

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра «Охорони праці і навколишнього середовища»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття № 3  
за темою: **«ОЦІНКА ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ПИЛУ  
НА ОРГАНІЗМ ПРАЦІВНИКІВ»**

з дисципліни «Основи охорони праці»

(для студентів усіх напрямків підготовки  
усіх форм навчання)

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри ОПіНС  
Протокол №      від                      р.



**Практичне заняття № 3**  
**з дисципліни «Основи охорони праці»**

**Тема: «Оцінка впливу хімічних речовин та пилу на організм працівників».**

**Мета:** Вивчити основні методи моніторингу шкідливих та небезпечних речовин в повітряному середовищі робочої зони. Познайомитись з основними заходами та засобами профілактики.

**I ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Під час праці людина перебуває під дією цілого ряду факторів, які можуть викликати небажані наслідки. Шкідливі речовини, що виділяються в повітря робочої зони, змінюють його склад, у результаті чого він істотно може відрізнитися від складу атмосферного повітря.

У виробничих умовах у повітря можуть виділятися тверді і рідкі частки, а також пари і гази. Пари і гази утворюють з повітрям суміші, а тверді і рідкі частки - аеродисперсні системи - аерозолі.

До виробництв, що застосовують в роботі хімічні речовини (ХР), які утворюють пил, належать:

1. Видобування нафти, нафтохімія і нафтопереробка (включаючи всі види продуктопроводів).
2. Добування і переробка природного газу, будівництво газосховищ.
3. Хімічна промисловість (включаючи виробництво засобів захисту рослин, стимуляторів їх росту, мінеральних добрив), текстильне виробництво (з фарбуванням тканин і обробкою їх іншими хімічними засобами).
4. Металургія (чорна і кольорова).
5. Вугільна, гірничодобувна промисловість, видобування і переробка торфу, сапропелю.
6. Виробництво, зберігання, утилізація і знищення боєприпасів усіх видів, вибухових речовин і ракетного палива.
7. Виробництво електроенергії і тепла на базі органічного палива.
8. Промисловість будівельних матеріалів (виробництво цементу, асфальтобетону, азбесту, скла).
9. Целюлозно-паперова промисловість.
10. Деревообробна промисловість (хімічна переробка деревини, виробництво деревостружкових і деревоволокнистих плит та інше з використанням синтетичних смол, консервування деревини просочуванням).
11. Машинобудування і металообробка (з литтям із чавуну, сталі, кольорових металів та хімічною обробкою).
12. Будівництво гідроенергетичних та гідротехнічних споруд і меліоративних систем.
13. Будівництво аеропортів, залізничних вузлів і вокзалів, річкових і морських портів, залізничних і автомобільних магістралей, метрополітенів.
14. Обробка продуктів і переробка відходів тваринного походження (переробка шкіри, виготовлення клею і технічного желатину, утильзаводи).
15. Будівництво каналізаційних систем і очисних споруд.
16. Будівництво водозаборів поверхневих і підземних вод для централізованих систем водопостачання населених пунктів, які використовують хлор.
17. Склади та бази із запасами ХР для дезінфекції, дезінсекції та дератизації, із запасами отрутохімікатів, які використовуються в сільському господарстві.

## 1. Вивчення пилу як захід запобігання його небезпечного впливу на виробництві

**Аерозолі** - це повітря чи газ, що містять у собі зважені тверді чи рідкі частки. Аерозолі поділяють на пил, дим, туман. Пил чи дим - це системи, що складаються з газів повітря і розподілених у них часток твердої речовини, а тумани - системи, утворені газами повітря і частками рідини. Розміри твердих часток пилу перевищують 1 мкм (1 мікромметр =  $10^{-6}$  м), а розміри твердих часток диму менше цього значення.

Розрізняють крупнодисперсний (розмір твердих часток більш 50 мкм), середньодисперсний (від 10 до 50 мкм) і дрібнодисперсний (розмір часток менш 10 мкм) **пил**. Розмір рідких часток, що утворюють тумани, лежить у межах від 0,3 до 5 мкм.

Пил, потрапляючи в організм людини, сприяє **фіброгенному впливу**, тобто дратує слизові оболонки дихальних шляхів. Осідаючи в легенях, пил затримується в них. При тривалому вдиханні пилу виникають професійні захворювання легень - пневмокониози. При вдиханні пилу, що містить *вільний двооксид кремнію* ( $SiO_2$ ), розвивається найбільш відома форма пневмокониозу - силікоз. Якщо двооксид кремнію знаходиться в зв'язаному з іншими з'єднаннями стані, виникає професійне захворювання - силікатоз. Серед силікатозів найбільш поширені асбестоз, цементоз, талькоз.

Запиленість повітря робочої зони в цехах промислових підприємств обумовлена:

- видом виробництва;
- ступенем механізації виробництва;
- якістю засобів пилоподавлення та вентиляції.

### **Класифікація пилу:**

*За хімічним складом (природою):*

- неорганічний (оксид кремнію, азбест, сіль, мінерали руд, металів, ґрунту та інші);
- органічний (рослинний, тваринний, синтетичних органічних матеріалів, полімерів, пластмас, смол, фарбників);
- мікробіологічний (мікроорганізми, грибки).
- змішаний (різні частинки неорганічної, органічної, біологічної природи);

*За формою часток:*

- аморфний;
- волокнистий;
- гостроконечний та інші.

*За розміром часток:*

- аеросупензії – частки розміром більше 100 мкм;
- аерозолі: крупнодисперсні – розміром 10-100 мкм (власне пил);  
середньодисперсні – розміром 0,1 – 10 мкм (хмара);  
мілкодисперсні – розміром менше 0,1 мкм (дим);

*За механізмом утворення:*

- аерозолі дезінтеграції (подрібнення та обробка твердих порід, матеріалів);
- аерозолі конденсації (укрупнення до пилових частинок окремих атомів чи молекул).

### ***Поведінка аерозолів і аеросупензій у повітрі (закони Джебса-Стокса):***

- Аеросупензії і крупнодисперсні аерозолі осідають з повітря з прискоренням: сили гравітації (земного тяжіння) діють на них значно сильніше, ніж опір повітря.

- Аерозолі середньодисперсні осідають з постійною швидкістю: сили гравітації зрівноважені з силами опору повітря.

- Аерозолі мілкодисперсні не осідають, а знаходяться у стані броунівського руху: сили опору повітря для них більші сил гравітації. З часом мілкодисперсні частинки конгломерують, або абсорбують на собі вологу, стають більш важкими і осідають.

***Анатомічна будова дихальних шляхів та фізичні закони, на яких ґрунтується захист дихальної системи від запилення.***

Дихальна система досить надійно захищена від попадання пилу в альвеоли легень. Цей захист ґрунтується на скривленості дихальних шляхів: три носових ходи (верхній, середній та нижній) з зігнутими кістковими пластинками, бронхіальне дерево легень з його розгалуженнями сприяють завихренню повітря, а тому аеросупензії і крупнодисперсні аерозолі, підкоряючись закону інерції руху Ньютона центробіжною силою відкидаються до стінок дихальних шляхів, а потім завдяки мерехтливому епітелію разом зі слизом видаляються назовні.

Середньодисперсні аерозолі проникають дещо глибше до бронхів, а мілкодисперсні, підпорядковуючись броунівському рухові із-за малої маси, разом з повітрям досить легко проникають до альвеол і можуть викликати пневмоконіози чи інші захворювання. Деякі вчені вважають, що мілкодисперсні частки можуть частково, як і молекули повітря, видихатися назовні.

### ***Несприятливі прояви та захворювання, пов'язані з дією пилу на організм.***

Запиленість виробничого повітря знижує освітленість, інтенсивність УФ радіації.

