

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Факультет рибного господарства та природокористування

Кафедра екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка

Алмашова В.С.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо виконання практичних робіт
з дисципліни «Управління техногенною та екологічною безпекою»
здобувачами вищої освіти другого магістерського рівня
денної і заочної форми навчання спеціальності 101 «Екологія»

ХЕРСОН-2020

Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт з дисципліни «Управління техногенною та екологічною безпекою» здобувачами вищої освіти другого магістерського рівня денної і заочної форми навчання спеціальності 101 «Екологія». – м.Херсон. ДВНЗ «Херсонський ДАУ».-2020; с – 40.

Рекомендовано до видання рішенням науково-методичної ради факультету рибного господарства та природокористування (протокол № від р.)

Рецензент:

Стратічук Н.В. доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка ДВНЗ «ХДАУ»

Алмашова В.С. Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт з дисципліни «Методологія і організація наукових досліджень» здобувачами вищої освіти другого магістерського рівня денної і заочної форми навчання спеціальності 101 «Екологія». Херсон, 2020. с.

Вступ

Відповідно до навчального плану з дисципліни «Управління техногенною та екологічною безпекою» студенти всіх форм навчання спеціальності 101 Екологія вивчають тему «Оцінка хімічної небезпеки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах». Студенти даної спеціальності у майбутньому стануть керівниками підрозділів господарських та промислових об'єктів і саме від їхніх навичок, знань та вміння діяти у НС буде залежати їхнє життя і здоров'я, а також підлеглих працівників і населення. Навички передбачення та прогнозування наслідків НС набувають першочергового значення в умовах промислово розвинених регіонів України.

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій (НС) природного і техногенного характеру є одним з основних завдань цивільного захисту України. Аварії техногенного характеру, у тому числі на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) - підприємствах хімічного і нафтохімічного виробництва, холодо- і м'ясокомбінатах, молокозаводах, біологічних станціях очищення води, залізничному і автомобільному транспорті за статистикою виникають в Україні щорічно.

В Україні офіційно на ХНО зосереджено і використовується в технологічних процесах 9,8 тис. т хлору і 178,4 тис. т аміаку. У зонах можливого хімічного забруднення в Україні проживає близько 20 млн. осіб.

Прогнозування хімічної обстановки дозволяє заздалегідь розробити комплекс заходів захисту робітників і службовців та зменшити матеріальні збитки. Тому оцінка хімічної небезпеки при аваріях на ХНО є актуальним науково-практичним завданням сьогодення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Тема: Основні терміни і поняття про хімічну обстановку на підприємстві з НХР

Мета – вивчити основні терміни з дисципліни та навчитись розрізняти класи небезпеки ХНР за ступенем дії на організм людини

Хімічна обстановка – це обстановка, що може виникнути на території адміністративного району, області, населеного пункту або об'єкта господарської діяльності (ОГД) у результаті застосування хімічної зброї, аварії на хімічно небезпечному об'єкті (ХНО) з небезпечною хімічною речовиною (НХР) з утворенням зон хімічного забруднення і осередків хімічного ураження, які негативно впливають на населення, діяльність промислових об'єктів і сил цивільного захисту.

Основні терміни при визначенні хімічної обстановки:

Аварія з НХР – це надзвичайна ситуація техногенного характеру, що відбулася на ХНО в результаті виробничих, технологічних та експлуатаційних причин або від випадкових зовнішніх впливів, що привели до ушкодження технологічного устаткування, споруджень, транспортних засобів з виливом (викидом) НХР в атмосферу та реальної загрози життю і здоров'ю людей.

Хімічний небезпечний об'єкт (ХНО) – це промисловий об'єкт (підприємство) або його структурний підрозділ, на якому виробляється або застосовується в технологічному процесі одне або декілька НХР. На території України на 1 січня 2008 р. зареєстровано 1810 ХНО, на території Луганської області – 142, з них 12 знаходяться у м. Луганську.

За ступенем хімічної небезпеки ХНО класифікуються на 4 класи залежно від кількості населення, що може потрапити в зону можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ):

- ХНО I класу – якщо в ЗМХЗ може потрапити більше 75 тис. осіб, таких об'єктів в Україні – 76, з них в Луганській області – 7;
- ХНО II класу – якщо в ЗМХЗ може потрапити від 40 тис. до 75 тис. осіб, таких об'єктів в Україні – 60, з них в Луганській області – 11;

- ХНО III класу – якщо в ЗМХЗ може потрапити менше 40 тис. осіб, таких об'єктів в Україні – 1134, з них в Луганській області – 18;
- ХНО IV класу – якщо ЗМХЗ не виходить за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони, таких об'єктів в Україні – 540, з них в Луганській області – 106.

