5 % оксиду хрому (III)	6	4	Ф

Примітки.

Якщо величину ГДК подано у вигляді дроби, то у чисельнику є максимально разова допустима концентрація (м. р.), а у знаменнику — середньозмінна допустима концентрація (с. з.);

+ — потребує спеціального захисту шкіри та очей;

A — алерген;

Г — гостроспрямований механізм дії;

К — канцероген;

П — подразнююча дія;

Ф — фіброгенна дія;

Контрольні питання для перевірки знань з практичного заняття на тему «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи боротьби з запиленістю»

1. Що таке виробничий пил?
2. Які розрізняють види пилу?
3. Як класифікують пил за походженням?
4. Як поділяють пили за вражаючим ефектом на організм людини?
5. Які речовини відносять до нетоксичного (подразнюючого) пилу?
6. Які речовини відносять до токсичного (отруйного) пилу?
7. Що таке пневмоконіоз?
8. Які основні види пневмоконіозу?
9. Як впливає розмір пилових часток на шкідливість пилу?
10. Від чого залежить шкідлива дія пилу на організм людини?
11. Які виробничі процеси є джерелами утворення пилу?
12. Які фактори впливають на рівень небезпеки пилу у повітрі робочої зони?
13. Які небезпеки для здоров'я людини можуть становити пилові частки у виробничих приміщеннях?
14. Надайте визначення максимально разової концентрації пилу.
15. Надайте визначення середньозмінної концентрації пилу.
16. Які методи використовують для визначення вмісту пилу у повітрі виробничого приміщення?
17. На якому принципі заснований ваговий метод визначення запиленості повітря?
18. Яке обладнання необхідне для визначення масової концентрації пилу у повітрі?
19. Опишіть принцип дії аспіратора.

20. Який порядок вимірювання концентрації пилю у повітрі?
21. Як відбувається визначення запиленості повітря непрямыми методами?
22. Які заходи боротьби з запиленістю повітря робочої зони?
23. У якому випадку вентиляцію повітря є ефективною для боротьби з запиленістю повітря?
24. Які методи пилоуловлення використовують на підприємствах?
25. Які переваги та недоліки гравітаційних, інерційних та електричних методів пилоуловлення?
26. Які засоби індивідуального захисту людини застосовують при запиленості повітря на виробництві?
27. Як обирати засоби індивідуального захисту для запилених умов праці?

ЛІТЕРАТУРА

1. [Фонд соціального страхування України](#)
2. Наказ Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони від 09.07.2024 № 1192 (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я № 1331 від 29.07.2024) Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text>
2. Державні санітарні норми і правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Затверджено МОЗ України 08.04.2014 № 248. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
3. Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин. Наказ МНС України від 22.03.2012 № 627. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0521-12#Text>
4. Основи охорони праці: Навч. посіб./ Березуцький В.В. та ін.; За заг. ред. В.В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. - Х.: Факт, 2007. – 480 с.
5. Основи охорони праці: навч. посібник. / Запорожець О. І. та інші.; Вид-во: Центр учбової літератури, 2009. 264 с.
6. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. та інші. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.
7. Лекції «Основи охорони праці». [Електронний ресурс] - Режим доступу moodle.btu.kharkiv.ua (дата звернення 19.02.2024).

ЕЛЕКТРОННІ АДРЕСИ БІБЛІОТЕК:

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського
<http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Національна парламентська бібліотека України
<https://nlu.org.ua/>
3. Бібліотека Верховної Ради України <http://lib.rada.gov.ua/>
4. Харківська державна наукова бібліотека імені В.Г. Короленка
<https://korolenko.kharkov.com/>
5. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
<https://sci.ldubgd.edu.ua/>
6. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
<https://lib.npu.edu.ua/>
7. Державна науково-технічна бібліотека України
<http://www.gntb.gov.ua/ua/>
8. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В.О. Сухомлинського <http://dnrb.gov.ua/ua/>
9. Львівська національна наукова бібліотека ім. В. Стефаника
<http://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/golovna2/>
10. Наукова бібліотека Національного університету "Києво-Могилянська академія" <https://www.ukma.edu.ua/>
11. Науково - технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенко Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"
<http://library.ntu-kpi.kiev.ua/>
12. Київський національний торговельно-економічний університет
<https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=7240&uk>

Навчальне видання

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять
за темою «Запиленість повітря на виробництві. Нормування. Заходи
боротьби з запиленістю»

Автори-укладачі:

ЛЯШЕНКО Сергій Олексійович
ФЕСЕНКО Алла Михайлівна

Формат 60x84/16 Гарнітура Time New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 1,5
Наклад 100 пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44