Дія пилу на шкіру та слизові оболонки проявляється в закупорці вивідних протоків сальних і потових залоз, розвитку мацерації шкіри, слизових оболонок, виникненню піодермій, алергій. Забруднюючи одягу, пил знижує її вентиляційну, паропровідну функцію, негативно впливаючи на теплообмін та дихання шкіри.

Дія пилу на дихальну систему сприяє розвитку ряду патологічних станів:

- алергенні захворювання: ядуха, хронічний бронхіт, риніт, фарингіт, трахеїт, бронхіальна астма (рослинний, шерстяний пил, сажа та інші);
- інфекційні захворювання з повітряно-пиловим механізмом передачі (туберкульоз, легенева чума та інші);
- пневмоконіози – фіброзні захворювання легень, спричинені тривалою дією деяких видів неорганічного пилу (силікози, які спричиняються оксидом кремнію, сидерози – залізним пилом, азбестози, антракози та інш.);
- рак легень – при дії хромового пилу, радіонуклідів, 3,4-бенз(а)пірену, 5,6-дібензантрацену та інших канцерогенів.

## **2. Методи вимірювання запиленості повітря**

Методи вимірювання запиленості повітря поділяються за способом відбору проб на *седиментаційні* та *аспіраційні*, а за визначенням результатів дослідження на *вагові* та *лічильні*.

## 2.1. Седиментаційні методи (методи осадження)

*Седиментаційно-ваговий метод* використовується для визначення кількості пилу, який випадає на одиницю поверхні з атмосферного повітря навколо промислових підприємств, на територію міст та інших населених пунктів.

Відбір проб здійснюється *методом кювет*, коли на відкритій площадці на 3-4 тижні виставляється широкий посуд (седиментатор) з дистильованою водою, або методом липких екранів (для збору радіоактивних аерозолів), коли дно седиментатора змащується гліцерином, або ж методом снігових проб: засікається дата першого снігопаду, а потім, через 1,5-2 місяці вирізається блок снігу певної площі (приблизно  $0,5 \text{ м}^2$ ) до чистого шару першого снігопаду. Вода, сніг, гліцерин дуже добре фіксують випадаючий пил. Після експозиції воду з кювет, чи снігову воду випаровують до сухого залишку, гліцерин з фіксованим пилом збирають кількісно беззольними тампонами. Сухий залишок зважують (а для визначення радіоактивності озолують) і перераховують в  $\text{г/м}^2$ , а потім в  $\text{т/км}^2$ . Цим методом встановлено, що на територію промислових регіонів випадає до кількох сотень тонн пилу на  $\text{км}^2$  за рік.

*Седиментаційно-лічильний метод* – осадження пилу на предметне скло, змащене гліцерином, вазеліном чи 2% розчином канадського бальзаму у ксилолі з стовпчика повітря 10 см з метою визначення під мікроскопом форми і ступеню дисперсності пилинок та розрахунку «пилової формули» – відсоткове співвідношення кількості пилинок в одиниці об'єму повітря за їх розміром.

Розрахунок формули пилу, як приклад, наводимо нижче (рис. 1).

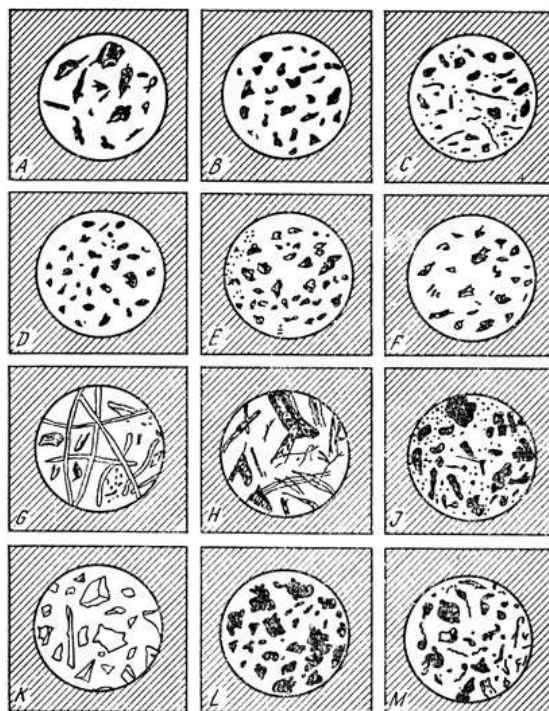


Рис. 1. Морфологія пилових часток. А, В – деревний пил; С – пил щетини; D – пил шамоту; Е, F - пил кремнію; G- конопляний пил; Н – хвойний пил; J – кам'яновугільний пил; K – скляний пил; L – бронзовий пил; M – пил при очистці лиття.

## 2.2. Аспіраційні методи визначення запиленості повітря

*Аспіраційно-ваговий метод* полягає в протягуванні певного об'єму повітря за допомогою електроаспіратора Мігунова або пилососа з реометром (прилад, який

показує швидкість аспірації) через аерозольний фільтр АФА-В-18 з нетканого синтетичного фільтрувального полотна Петрянова (ФПП), закріпленого в спеціальному лійкоподібному алонжі (рис. 2).

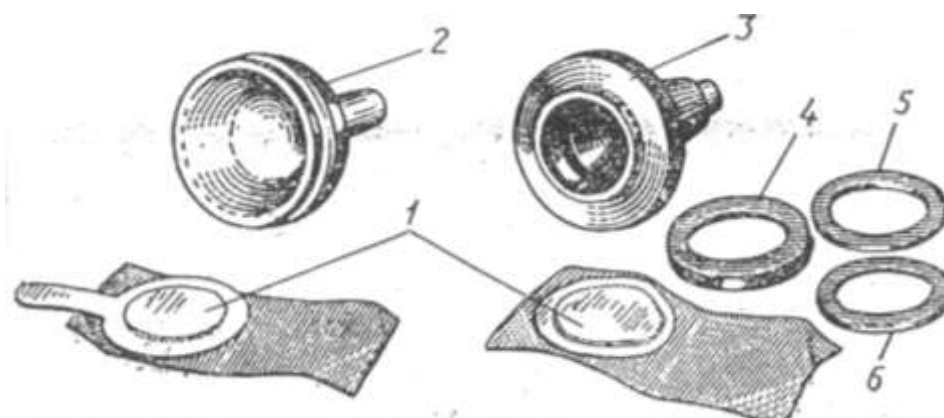


Рис. 2. Касети та алонжі для відбору проб повітря на фільтри:  
 1 – фільтр з тканини ФПП; 2 – пластмасовий алонж з фільтром;  
 3 – металевий алонж; 4 – корпус касети; 5 – гайка касети; 6 – кільце прокладки.

Фільтр (без паперового фіксуючого кільця) зважують на аналітичних або торзійних терезах до і після аспірації повітря.

Тривалість відбору проб повітря залежить від ступеня запиленості повітряного середовища, швидкості аспірації повітря при відборі проб, необхідної мінімальної наважки на фільтрі і визначають за формулою:

$$T = \frac{a \cdot 1000}{C_{ГД} \cdot Q_t}, \quad (1)$$

де:  $T$  – час аспірації (відбору проби) повітря, хв.;  
 $a$  – мінімальна необхідна наважка пилу на фільтрі, мг;  
 $C_{ГД}$  – ГДК досліджуваного пилу, мг/м<sup>3</sup>;  
 $Q_t$  – швидкість аспірації повітря л/хв.

При невеликій власній масі фільтра (до 100 мг) максимальний доважок повинен бути не більше ніж 25-50 мг.

