

Лекція 5

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА НОРМУВАННЯ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В ПОВІТРІ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Багато технологічних процесів супроводжуються виділенням в повітря виробничих приміщень шкідливих речовин - парів, газів, твердих і рідких частинок. Пари і гази утворюють з повітрям суміші.

Забруднення повітряного середовища пилом, газом, аерозолем у виробничих умовах відбувається з багатьох причин. Основними з них є:

1 Недосконалість технологічного процесу (наприклад, виробництво цементу мокрим і сухим способом).

2 Переривчастість технологічних процесів (перевантаження, пересипання).

3 Недостатня герметичність устаткування.

4 Рух транспорту (так зване вторинне забруднення).

Наслідки забруднення.

Забруднення повітряного середовища пилом, окрім несприятливого впливу на організм людини, може бути причиною:

1) вибуху (вугільний, торф'яний, алюмінієвий);

2) втрати сировини та готового продукту;

3) псування продукції (при виготовленні точних приладів, лакофарбових покриттів).

Окрім технологічні процеси, наприклад, в машинобудуванні (травлення чорних металів кислотами, цинкування, процеси знежирення і нанесення лакофарбових покриттів), хімічній промисловості супроводжуються, окрім викиду пилу, виділенням у повітря шкідливих парів і газів.

Отруйні речовини проникають в організм людини через дихальні шляхи, травний тракт і шкіру. Вони можуть порушити нормальну життєдіяльність організму і призвести до стійких або патологічних змін.

Отруєння, що виникають на виробництві, називаються професійними.

Вони можуть бути гострими (раптово у великих дозах), і тоді їх відносять до нещасних випадків, або хронічними (малі дози тривалий час), і тоді їх відносять до категорії профзахворювань.

Небезпека дії на організм людини отруйних речовин визначається такими чинниками:

- хімічний склад речовини;
- ступінь подрібнення (дисперсність);
- розчинність в біологічних середовищах (приклад з ДДТ);
- концентрація (зміїна отрута);
- час дії.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи небезпеки:

1. Речовини надзвичайно небезпечні (ртуть металева, свинець, гексахлоран, жовтий фосфор).

2. Речовини високо небезпечні (хлорофос, сірковуглець, сурма).

3. Речовини помірно небезпечні (тютюн, спирт метиловий).

4. Речовини малонебезпечної дії (спирт етиловий, уайт-спірит).

За фізіологічною дією отруйні речовини можуть бути розділені на чотири основні групи:

а) подразнюючі – діють на поверхневі тканини дихального тракту і слизові оболонки (хлор, сірчистий газ, аміак, акролеїн);

б) задушливі – діють як речовини, що порушують процес засвоєння кисню тканинами (окисел вуглецю, сірководень);

в) наркотичні – діють як наркотики (азот під тиском, дихлоретан, чотирихлористий вуглець);

г) соматичні отрути - викликають порушення діяльності всього організму або його окремих органів і систем (свинець, ртуть, бензол, миш'як).

Ступінь подрібнення діє так, що чим вища дисперсність, тим швидше і глибше проникають отрути в організм (найнебезпечніші паро- і газоподібні речовини). Розчинність підсилює ураження.

Концентрація і час дії - це вирішальні чинники. Для багатьох речовин встановлена залежність між концентрацією, часом дії і характером дії (наприклад, сильно діє окисел вуглецю при дотриманні рівності: добуток часу дії в годинах на концентрацію в міліграмах на 1 м^3 дорівнює 1700).

Неотруйні виробничі пари, гази і пил в основному подразнюють організм і, проникаючи всередину організму через органи дихання, можуть викликати хронічні захворювання легень і дихальних шляхів (сюди відносять пил різного походження).

Пил – основний шкідливий фактор на багатьох промислових підприємствах, обумовлений недосконалістю технологічних процесів. Природний пил знаходиться в повітрі в звичайних умовах мешкання людини в межах концентрацій $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$, в промислових центрах, де діють великі підприємства, він не буває нижче $0,5 \text{ мг/м}^3$, а на робочих місцях запиленість повітря іноді сягає 100 мг/м^3 . Значення ГДК для нейтрального пилу, що не має отруйних властивостей, дорівнює 10 мг/м^3 .

Основні фізико-хімічні властивості пилу: хімічний склад, дисперсність (ступінь подрібнення), будова частинок, розчинність, щільність, питома поверхня, нижня та верхня концентраційна границя вибуховості суміші пилу з повітрям, електричні властивості та ін. Знання усіх цих показників дає можливість оцінити ступінь небезпеки та шкідливості пилу, його пожежо- та вибухонебезпечність.