Зона можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) – це територія, у межах якої під дією зміни напрямку вітру може переміщуватись хмара НХР з небезпечними для життя і здоров'я людини концентраціями.

Зона хімічного забруднення (ЗХЗ) – це територія, що включає осередок хімічного забруднення, де фактично розлита НХР, і ділянки місцевості, над якими утворилася первинна або вторинна хмара НХР.

Небезпечна хімічна речовина (НХР) – це хімічна речовина, дія якої може привести до загибелі, гострого або хронічного захворювання людей та завдати шкоди навколишньому середовищу.

Аварія на ХНО з НХР становить значну небезпеку як для виробничого персоналу, так і для населення. Величина цієї небезпеки залежить від рівня токсичності НХР.

У промисловості використовуються різноманітні хімічні речовини. Значна їх частина становить серйозну небезпеку для людини при впливі через органи дихання, слизові оболонки, шкіру, шлунково-кишковий тракт.

За ступенем токсичності при інгаляційному (через органи дихання) і пероральному (через шлунково-кишковий тракт) шляхах попадання в організм хімічні речовини поділяють на шість груп (табл. 1.1), а за ступенем дії на організм людини – на чотири класи (табл. 1.2).

До *надзвичайно токсичних* відносять: сполуки металів (органічні та неорганічні похідні миш'яку, ртуті, кадмію, свинцю, талію, цинку) карбоніли металів (тетракарбоніл нікелю, пентакарбоніл заліза); речовини, що містять ціаногрупу (синильна кислота, її солі, нітрити, органічні ізоціанати); сполуки фосфору (фосфорорганічні сполуки, хлорид фосфору, оксихлорид фосфору, фосфін, фосфідін); фторорганічні сполуки (фтор-оцтова кислота і її ефіри, фторетанол), хлоргідрини (етиленхлоргідрин, етилхлоргідрин); галогени (хлор, бром); інші сполуки (етиленоксид, спирти, металбромід, фосген).

Т а б л и ц я 1 . 1

Характеристика ХНР за ступенем токсичності

Клас токсичності	ГДК в повітрі, мг/м ³	Середні смертельні	
		Концентрація, мг/л	Доза при внутрішньому надходженні, мг/кг
Надзвичайно токсичні	0,1	<1	<1
Високотоксичні	0,1-1	1-5	1-50
Сильно токсичні	1,1 -10	6-20	51-500
Помірно токсичні	Теж	21-80	501-5000
Малотоксичні	> 10	81-160	5001-15000
Не токсичні	-	> 160	>15000

Т а б л и ц я 1 . 2

Клас небезпеки ХНР за ступенем дії на організм людини

Клас небезпеки	Характеристика класу небезпеки	ССК, мг/м ³
1	Речовини надзвичайно небезпечні	<500
2	Речовини високо небезпечні	501-5000
3	Речовини помірно небезпечні	5001-50000
4	Речовини мало небезпечні	> 50001

ССК – середня смертельна токсодоза LC^{50} , яка призводить до загибелі 50% людей або тварин при 2-4-годинній інгаляційній дії.

До *сильно токсичних* відносять мінеральні та органічні кислоти (сірчана, азотна, фосфорна, оцтова), луги (аміак, натрієве вапно, їдке калі), сполуки сірки (диметіл сульфат, розчинні сульфіді, сірковуглець, розчинні тиоцианати, хлорид і фторид сірки); хлор- і бромзаміщені вуглеводи (хлористий та бромистий метил); органічні та неорганічні нітро- і аміносполуки (гідроксилонін, гідрозин, анілін толуїдин, амілнітрит, нітробензол, нітротолуол, динітрофенол).

Особливу групу речовин, багато з яких є токсичними для людини, становлять пестициди – препарати призначені для боротьби зі шкідниками сільського господарства, бур'янами.

Всі інші хімічні сполуки відносять до *помірковано токсичних, малотоксичних або практично нетоксичних*.