Розрахунок фактичної концентрації пилу (мг/м<sup>3</sup>) проводять за формулою:

$$C_{\phi} = \frac{P_2 - P_1}{V_0}, \quad (2)$$

де:  $C_{\phi}$  – фактична концентрація пилу, мг/м<sup>3</sup>;  
 $P_1$  – маса фільтра до аспірації повітря, мг;  
 $P_2$  – маса фільтра після аспірації повітря, мг;  
 $V_0$  – об'єм повітря, приведений до нормальних умов за формулою:

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \quad (3)$$

де:  $B$  – барометричний тиск, мм рт. ст.;  
 $t$  – температура повітря у приміщенні, °С;  
 $V_t$  – обсяг відібраної проби повітря у реальних мікрокліматичних умовах, м<sup>3</sup>, що розраховується за формулою:

$$V_t = \frac{Q_t \cdot T}{1000}, \quad (4)$$

де  $Q_t$  – швидкість аспірації повітря л/хв.

T – час аспірації повітря, хв.

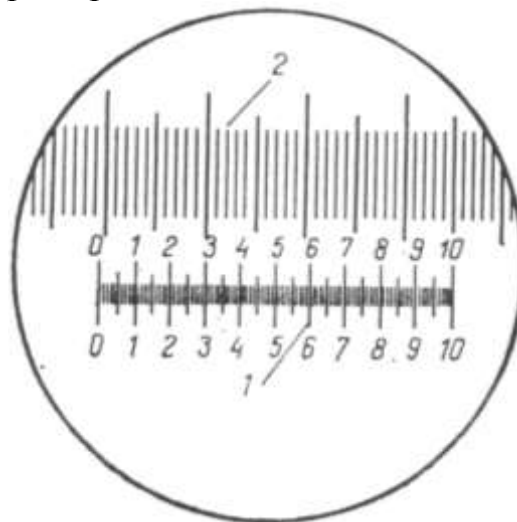
*Аспіраційно-лічильний метод* використовується у двох варіантах.

У першому варіанті фільтри АФА, використані для визначення масового вмісту пилу у повітрі, накладають фільтруючою поверхнею на предметне скло і тримають кілька хвилин над парами ацетону до розплавлення тканин фільтра до прозорої плівки, в якій під мікроскопом добре видно фіксовані пилові частинки.

Препарати, отримані як седиментаційним, так і аспіраційним способом, досліджують під мікроскопом за допомогою окулярного мікрометра, який являє собою лінійку, нанесену на кругле скло з діаметром, що дорівнює внутрішньому діаметрові окуляра мікроскопа.

Для визначення розмірів пилових частинок слід установити ціну поділки мікрометричної лінійки. Для цього в окуляр мікроскопа поміщають окулярний мікрометр з поділками від 0 до 50. Об'єктивний мікрометр з ціною поділки 10 мкм фіксують на предметному столику мікроскопа. Потім суміщають поділки окулярного мікрометра з будь якою поділкою об'єктивного мікрометра. За кількістю поділок окулярного мікрометра, що потрапили у певну кількість поділок об'єктивного мікрометра, визначають ціну поділки окулярної шкали (рис. 3).

Наприклад, 12 поділок шкали окулярного мікрометра співпадають з однією поділкою шкали об'єктивного мікрометра, яка дорівнює 10 мкм, звідси, одна поділка окулярного мікрометра дорівнює  $(10/12) = 0,83$  мкм.



*Рис. 3. Вимірювання ціни поділки окулярної мікрометричної лінійки:*

*1 – окулярна мікрометрична лінійка; 2 – об'єктив-мікрометр.*

Зберігаючи ту ж саму оптичну систему, визначають розміри пилових часток, помістивши предметне скло з пилом замість об'єктив-мікрометра. Наприклад, найбільший розмір пилової частинки відповідає трьом поділкам шкали окулярного мікрометра, звідси розмір цієї пилінки становить  $(0,83 \cdot 3) = 2,49$  мкм.

В різних ділянках поля зору мікроскопа визначають розміри не менше 100 – 300 пилових часток, групують їх кількість за розмірами заносять в таблицю і розраховують пилову формулу – відсоткове співвідношення пилових часток за розмірами до їх загальної кількості. Пилова формула дозволяє оцінити ступінь небезпеки пилу для легеневої системи: чим більший відсоток мілкодисперсного пилу, тим він небезпечніший з точки зору розвитку пневмоконіозів чи загальнотоксичної дії (табл. 1).



## Розрахунок пилової формули

Розмір пилинок, мкм	Кількість пилинок	Відсотки
До 2		
2...5		
5...10		
Понад 10		
Загальна кількість		100 %

**Визначення концентрації пилу пиломіром ВКП-1**

Прилад ВКП-1 призначений для визначення вмісту пилу у повітрі закритих опалювальних приміщень промислових підприємств в діапазоні від 0,1 до 500 мг/м<sup>3</sup>. Принцип дії приладу ґрунтується на електризації аерозольних частинок у полі негативного змінного коронного розряду і в наступному визначенні їх сумарного заряду, індуктивно наведеного на стінках циліндра вимірювальної камери повітровсмоктувальної частини приладу. Визначений при цьому сумарний заряд пропорційний концентрації аерозолю в об'ємі повітря, який пройшов через зарядну камеру (табл. 2).

Таблиця 2

## Оцінка результатів вимірювання приладом ВКП-1

Характеристика повітряного середовища в зоні дихання працівників	Кількість пилових частинок в 1 см <sup>3</sup> повітря
Чисте повітря	від десятків до сотень
Порівняно чисте повітря (кімната, лабораторія)	від 120 до 500
Невелика запиленість повітря, допустима для промислових підприємств (зона дихання)	від 500 до 1000
Середня запиленість повітря, допустима для промислових підприємств (зона дихання)	від 1000 до 5000
Велика запиленість повітря, допустима для промислових підприємств	від 5000 до 20000

**3. Вивчення хімічних речовин в повітряному середовищі робочої зони як захід запобігання їх несприятливого впливу на працівників**

Хімічними факторами на виробництві називають речовини хімічного походження, що отримані хімічним синтезом, та для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу.

Багато хімічних речовин (ХР) відносяться до групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які викликають хронічні або гострі отруєння працівників. Тобто, найчастіше, ХР зумовлюють загальнотоксичну дію, тому що, в порівнянні з пилом, вони гарно розчинюються в рідині.

**Класифікація хімічних речовин**

Хімічні речовини поділяються за хімічним складом на *неорганічні, органічні та змішані*.

В основу другої класифікації шкідливих хімічних речовин покладена *їх несприятлива дія на людський організм*, за якою вони класифікуються на:

загальнотоксичні речовини, які зумовлюють отруєння всього організму людини, або впливають на його окремі системи. Це, наприклад, оксид вуглецю, синильна кислота, динітрофенол і ін.;

наркотичні - діють на ЦНС (спирти, ароматичні вуглеводи);

дратівні (подразнювальні) речовини викликають роздратування дихального тракту і слизових оболонок людського організму. Викликають пошкодження очей, легень, шкіри (хлор, аміак, пари ацетону, оксиди азоту, озон, пари кислот, лугів і ряд інших речовин);

сенсibiliзуючі речовини, які діють як алергени, тобто приводять до виникнення алергії в організмі людини (формальдегід, різні нітросполуки, розчинники, нікотинамід, гексахлоран);

канцерогенні речовини, які впливаючи на організм приводять до виникнення і розвитку злоякісних пухлин (ракових захворювань) – переродження, трансформації різних клітин, злоякісний їх ріст (оксиди хрому, нікелю, 3,4-бенз(а)пирен, берилій та його з'єднання, азбест і ін.);

мутагенні речовини, при впливі яких на організм людини виявляються зміни у спадкоємній інформації, бо вони впливають на хромосоми, ДНК, гени (марганець, свинець і т.п.);

гонадоотропні речовини, що впливають на репродуктивну функцію організму (ртуть, свинець, стирол, марганець, ряд радіоактивних речовин і ін.);

тератогенні речовини, які викликають появу вродливості у плода, порушення розвитку, вади;

ембріотоксичні речовини, які спричиняють вродженні пошкодження (наприклад, спричинені алкоголем).