Промисловий пил може бути класифікований за різними ознаками:

- за походженням – органічний (рослинний, тваринний, штучний пил) і неорганічний (мінеральний, металевий пил) та змішаний (присутність часток

органічного та неорганічного походження);

- за способом утворення – дезінтеграційний (подрібнення, різання, шліфування і т. п.), димовий (сажа та частки речовини, що горить) та конденсаційний (конденсація в повітрі пари розплавлених металів);

- за токсичною дією на організм людини – нейтральний (нетоксичний для людини пил) та токсичний (який отрує організм людини).

До подразливого пилу відносять:

- мінеральний (азбестовий, кварцовий, вугільний, наждачний та ін.);
- металевий (залізний, чавунний, цинковий та ін.);
- деревний.

Подразливий (неотруйний) пил подразнює слизові оболонки дихальних шляхів, шкіру, очі і практично не потрапляє в кровообіг внаслідок поганої розчинності в біологічних середовищах (крові, лімфі, інших рідинах). Проте тривала робота в умовах заповненого повітря може призвести до хронічних захворювань легенів. Ці захворювання призводять до обмеження дихальної поверхні легенів і змін у всьому організмі людини.

Отруйний пил (свинець, ртуть, миш'як і т.д.), розчиняючись в біологічних середовищах, діє як введена в організм отрута і викликає його отруєння. Наприклад, при зварюванні утворюється пил, що містить марганець, хром, фтор. У ливарному виробництві у ряді випадків утворюється пил, що містить миш'як і берилій.

Характер дії на організм людини виробничого пилу залежить:

- від його походження (органічний пил або неорганічний);
- розміру частинок.

Великі частинки пилу (розміром більше 5-10 мкм) осідають на слизових оболонках носоглотки і можуть викликати подразнення їх, проте глибоко в легені не проникають. Більш дрібні (0,05-5,00 мкм) проникають в легені і викликають «пневмоконіози».

Якісну характеристику пилу визначають фотометричним методом за допомогою поточного ультрафотометра, яким реєструються окремі пилові частинки за допомогою сильного бокового світла.

Для відокремлення пилу від повітря застосовуються різні фільтри, які затримують пилові частинки розміром до 0,1 мкм і більше, залежно від розміру пор фільтра. Такі фільтри випускаються в багатьох країнах. Матеріал фільтрів може бути різним в залежності від його призначення: целюлоза, синтетичні матеріали, азбест (для визначення горючих частинок пилу). Також застосовуються комбіновані фільтри. Випускаються спеціальні фільтри, просичені імерсійним мастилом, що робить їх прозорими – це і дозволяє додатково робити мікроскопічні дослідження пилу.

Забруднення повітря має місце в такому випадку, коли забруднююча повітря речовина або декілька речовин присутні в такій кількості і протягом такого часу, що спричиняють шкоду людям, тваринам, рослинам та майну.

За концентрації кисню не більше 9% (нормальний барометричний тиск) у людини настає кисневе голодування тканин організму (аноксемія), що може

призвести до смерті.

Підвищений вмісту азоту у повітрі призводить до наркотичної дії, так за концентрації азоту 83 % відчувається задуха, а за 93 % – настає смерть від нестачі кисню (зростання вмісту азоту означає зменшення вмісту кисню).

Допустима норма вуглекислого газу в приміщенні 0,1-0,2%, на робочих місцях – до 0,5 %. Підвищений вміст вуглекислого газу призводить до зменшення вмісту кисню.

Важливо, щоб повітря мало певний іонний склад. В повітрі містяться негативні і позитивні іони, які, в свою чергу, бувають легкі, середні і важкі. Важкі іони утворюються в результат осадження легких іонів на різних частках: пилу, краплинах. В незабрудненому повітрі переважно знаходяться легкі іони, в забрудненому – важкі. Нормується оптимальний вміст легких іонів у повітрі робочої зони.

В сучасній техніці застосовується безліч речовин, які можуть потрапляти в повітря і становити небезпеку здоров'ю людей. Для визначення небезпечності досліджується вплив цих речовин на організм людини і встановлюються безпечні для людини концентрації та дози.

На промислових підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які утворюються в результаті технологічного процесу, або містяться в сировині, продуктах чи напівпродуктах, у відходах виробництва. Ці речовини потрапляють у повітря у вигляді пилу, газів або пари і діють негативно на організм людини.

При роботі або ремонті копіювальних апаратів виділяються такі хімічні речовини, як озон, оксид азоту, аміак, стирол (вінілбензол), ацетон (пропан-2-он), селенистий водень (гідроселенід), епіхлоргідрин (хлорметилоксиран), кислоти, бензин, оксид етилену (оксиран).

У відповідності до ГОСТ 12.1.007-76 «ССБП. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки», який чинний до 01.01.2019 року, шкідливою речовиною називається речовина, яка при контакті з організмом людини при порушенні вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення стану здоров'я в процесі роботи та у наступний період життя, а також справити негативний вплив на здоров'я нащадків.

Всі шкідливі речовини за характером дії на організм людини поділяються на шість груп:

I – загальнотоксичні або загальносоматичні речовини – речовини, які діють на центральну нервову систему, кров і кровотворні органи (сірководень (H_2S), ароматичні вуглеводні, чадний газ (CO), ціаністий водень (HCN), хлор (Cl_2), бром (Br_2)). За концентрацією цих речовин у повітрі повинен бути забезпечений безперервний контроль із сигналізацією про перевищення гранично допустимих концентрацій;

II – подразнюючі речовини – речовини, які діють на слизові оболонки очей, носу, гортані, шкіри (пари кислот, лугів, оксид Нітрогену (NO_2), оксиди Сульфуру (SO_2 і SO_3), тощо);

III – сенсibiliзуючі або алергени (від лат. *sensibilis* – чутливий) – речовини, які призводять до виникнення алергії (альдегіди, ароматичні нітро-, нітросо-, аміносполуки, зокрема, акрилонітрил, берилій, нікель, хлорофос);

IV – канцерогенні або бластомогенні речовини – речовини, що призводять до виникнення ракових пухлин. Це продукти перегонки нафти і кам'яного вугілля (похідні антрацену, бензпірен, мазути, гудрони, бітуми, асфальти, мастила, дьоготь, бензол, хлористий вініл), пил азбесту, арсен (As), меркурій (Hg), плумбум (Pb), цинк (Zn), молібден (Mo), нікель (Ni), радіоактивні речовини;

V – мутагенні речовини – речовини, які призводять до зміни спадкової інформації (Pb, Mn, радіоактивні речовини);

VI – такі, що пригнічують репродуктивну функцію (меркурій, плумбум, манган (Mn), радіоактивні сполуки, хлоропрен, нікотин).

Існують і інші класифікації шкідливих речовин, наприклад, за фізіологічною дією: подразнюючі, задушливі, соматичні, наркотичні.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки за їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує певну межу – гранично допустиму концентрацію (ГДК).

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДК р.з) – це така концентрація, вплив якої на людину в разі її щоденної регламентованої тривалості (щоденна дія при 8-годинній роботі, але не більш ніж 40 годин протягом тижня) не призводить до зниження працездатності чи захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків.

Вимірюється ГДК у мг/м³. Перелік ГДК шкідливих речовин в повітрі наводиться у «Державних санітарних правилах планування та забудови населених пунктів» ДСП 173-96; ГОСТ 12.1.005-88, ССБТ. «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-технические требования», який діє до кінця цього року, а також у нормах «Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних чинників в повітрі робочої зони», затверджених головним державним санітарним лікарем України 17.07.2015.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:

- 1 - надзвичайно небезпечні;
- 2 - високонебезпечні;
- 3 - помірно небезпечні;
- 4 - малонебезпечні.

У відповідності до ГОСТу 12.1.007-76 (чинного до 01.01.2019 р.) за ступенем дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (табл. 1.1).

У державних стандартах наведено більше 700 речовин, для яких встановлені значення ГДК (ГДК бензпірена = 0,00015мг/м³, ГДК Be = 0,001мг/м³, ГДК Рb = 0,01мг/м³).

Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче

приміщення не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

Для речовин, які не мають ГДК, встановлені орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ).

Таблиця 1.1 – Класифікація шкідливих речовин за ступенем дії на організм людини

Клас	Назва	ГДК, мг/м ³	Летальна концентрація в повітрі, мг/м ³	Приклади
1	Надзвичайно небезпечні	<0,1	<500	Бензпірен, ртуть, меркурій, плумбум, берилій, манган, фосген
2	Високонебезпечні	0,1...1	500...5000	Нітроген діоксид (NO ₂), бензен, сірководень, гідроксид натрію (NaOH)
3	Помірно небезпечні	1,1...10	5001...50000	Ксилол, сірчистий газ (SO ₂), метанол
4	Малонебезпечні	>10	>50000	Аміак (NH ₃), чадний газ, бензин, етанол, ацетон

Для гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях з метою їх контролю на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та видачі відповідного гігієнічного висновку використовують такі документи:

– Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248;

– «Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних чинників в повітрі робочої зони» та «Орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) хімічних чинників у повітрі робочої зони», затверджені головним державним санітарним лікарем України від 17.07.2015;

– Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини, затверджений наказом МОЗ № 7 від 13.01.2006;

– Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 442 від 01.09.92.