*Класифікація за «вибірковою токсичністю»* ділить шкідливі речовини на:  
«легеневі отрути» - задушливі (хлор, озон, оксиди азоту, аміак, фосген);  
«серцеві отрути» - солі барію, калію, кобальту, кадмію, рослинного походження;

«нервові отрути» - фосфорорганічні сполуки, СО, алкоголь, наркотики;

«печінкові отрути» - альдегіди, феноли, селен, фосфор, хлоровані вуглеводи;

«ниркові отрути» - важкі метали, етиленгліколи, щавлева кислота;

«отрути крові» - нітроти, анілін;

«шлунково-кишкові отрути»;

«метаболічні отрути» - метилбромид, діоксин.

***В організм людини ХР можуть проникнути наступним шляхом:***

- через органи дихання - самий небезпечний шлях, практично всі ХР в пароподібному і аерозольному станах проникають в організм інгаляційним шляхом відразу в кров;

- через слизові очей;

- через шкіру (має значення розчинність у ліпідах);

- через шлунково-кишковий тракт;

- через ранову і опікову поверхні.

Найнебезпечніший шлях надходження ХР – через легені. Деякі шляхи мають захисні механізми, що знижують несприятливу дію ХР (жирові клітини шкіри, цитохром Р-450 та МАО - моноамінооксидазна ферментна система печінки, система зворотних він та комплексів із глюкуроною та сірчаною кислотою).

Найважливішою характеристикою ХР є токсичність. *Токсичність* - це міра

несумісності речовини з життям (В. В. Саноцький, 1970).

Під токсичністю також розуміють величину зворотну абсолютним значенням середньої смертельної дози ( $1/DL_{50}$ ) або концентрації ( $1/CL_{50}$ ).

При цьому під дозою мається на увазі кількість речовини, що впливає на організм. Величини середніх смертельних доз або концентрацій обрані тому, що ці величини, відповідають загибелі 50% піддослідних об'єктів, та є найбільш статистично достовірні. Тобто, наприклад, із 100 піддослідних щурів – гинуть 50.

Токсичність визначається при дії на організм різними шляхами (в/м, в/ж, на шкіру і при вдиханні) і гранично допустимими концентраціями в повітрі (ГДК - мінімально відчутна концентрація, яка не викликає токсичних ефектів, а тільки створює відчутний фізіологічний ефект).

**Класифікація ХР за токсичністю:**

*Надзвичайно токсичні:*  $DL_{50} =$  менше 1 мг/кг, ГДК  $< 0,1$  мг/м<sup>3</sup>.

*Високотоксичні:*  $DL_{50} = 1 - 50$  мг/кг, ГДК 0,1 - 1 мг/м<sup>3</sup>.

*Сильно токсичні:*  $DL_{50} = 50 - 500$  мг/кг, ГДК 1,1 - 10 мг/м<sup>3</sup>.

*Помірно токсичні:*  $DL_{50} = 500$  мг - 5 г/кг, ГДК 10 мг/м<sup>3</sup>.

*Малотоксичні:*  $DL_{50} = 5 - 15$  г/кг, ГДК більше 10 мг/м<sup>3</sup>.

*Практично нетоксичні:*  $DL_{50} =$  більше 15 г/кг.

*Небезпека речовини* - це більш широке поняття, ніж токсичність, і характеризує імовірність шкідливого впливу речовини в реальних умовах виробництва та застосування.

Для розрахунку класів небезпек враховують не тільки шкірно-резорбтивну (проникаючу через шкіряний покрив) токсичність, інгаляційну токсичність, пероральну токсичність, а й коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння (КМІО) - чим він вище, тим небезпечніше речовина.

$$КМІО = \frac{C_{ф\ max}}{DL_{50}}, \quad (5)$$

де  $C_{ф\ max}$  - максимально досяжна концентрація речовини у повітрі при  $t\ 20\ ^\circ C$ ;  
 $DL_{50}$  - абсолютне значенням середньої смертельної дози для мишей.

Наприклад, надзвичайно токсична, але не летюча речовина, зі слабким КМІО може бути віднесена до помірно небезпечних ХР. А, наприклад, помірно токсична, але дуже летюча речовина, може скласти надзвичайну небезпеку при умовах вилливу ХР і попадання у верхні дихальні шляхи робітників.

КМІО - являє собою відношення концентрації насичених парів речовини в повітрі при  $20\ ^\circ C$  до середньої смертельної концентрації речовини для мишей (при 2-х годинній експозиції та 2-х тижневому терміні спостереження).

**Класифікація ХР за класом небезпечності:**

1-й клас - *надзвичайно небезпечні*, такі що мають ГДК<sub>рз</sub> менше 0,1 мг/м<sup>3</sup> у повітрі (смертельна концентрація в повітрі менше 500 мг/м<sup>3</sup>);

2-й клас - *високо небезпечні* – ГДК<sub>рз</sub> становить 0,1 - 1,0 мг/м<sup>3</sup> (смертельна концентрація в повітрі 500 - 5000 мг/м<sup>3</sup>);

3-й клас - *помірковано небезпечні* - ГДК<sub>рз</sub> становить 1,0 - 10,0 мг/м<sup>3</sup> (смертельна концентрація у повітрі 5000 - 50000 мг/м<sup>3</sup>);

4-й клас - *мало небезпечні* ГДК<sub>рз</sub> більше 10,0 мг/м<sup>3</sup> (смертельна концентрація в повітрі більше 50000 мг/м<sup>3</sup>).

**ГДК<sub>рз</sub>** - це гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі

робочої зони. Цей параметр встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні. Це така концентрація ХР або пилу, яка при щоденній дії при 8-годинній роботі (але не більш ніж 40 годин протягом тижня) не повинна викликати у експонованих осіб захворювань, зниження працездатності і самопочуття, а також не буде впливати на нащадків.

*За характером розвитку отруєнь* розрізняють гострі і хронічні отруєння.

*Гострі отруєння* розвиваються при одноразовому (на протязі годин, 1 доби, 1 зміни) надходженні в організм токсичної дози і різким, яскраво вираженим початком захворювання.

*Хронічні отруєння* виникають не менше як за 4 місяці або за роки впливу ХР. При хронічних отруєннях відбувається тривале, іноді дискретне надходження шкідливих речовин у малих (субтоксичних) дозах. При цьому ознаки захворювання з'являються не відразу і не так яскраво виражені, як при гострих отруєннях.

### **3.2. Лінійно-колористичний метод визначення концентрації хімічних 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 та з достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо в робочій зоні.

Сутність методу полягає у зміні зафарблення індикаторного порошку в результаті реакції зі шкідливою речовиною (газом чи паром) в аналізованому повітрі, що просмоктується через трубку. Вимір концентрації шкідливої речовини виконується 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.).

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 повинен здійснюватися паралельно з вимірами концентрацій шкідливих речовин індикаторними трубками.

Концентрацію шкідливої речовини ( $\text{мг/м}^3$ ) у повітрі робочої зони вимірюють

за довжиною шару індикаторного порошку в трубці, що змінив первісне фарбування за допомогою шкали. За результат виміру приймають середнє арифметичне з декількох послідовних спостережень.

Результат виміру концентрації шкідливої речовини приводять до нормальних умов ( $C_{\phi}$ ): температури 293 К, атмосферного тиску 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), відносної вологості 60%.

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

#### 4. Нормування хімічних речовин та пилу в зоні дихання робітників

*Санітарія* – це сукупність практичних заходів, спрямованих на оздоровлення середовища, що оточує людину. Виробнича санітарія – це галузь санітарії, спрямована на впровадження комплексу санітарно-оздоровчих заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці.

До заходів захисту людини відносять і **нормування** небезпечних чинників, в тому числі пилу та ХР. Гігієнічні нормативи умов праці – це ГДК, ГДР, ОБРВ тощо – це такі рівні шкідливих виробничих факторів, які при щоденній (крім вихідних днів) 8-годинній роботі, але не більш 40 годин на тиждень протягом усього робочого стажу не повинні викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені періоди життя нинішнього та наступних поколінь.