Контроль за концентрацією шкідливих речовин проводиться для 1 класу небезпеки - 1 раз у 10 днів; 2 - 1 раз у місяць; 3, 4 - 1 раз у квартал.

Залежно від ступеня токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарно-гігієнічні норми встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких неприпустиме.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої

зони - концентрація речовини, яка протягом усього робочого дня, стажу не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені терміни життя теперішнього і наступних поколінь.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони (ГДК Р. З) наведено в ГН 2.2.5.1313-03 —Хімічні чинники виробничого середовища. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони". Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в робочій зоні встановлюється на рівні у два-три рази нижче, ніж поріг хронічної дії. Таке зниження називається коефіцієнтом запасу К.

Гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини в повітрі робочої зони вважається така концентрація, вплив якої на людину в разі її щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності чи захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків. Робочою зоною вважається простір заввишки 2 м над рівнем підлоги або робочої площини, на якій розташовані місця постійного або тимчасового перебування працюючих.

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/м³ - при тривалості роботи до 1 години;
- 100 мг/м³ - до 30 хвилин;
- 200 мг/м³ - при роботі не більше 15 хвилин.

Повторні роботи можна виконувати при наведених концентраціях не раніше ніж через дві години.

ГДК деяких шкідливих газів, пари та пилу, що часто потрапляють у повітря робочої зони виробничих приміщень промислових підприємств, наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – ГДК деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони

№ з/п	Назва речовини	ГДК, мг / м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан	Особливості дії
1	2	3	4	5	6
1	Азоту оксиди	5	3	п	
2	Алюміній	2	3	а	Ф
3	Аміак	20	4	п	
4	Ангідрид сірчаний	1	2	а	
5	Ацетон	200	4	п	
6	Бензин (паливний)	100	4	п	

1	2	3	4	5	6
7	Бензин (розчинник)	300	4	п	
8	Газ	300	4	п	
9	Дибутилфталат	0,5	2	п + а	
10	Кислота сірчана +	1	2	а	
11	Кислота оцтова +	5	3	п	
12	Луги їдкі +	0,5	2	а	
13	Масла мінеральні нафтові +	5	3	а	
14	Нікель	0,05	1	а	А
15	Озон	0,1	1	п	
16	Оксид вуглецю	20	4	п	
17	Пил: борошняна, паперова,	6	4	а	А, Ф
	вовняна, пухова,	2	4	а	А, Ф
	лляна азбестова,	2	3	а	Ф
	цементна, апатитового	6	4	а	Ф
18	Ртуть металева	0,01 / 0,05	1	п	
19	Свинець	0,01 / 0,05	1	а	
20	Спирт метиловий	5	3	п	
21	Спирт етиловий	1000	4	п	
22	Уайт-спірит	300	4	п	
23	Фенол	0,3	2	п	
24	Хлор +	1	2	п	

Примітка: п – пар, а – аерозолі; п + а – суміш парів і аерозолів; О – гостро спрямована дія; А – алергічна дія; Ф – фіброгенна дія; ГДК 0,01 / 0,05 – максимальна разова ГДК (чисельник) , середньомісячна ГДК (знаменник).

Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюється в залежності від норм показників, зазначених у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Нормативні значення показників для речовин класів небезпеки

Показник	Норма для класу небезпечності			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Гранично допустима концентрація (ГДК _{р.з}) м/м ³	0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	10
Середня смертельна доза при введенні у шлунок, мг/кг	Менше 15	15-150	151-5 000	Більше 5 000
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	Менше 100	100-500	501-2 500	Більше 2 500
Середня смертельна концентрація у повітрі, мг/м ³	Менше 500	500-5 000	5 001-50 000	Більше 50 000

Питання для самоконтролю:

- 1. Які основні причини забруднення повітряного середовища у виробничих умовах пилом, газом, аерозолем?*
- 2. На які основні групи за фізіологічною дією можуть бути розділені отруйні речовини?*
- 3. На які класи небезпеки підрозділяються за ступенем дії на організм людини шкідливі речовини?*
- 4. Які основні фізико-хімічні властивості пилу?*
- 5. За якими ознаками може бути класифікований промисловий пил?*
- 6. Який пил відносять до подразливого пилу?*
- 7. Від чого залежить характер дії на організм людини виробничого пилу?*
- 8. На які шість груп поділяються всі шкідливі речовини за характером дії на організм людини?*
- 9. Які документи використовують для гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях з метою їх контролю на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та видачі відповідного гігієнічного висновку?*
- 10. Гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини в повітрі робочої зони вважається...*