Залежно від особливостей дії на організм шкідливих речовин для них встановлюються ГДК<sub>р.з.</sub> двох типів: максимальна разова ГДК<sub>р.з.м.р.</sub> та середньозмінна ГДК<sub>р.з.с.з.</sub> (останні - для речовин з кумулятивними властивостями).

**Робочою зоною** вважається простір заввишки 2 м над рівнем підлоги або робочої площини, на якій розташовані місця постійного або тимчасового знаходження працюючих.

ГДК шкідливих газів, пари та пилу, що часто потрапляють у повітря робочої зони виробничих приміщень промислових підприємств, наведено нижче (табл. 3, 4).

Для деяких речовин, що досить часто потрапляють у повітря виробничих приміщень, встановлюються так звані *середньогодинні* допустимі концентрації. Наприклад, для оксиду вуглецю, який постійно потрапляє у повітря топочних приміщень, встановлені такі допустимі середньогодинні норми:

50 мг/м<sup>3</sup> – при тривалості роботи до 1 години;

100 мг/м<sup>3</sup> – до 30 хвилин;

200 мг/м<sup>3</sup> – при роботі не більше 15 хвилин. Повторні роботи можна виконувати при наведених концентраціях не раніше ніж через дві години.

Завдяки розробки нормативів (ГДК) пилу або ХР стали виправданими та більш вдосконаленими моніторингові дослідження повітря виробничого середовища.

ГДК аерозолів переважно фіброгенної дії (вибірково) згідно з ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Общие санитарные требования к воздуху рабочей зоны»

№ з/п	Речовини – аерозолі переважно фіброгенної дії	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Вид дії
1	2	3	4	5
1	Алюмінію окис у вигляді аерозолію конденсації	2,0	4	Ф
2	Алюмінію окис у вигляді аерозолію дезінтеграції (глинозем, електрокорунд)	6,0	4	Ф
3	Алмаз металізований	8,0	4	Ф
	Кремнію двоокис кристалічний при вмісті його в пилу:			
4.1	понад 70%;	1,0	3	Ф
4.2	від 10 до 70%;	2,0	4	Ф
4.3	від 2 до 10%.	4,0	4	Ф
5	Кремнію двоокис аморфний у вигляді аерозолію конденсації	1,0	3	Ф
6.1	Антрацит із вмістом кремнію до 5%	6,0	4	Ф
6.2	Інше вугілля з вмістом SiO <sub>2</sub> до 5%	10,0	3	Ф
6.3	Інше вугілля з вмістом SiO <sub>2</sub> від 5% до 10%	4,0	3	Ф
7	Кокси кам'яновугільний, піковий, нафтовий, сланцевий	6,0	4	Ф
	Пил рослинного та тваринного походження:			
8.1	з домішками двоокису кремнію більше 10%;	2,0	4	Ф
8.2	з домішками двоокису кремнію від 2% до 10%;	4,0	4	А+Ф
8.3	зерновий	4,0	3	А+Ф
	Силікати та силікатовмісткий пил:			
9.1	азбест;	2,0	4	К+Ф
9.2	азбестоцемент, апатит, глина;	6,0	4	Ф
9.3	цемент;	2,0	3	Ф
9.4	тальк, слюда.	4,0	4	Ф
10	Сажа чорна промислова	4,0	3	К+Ф
11	Чавун	6,0	4	Ф
12	Фенопласти	6,0	4	А+Ф
13	Фторопласт	10,0	4	Ф
14	Шамото-графітові вогнетривкі	2,0	4	Ф

*Примітка:* У графі 4 таблиці використано наступні скорочення: Ф - фіброгенна дія речовини; А - алергенна дія речовини; К - канцерогенна дія речовини; А+Ф - поєднання фіброгенної та алергенної дії речовини; К+Ф - поєднання канцерогенної та фіброгенної дії речовини.

Таблиця 4

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони (вибірково) згідно з ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Общие санитарные требования к воздуху рабочей зоны»

№ з/п	Назва речовини	Величина ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Агрегатний стан	Вид дії
1	2	3	4	5	6
1	Азоту оксиди (NO <sub>2</sub> )	5	2	п	Г+П
2	Аміак	20	4	п	П
3	Миш'як	0,01	1	а	К
4	Ангідрид селену	0,1	1	а	Г
5	Ангідрид хромовий	0,01	1	п	Г
6	Анілін	0,1	2	п	К
7	Барій вуглекислий	0,5	1	а	Г
8	Бензин	100	4	п	Г+А
9	Берилій і його сполуки	0,001	1	а	П+К+А
10	Натрію нітрит	0,1	1	а	Г
11	3,4-бенз(а)пірен	0,00015	1	а	К
12	Бром	0,5	2	п	П+Г
13	Гама-гексахлорциклогексан	0,05	1	а + п	А+Г
14	Кобальту гідрокарбоніл	0,01	1	п	Г+А
15	Метилізоціанат	0,05	1	п	Г+А+П
16	Гідрохлорид	5	2	п	П+Г
17	Диметидсульфат	0,1	1	п	П+Г
18	Свинець	0,01	1	п	Г
19	Сірчана кислота	1	2	а	П
20	Натрію хлорид	1	3	а	П
21	Луги їдкі	0,5	2	а	П
22	Йод	1	2	п	П
23	Бензолу ціанід	0,8	2	п	Г
24	Нікелю карбоніл	0,0005	1	п	Г+К+А
25	Озон	0,1	2	п	Г+П
26	Сірководень	10	2	п	Г
27	Формальдегід	0,5	2	п	Г+П
28	Тетраетилсвинець	0,005	1	п	А+Г
29	Хлор	1	2	п	Г
30	Фосфору хлороксид	0,05	1	п	Г+П
31	Диетилртуть	0,005	1	п	Г
32	Оксид вуглецю	20,0	4	п	Г

*Примітка:* У графі 4 таблиці використано наступні скорочення: а – аерозолі; п – пари та (або) газу; а + п – суміш парів і аерозолів. У графі 5 таблиці використано наступні скорочення: Г – гостроспрямований механізм дії, П – подразнювальна речовина, А – алергенна дія, К – канцерогенна дія. Якщо в графі вказано декілька букв, то це свідчить про поєднання відповідних агрегатних станів чи видів дії.

### ***Принципи класифікації умов праці***

Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці розподіляються на 4 класи (таблиця 5):

1 клас – ОПТИМАЛЬНІ умови праці – такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і деяких показників важкості трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас – ДОПУСТИМІ умови праці – 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 чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

3 клас – ШКІДЛИВІ умови праці – характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені:

1 ступінь (3.1) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту з шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2 ступінь (3.2) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше).

3 ступінь (3.3) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності т.ч. хронічної патології, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (з втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

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

4 клас – НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ) умови праці – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень.



*Працездатність* – стан людини, визначений можливістю фізіологічних і психічних функцій організму, що характеризує його здатність виконувати конкретну кількість роботи заданої якості за необхідний інтервал часу.

*Робочий день* – зміна – встановлена законодавством тривалість (у годинах) роботи протягом доби.

*Постійне робоче місце* – місце, на якому працівник перебуває більше 50% свого робочого часу, або більше 2 годин безперервно. Якщо при цьому робота виконується на різних ділянках робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся зона (ДСТУ 2293-99).

*Професійна захворюваність* – показник числа виявлених вперше протягом року хворих із професійними захворюваннями і отруєннями, розрахований на 100, 1000, 10000, 100000 працюючих, які зазнають впливу шкідливих виробничих факторів.

*Професійні захворювання* – захворювання, у виникненні яких вирішальна роль належить впливу несприятливих факторів виробничого середовища і трудового процесу.

*Здоров'я* – це стан повного фізичного, духовного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб або фізичних вад (преамбула Статуту ВООЗ).

*Експозиція* – кількісна характеристика інтенсивності і тривалості дії шкідливого фактора.

*Умови праці* – сукупність факторів трудового процесу і виробничого середовища, у якому здійснюється діяльність людини.

Таблиця 5

Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості і небезпечності факторів виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу (витяг з Державних санітарних норм та правил - наказ МОЗ України № 248 від 08.04.2014 р.)

Групи шкідливих речовин (за особливостями біологічної дії <sup>1</sup> )	Клас умов праці					
	ДОПУСТИМИЙ	ШКІДЛИВИЙ				НЕБЕЗПЕЧНИЙ
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Кратність перевищення ГДК, разів						
Шкідливі речовини переважно загальнотоксичної дії 1, 2 класів небезпечності <sup>2</sup>	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	>20,0
Шкідливі речовини переважно загальнотоксичної дії 3, 4 класів небезпечності <sup>2</sup>	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-10,0	10,1-15,0	>15,0	-
Речовини з гостроспрямованим механізмом дії <sup>3</sup>	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0**
Подразнювальні речовини <sup>4</sup>	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	>50,0**
Канцерогени <sup>5</sup>	-	-	-	-	-	-
Алергени <sup>6</sup>	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
Речовини переважно фіброгенної дії <sup>7</sup>	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10,0	

*Примітка:*

<sup>1</sup> Якщо речовина чинить два і більше ефектів, які підпадають під різні групи щодо особливостей біологічної дії, клас умов праці визначається за ефектом, який оцінюється більш жорстко.

<sup>2</sup> Значення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони у відповідності до ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Общие санитарные требования к воздуху рабочей зоны».

<sup>3</sup> Відповідно до значень ГДК та орієнтовно безпечних рівнів впливу шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є гостроспрямована дія (позначка «Г»).

<sup>4</sup> Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

<sup>5</sup> Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є канцерогенна дія (позначка «К»).

<sup>6</sup> Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є алергенна дія (позначка «А»).

<sup>7</sup> Відповідно до значень ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, особливістю яких є фіброгенна дія (позначка «Ф»).

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин *різноспрямованої дії* ГДК залишаються такими ж, як і при ізольованому впливі.

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин *односпрямованої дії* коефіцієнт комбінованої дії ( $K_{КД}$ ), тобто сума відносин фактичних концентрацій кожної з них ( $C_{ф1}, C_{ф2} \dots C_{фn}$ ) у повітрі до їх ГДК ( $C_{ГД1}, C_{ГД2} \dots C_{ГДn}$ ) не повинна перевищувати одиниці:

$$K_{КД} = \frac{C_{ф1}}{C_{ГД1}} + \frac{C_{ф2}}{C_{ГД2}} + \dots + \frac{C_{фn}}{C_{ГДn}} \leq 1. \quad (6)$$

## **5. Основні заходи та засоби захисту від дії пилу та ХР на виробництві**

Згідно ДСТУ 22931-99 (п. 4.60) *виробнича санітарія* – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів.

### **5.1. Колективні профілактичні заходи**

До основних колективних заходів профілактики виникнення травм та професійних захворювань належать:

**Законодавчі заходи** (ГОСТи, Державні стандарти тощо).

**Архітектурно-планувальні заходи.** Особливі вимоги висуваються до приміщень, де проводяться роботи з шкідливими речовинами, що пилять. Наприклад, підлога, стіни, стеля повинні бути гладкими, легко митися.

**Технологічні заходи:**

- заміна ХР на менш небезпечні;
- герметизація технологічного процесу.

Оздоровлення повітряного середовища досягається зниженням вмісту в ній шкідливих речовин до безпечних значень (не перевищуючі величини ГДК на дану речовину), а також підтримкою необхідних параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні.

Знизити вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони можна, використовуючи **технологічні процеси** та устаткування, при яких шкідливі речовини або не утворюються, або не попадають у повітря робочої зони. Наприклад, заміна різних термічних установок і печей, що працюють на рідкому паливі, при спалюванні якого

утвориться значна кількість шкідливих речовин, на використання більш чистого - газоподібного палива, а ще краще - використання електричного нагрівання.

Велике значення має **надійна герметизація** технологічного процесу, що виключає потрапляння різних шкідливих речовин у повітря робочої зони, значно знижує в ньому їхню концентрацію (герметизація обладнання, ущільнення з'єднань, люків та отворів, удосконалення технологічного процесу).

#### **Санітарно-гігієнічні заходи:**

- гігієнічне нормування;
- моніторинг фактичних концентрацій ХР (відбір проб та вимірювання фактичних концентрацій, оцінка класу умов праці та інш.).

**Інженерно-технічні заходи** - видалення шкідливих речовин, що потрапляють у повітря робочої зони, за рахунок вентиляції, аспірації або очищення і нормалізації повітря за допомогою кондиціонерів. Найчастіше для зниження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони використовується **механічна вентиляція**, іноді можливо використання комбінованого типу вентиляції, що складається з природної та механічної.

Для підтримки в повітрі безпечної концентрації шкідливих речовин використовують різні системи вентиляції – *загальну* або *локальну*. Якщо перераховані заходи не дають очікуваних результатів, рекомендується автоматизувати виробництво або перейти до дистанційного керування технологічними процесами.

## **5.2. Індивідуальні засоби та заходи**

До основних індивідуальних заходів профілактики виникнення травм та професійних захворювань належать:

### **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).**

#### **Дотримання техніки безпеки.**

**Медичні заходи** (патогенетична профілактика - вітаміни, профілактичні раціони харчування №1 - 5, медичні огляди, санаторно-курортне лікування).

Згідно з ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація», всі ЗІЗ в залежності від призначення поділяються на такі класи:

- *ізолюючі костюми;*
- *засоби захисту органів дихання;*
- *одяг спеціальний захисний;*
- *засоби захисту ніг;*
- *засоби захисту рук;*
- *засоби захисту голови;*
- *засоби захисту обличчя;*
- *засоби захисту очей;*
- *засоби захисту слухових органів;*
- *засоби захисту від падіння з висоти та інші запобіжні засоби;*
- *захисні дерматологічні засоби;*
- *засоби захисту комплексні.*

Для роботи з отруйними і забрудненими речовинами користуються спецодягом – комбінезонами, халатами, фартухами та ін.; для захисту від кислот та лугів – гумовим взуттям та рукавичками. Для захисту шкіри, рук, обличчя, шиї застосову-

ють захисні креми та пасти: антитоксичні, водостійкі, жиростійкі. Очі від можливих опіків та аерозолів захищають окулярами з герметичною оправою, масками, шоломами.

До засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) належать респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати, які застосовуються для захисту від шкідливих речовин (аерозолів, газів, пари), що знаходяться в оточуючому повітрі. За принципом дії ЗІЗОД поділяються на:

**фільтруючі** (застосовуються при наявності у повітрі вільного кисню не менше 18% і обмеженого вмісту шкідливих речовин);

**ізолюючі** (при недостатньому для дихання вмісту в повітрі кисню та необмеженої кількості шкідливих речовин).

За призначенням **фільтруючі** ЗІЗОД поділяються на:

- **протипиллові** – для захисту від аерозолів (респіратори ШБ-1, «Лепесток», «Кама», «Снежок», У-2К, РП-К, «Астра-2», Ф-62Ш, РПА та інш.);

- **протигазові** – для захисту від газопароподібних шкідливих речовин (респіратори РПГ-67А, РПГ-67В, РПГ-67КД, протигази марок А, В, КД, Г, Е, СО, М, БКФ та інш.);

- **газопилозахисні** – для захисту від парогазоподібних та аерозольних шкідливих речовин одночасно (респіратор фільтруючий газопилозахисний РУ-60М, «Снежок ГП», «Лепесток-Г»);

- **ізолюючі апарати** – бувають шлангові та автономні.

**Ізолюючі шлангові апарати** призначені для роботи в атмосфері, що містить менш ніж 18% кисню. Вони мають довгий шланг, по якому подається повітря для дихання із чистої зони.

**Ізолюючі автономні дихальні апарати** працюють від автономного хімічного джерела кисню або від балонів з повітрям чи дихальною сумішшю (саморятівник шахтний малогабаритний ШСМ-1, респіратор ізолюючий допоміжний РВЛ-1, респіратор «Урал-7», респіратор Р-30, дихальний апарат АВС-2).

## II. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Виконати розрахунки за розрахунковим завданням задач 1-2, вибравши початкові дані у відповідності до свого варіанту (задача 1 – Таблиця 1 у Додатку 1, задача 2 – Таблиця 2 у Додатку 1).

2. Заповнити протокол практичного заняття (Додаток 2).

*Задача 1.*

На робочих місцях у двох виробничих приміщеннях аспіраційно-ваговим методом були відібрані проби виробничого повітря. Визначити фактичні концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони, та порівнявши їх з відповідними ГДК визначити коефіцієнт невідповідності умов праці та зробити висновки щодо класу умов праці і визначити робоче місце з більш безпечними умовами праці, якщо відомі наступні дані:

Назва небезпечної речовини:

Для виробничого приміщення (ВП) № 1: **Р № 1** - Речовина № 1 фіброгенної дії.

Для виробничого приміщення (ВП) № 1: **Р № 2** - Речовина № 2 хімічного походження.

Для виробничого приміщення (ВП) № 2: **Р № 3** - Речовина № 3 фіброгенної дії.

Для виробничого приміщення (ВП) № 2: **Р № 4** - Речовина № 4 хімічного походження.

Маса фільтру до аспірації (відбору проби)  $P_1$ , мг.

Маса фільтру після аспірації (відбору проби)  $P_2$ , мг.

Температура повітря в приміщенні під час відбору проб повітря  $t$ , °С.

Барометричний тиск  $B$ , мм рт.ст.

Час відбору проби  $T$ , хв.

Об'ємна швидкість аспірації (відбору проби)  $Q_v$ , л/хв.

*Розрахунок:*

1. Розрахувати обсяг відібраної проби повітря  $V_t$ , м<sup>3</sup> для кожної речовини за формулою 4 (стор. 6).
2. Привести визначений обсяг відібраної проби повітря до нормальних умов (для кожної речовини) – температури повітря 20 °С та барометричного тиску 760 мм рт. ст., визначивши  $V_0$ , м<sup>3</sup> за формулою 3 (стор. 5).
3. Розрахувати фактичну концентрацію небезпечної речовини  $C_{\Phi}$  мг/м<sup>3</sup> (для кожної речовини) за формулою 2 (стор. 5).
4. Визначити ГДК небезпечної речовини  $C_{ГД}$  мг/м<sup>3</sup> за таблицею 3 (стор. 12) для речовин фіброгенної дії (№ 1 та № 3) та таблицею 4 (стор. 13) для речовин хімічного походження (№ 2 та № 4).
5. Розрахувати коефіцієнт невідповідності умов праці  $K_{НУП}$  за формулою:

$$K_{НУП} = \frac{C_{\Phi}}{C_{ГД}}. \quad (7)$$

Якщо  $K_{НУП} < 1$ , то умови праці є оптимальними;  $K_{НУП} = 1$ , то умови праці є допустимими;  $K_{НУП} > 1$ , то умови праці є шкідливими, або небезпечними в залежності від ступеню перевищення ГДК.

6. Визначити клас умов праці за Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості і небезпечності факторів виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу, затвердженою наказом МОЗ України № 248 від 08.04.2014 р. (таблиця 5, стор. 15).

7. Зробити висновки щодо класу умов праці і визначити робоче місце з більш безпечними умовами праці. Вказати можливі колективні та індивідуальні профілактичні заходи щодо оптимізації несприятливих виробничих умов.

*Задача 2.*

В повітряному середовищі робочої зони промислового об'єкту знаходиться декілька шкідливих речовин. Визначити характер біологічної дії шкідливих речовин, з'ясувавши, характер та спрямованість їх дія на організм працівників. Зробити висновки щодо комбінованого впливу шкідливих речовин на організм працівників якщо відомі назви речовин та їх фактичні концентрації.

*Розрахунок:*

1. Визначити клас безпеки та характер дії речовин, що одночасно впливають на працівника в заданих умовах за початковими даними для розрахунку задачі 2 (Додаток 1, Таблиця 2).
2. Виявити які з заданих речовин створюють комбіновану дію.
3. Розрахувати коефіцієнт комбінованої дії (може бути декілька) за формулою 6 (стор. 16), визначивши попередньо ГДК кожної речовини (таблиця 4, стор.13).
4. Зробити висновки щодо класу умов праці . (таблиця 5, стор. 15) та дати оцінку щодо комбінованого впливу заданих речовин.

Початкові дані до задачі 1

Варіант	Виробниче приміщення (ВП) № 1											В, мм рт.ст.
	Речовина № 1					Речовина № 2					t, °С	
	Назва	P <sub>1</sub> , мг	P <sub>2</sub> , мг	T, хв.	Q <sub>t</sub> , л/хв.	Назва	P <sub>1</sub> , мг	P <sub>2</sub> , мг	T, хв.	Q <sub>t</sub> , л/хв.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	12	70	99	26	10	27	38	55	34	10	15	746
2	13	72	115	28	11	28	40	62	36	11	16	748
3	14	74	107	30	12	30	42	70	38	12	17	750
4	7	76	114	32	13	31	44	72	40	13	18	752
5	8.1	78	128	34	14	1	30	74	26	14	19	754
6	8.2	80	119	36	15	2	32	76	28	10	20	755
7	8.3	82	124	38	16	3	34	78	30	11	21	756
8	9.1	84	132	40	17	4	36	80	32	12	22	757
9	9.2	86	130	42	18	5	38	90	34	13	23	758
10	9.3	88	109	44	19	6	40	92	36	14	24	759
11	1	90	134	46	20	7	42	94	38	15	25	762
12	2	70	96	48	21	8	44	96	40	16	26	764
13	3	72	94	50	22	9	46	98	42	17	27	766
14	4.1	74	102	26	23	10	48	60	44	18	28	768
15	4.2	76	121	28	24	11	50	72	46	19	15	770
16	4.3	78	118	30	25	12	30	54	48	20	16	772
17	5	80	126	32	26	13	32	56	50	21	17	774
18	6.1	82	115	34	27	14	34	58	26	22	18	776
19	6.2	84	103	36	28	15	36	60	28	23	19	746
20	6.3	86	101	38	29	16	38	60	30	24	20	748
21	7	88	127	40	30	17	40	62	32	25	21	750
22	8.1	90	134	42	10	18	42	70	34	26	22	752
23	8.2	60	98	44	11	19	44	72	36	27	23	754
24	8.3	62	88	46	12	20	46	74	38	28	24	755
25	9.1	64	94	48	13	21	48	76	40	29	25	756
26	9.2	66	92	50	14	22	50	78	42	30	26	757
27	9.3	68	104	26	15	23	30	80	44	10	27	758
28	9.4	70	108	28	16	24	32	82	46	11	28	759
29	10	72	112	30	17	25	34	84	48	12	29	762
30	11	74	129	32	18	26	36	86	50	13	30	764

*Примітка:* у таблиці використані наступні скорочення – у графі 2 цифра вказує на назву небезпечної речовини переважно фіброгенної дії у відповідності до порядкового номеру таблиці 3; у графі 7 цифра вказує на назву небезпечної речовини хімічного походження у відповідності до порядкового номеру таблиці 4.

Варіант	Виробниче приміщення (ВП) № 2										
	Речовина № 3					Речовина № 4					t, °C
	Назва	P <sub>1</sub> , мГ	P <sub>2</sub> , мГ	T, хв.	Q <sub>t</sub> , л/хв.	Назва	P <sub>1</sub> , мГ	P <sub>2</sub> , мГ	T, хв.	Q <sub>t</sub> , л/хв.	
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	13	130	176	24	10	18	60	102	22	10	15
2	14	132	164	26	11	19	62	121	24	11	16
3	8.1	134	160	28	12	20	70	118	26	12	17
4	8.2	136	162	30	10	21	72	126	28	13	15
5	8.3	138	161	32	11	22	74	115	30	14	16
6	9.1	130	178	34	12	23	76	103	32	15	17
7	9.2	132	176	36	13	24	78	101	34	16	18
8	9.3	134	185	38	14	25	80	127	36	17	19
9	9.4	136	143	40	15	26	90	134	38	18	20
10	10	138	161	42	16	27	92	128	40	19	21
11	11	140	187	44	17	28	94	138	42	10	22
12	12	142	184	46	18	29	96	114	44	11	23
13	4.1	144	198	48	19	30	98	132	46	12	24
14	4.2	146	188	50	20	31	50	94	48	13	25
15	4.3	148	194	24	21	32	52	88	50	14	26
16	5	150	192	26	22	1	54	72	22	15	27
17	6.1	130	164	28	23	2	56	89	24	16	28
18	6.2	132	168	30	24	3	58	80	26	17	15
19	6.3	134	172	32	25	4	60	94	28	18	16
20	7	136	189	34	26	5	61	92	30	19	17
21	8.1	138	189	36	27	6	62	94	32	20	18
22	8.2	140	180	38	28	7	64	96	34	21	19
23	8.3	142	194	40	29	8	66	98	36	22	20
24	1	144	192	42	30	9	68	100	38	23	21
25	2	146	194	44	10	10	70	80	40	24	22
26	3	148	196	46	11	11	72	90	42	25	23
27	5	150	198	48	12	12	74	92	44	26	24
28	7	130	152	50	13	13	76	94	46	27	25
29	10	132	180	24	14	14	78	96	48	28	26
30	11	134	190	26	15	15	80	98	50	29	27

*Примітка:* у таблиці використані наступні скорочення – у графі 14 цифра вказує на назву небезпечної речовини переважно фіброгенної дії у відповідності до порядкового номеру таблиці 3; у графі 19 цифра вказує на назву небезпечної речовини хімічного походження у відповідності до порядкового номеру таблиці 4.

## Початкові дані для задачі 2

Назва шкідливої речовини	Фактична концентрація речовини в повітрі робочої зони, С <sub>ф</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ВАРІАНТ				
		1, 6, 11, 16, 21, 26	2, 7, 12, 17, 22, 27	3, 8, 13, 18, 23, 28	4, 9, 14, 19, 24, 29	5, 10, 15, 20, 25, 30
Азбест	1,5		X			
Азоту оксид	4,0			X		
Аміак	16			X		
Анілін	0,05					X
3-4-Бензапірен	0,00014					X
Бензин	87	X				
Берилій	0,0009	X				
Диетилртуть	0,003				X	
Кремнію двоокис, 70%	0,7		X			
Кобальт	0,007				X	
Луги їдкі	0,3			X		
Метилізоціонат	0,04	X				
Миш'як	0,007					X
Натрію нітрит	0,09				X	
Нікелю карбонат	0,0002					X
Сажі чорні промислові	3,5		X			
Свинець	0,008				X	
Сірчана кислота	0,5			X		
Тетраетилсвинець	0,001	X				
Чавун	5,0		X			



**ПРОТОКОЛ № 3**  
**виконання практичного заняття з дисципліни**  
**«Основи охорони праці»**  
**Тема: «Оцінка впливу хімічних речовин та пилу на організм працівників».**

П.І.Б. \_\_\_\_\_ група \_\_\_\_\_ Варіант № \_\_\_\_\_

Таблиця 1

## Початкові дані (задача 1)

Виробниче приміщення (ВП)	Назва небезпечної речовини						
	№ 1	Р № 1 - Речовина № 1 фіброгенної дії					
	Р № 2 - Речовина № 2 хімічного походження						
№ 2	Р № 3 - Речовина № 3 фіброгенної дії						
	Р № 4 - Речовина № 4 хімічного походження						
№ з/п	Параметри	Позначення	Одиниці виміру	Значення			
				ВП № 1		ВП № 2	
				Р № 1	Р № 2	Р № 3	Р № 4
1.	Маса фільтру до аспірації (відбору проби)	$P_1$	мг				
2.	Маса фільтру після аспірації (відбору проби)	$P_2$	мг				
3.	Температура повітря в приміщенні	t	°C				
4.	Барометричний тиск	B	мм рт.ст.				
5.	Час відбору проби	T	хв.				
6.	Об'ємна швидкість аспірації (відбору проби)	$Q_t$	л/хв.				

Таблиця 2

## Оцінка умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони небезпечної речовин (задача 1)

№ з/п	Параметри	Позначення	Од. виміру	Значення			
				ВП № 1		ВП № 2	
				Р № 1	Р № 2	Р № 3	Р № 4
1.	Обсяг відібраної проби повітря	$V_t$	м <sup>3</sup>				
2.	Обсяг повітря приведений до нормальних умов	$V_o$	м <sup>3</sup>				
3.	Фактична концентрація небезпечної речовини	$C_{\text{ф}}$	мг/м <sup>3</sup>				
4.	ГДК небезпечної речовини	$C_{\text{ГД}}$	мг/м <sup>3</sup>				
5.	Коефіцієнт невідповідності умов праці	$K_{\text{нуп}}$	-				
6.	Клас умов праці	-	-				

Висновки до задачі 1: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Розрахунки

Обсяг відібраної проби повітря	<b>Р № 1</b>	$V_t = \frac{Q_t \cdot T}{1000} =$
	<b>Р № 2</b>	$V_t = \frac{Q_t \cdot T}{1000} =$
	<b>Р № 3</b>	$V_t = \frac{Q_t \cdot T}{1000} =$
	<b>Р № 4</b>	$V_t = \frac{Q_t \cdot T}{1000} =$
Обсяг повітря приведений до нормальних умов	<b>Р № 1</b>	$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760} =$
	<b>Р № 2</b>	$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760} =$
	<b>Р № 3</b>	$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760} =$
	<b>Р № 4</b>	$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760} =$
Фактична концентрація небезпечної речовини	<b>Р № 1</b>	$C_\phi = \frac{P_2 - P_1}{V_0} =$
	<b>Р № 2</b>	$C_\phi = \frac{P_2 - P_1}{V_0} =$
	<b>Р № 3</b>	$C_\phi = \frac{P_2 - P_1}{V_0} =$
	<b>Р № 4</b>	$C_\phi = \frac{P_2 - P_1}{V_0} =$
Коефіцієнт невідповідності умов праці	<b>Р № 1</b>	$K_{\text{нуп}} = \frac{C_\phi}{C_{\text{ГД}}} =$
	<b>Р № 2</b>	$K_{\text{нуп}} = \frac{C_\phi}{C_{\text{ГД}}} =$
	<b>Р № 3</b>	$K_{\text{нуп}} = \frac{C_\phi}{C_{\text{ГД}}} =$
	<b>Р № 4</b>	$K_{\text{нуп}} = \frac{C_\phi}{C_{\text{ГД}}} =$

Таблиця 3

### Оцінка комбінованої дії речовин на працівників (задача 2)

Назва речовини	Фактична концентрація, $C_\phi$ , мг/м <sup>3</sup>	ГДК речовини в робочій зоні, $C_{\text{ГД}}$ , мг/м <sup>3</sup>	Значення коефіцієнту комбінованої дії	Оцінка комбінованого впливу речовин
1.				
2.				
3.				
4.				

Висновки до задачі 2: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Роботу виконав \_\_\_\_\_ Роботу перевірів \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_