За впливом на організм людини НХР ділять на 7 груп: **I група** – речовини з переважною задушливою дією:

- з вираженою дією припікання (хлор, трихлористий фосфор, оксихлорид фосфору);
- зі слабкою дією припікання (фосген, хлорпикрин, хлорид сірки, гідрозін);

II група – речовини загально отруйної дії (окисел вуглецю, синильна кислота, динітрофенол, динітроортокрезол, етиленхлоргідрид, етиленфторгідрид, водень миш'яковистий, акролеїн);

III група – речовини задушливої загально отруйної дії:

- з вираженою дією припікання (акрилонітрил);
- із слабкою дією припікання (сірчаний ангідрид, сірководень, окисли азоту);

IV група – нейротропні отрути, тобто речовини, що діють на генерацію, проведення і передачу нервового імпульсу (метил меркаптан, оксид етилену, сірковуглець, фосфорорганічні сполуки);

V група – речовини, задушливої та нейротропної дії (аміак, ацетонітрил, кислота бромисто-воднева, метил бромистий, метил хлористий);

VI група – метаболічні отрути (етиленоксид, метилбромид, метилхлорид, диметилсульфат);

VII група – речовини, що порушують обмін речовин (діоксин).

До речовин з переважно задушливою дією належать токсичні сполуки, для яких головним об'єктом дії на організм є дихальні шляхи. Ураження організму при дії задушливих речовин умовно поділяють на чотири періоди: період контакту з речовиною, період скритої дії, період токсичного набряку легенів і період ускладнень. Тривалість кожного періоду визначається токсичними властивостями кожної речовини і величиною експозиційної дози. При дії випаровувань низки речовин у високих концентраціях можливий швидкий летальний випадок від шокowego стану, який викликаний хімічним обпаленням відкритих ділянок шкіри, слизових оболонок верхніх дихальних шляхів і легенів.

До речовин переважно загальної отруйної дії належать сполуки, що можуть викликати гостре порушення енергетичного обміну, яке є у важких випадках причиною загибелі ураженої людини. Ці речовини можна розділити на отрути крові та тканинні отрути.

Отрути крові розділяються на гемолітичні отрути і отрути гемоглобіну.

Тканинні отрути діляться на інгібітори ферментів дихального ланцюгу (ціаніди, сірковуглець, акрилонітрил), роз'єднувачі окислення і фосфорилування (динітрофенол, динітроортокрезол,) і речовини, що виснажують запаси субстратів для процесів біологічного окислення (етиленхлоргідрин, етиленфторгідрин).

До речовин із задушливою загально отруйною дією відносять значну кількість НХР, що здатні при інгаляційній дії викликати токсичний набряк легенів, а при резорбції порушити енергетичний обмін. Більшість сполук цієї групи має сильну дію припікання, що значно ускладнює надання допомоги потерпілим.

До речовин, що діють на генерацію, проведення і передачу нервового імпульсу (нейротропні отрути), належать речовини, які порушують механізми периферичної нервової регуляції, а також модулюючий стан самої нервової системи. Їх дія заснована на можливості втручатися у процеси синтезу, зберігання, викиду, інактивації в синаптичній щілині нейромедіаторів; взаємодіяти з рецепторами нейромедіаторів; змінювати проникність іонних каналів збуджувальних мембран.

До речовин, що мають дію удушання і нейротропну дію, належать токсичні сполуки, які викликають при інгаляційному ураженні токсичний набряк легенів, на фоні якого формується важке ураження нервової системи.

В основі дії на мозок покладено порушення генерації, проведення і передачі нервового імпульсу, який ускладнюється станом важкої гіпоксії, що викликано порушенням зовнішнього дихання.

До метаболічних отрут належать токсичні сполуки, що втручаються в процеси метаболізму речовин в організмі. Отруєння цими речовинами характеризується відсутністю реакції на отруту. Ураження організму розвивається, як правило, поступово і у важких випадках закінчується смертю протягом декількох діб.

У патологічний процес ураження цими речовинами залучаються багато органів, але головними є порушення з боку центральної нервової системи, паренхіматозних органів та системи крові.

За своєю будовою ці речовини належать до різних класів сполук, однак всі вони володіють загальною властивістю: в організмі людини вони руйнуються з виникненням високо реакційних діючих вуглеводневих радикалів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Тема: Прогнозування хімічної небезпеки на підприємствах з небезпечною хімічною речовиною (НХР)

Мета – ознайомитись з видами джерелами виникнення хімічної небезпеки на потенційно небезпечних промислових об'єктах з НХР

При аваріях на підприємствах з руйнуванням ємностей, трубопроводів, а також на транспорті, який перевозить НХР можливе розповсюдження забруднюючої хмари за межі підприємства (санітарнозахисної зони), що призведе до масового ураження не тільки персоналу, а і населення, що проживає в зоні можливого забруднення.

Місткість складів НХР на підприємствах визначається необхідним запасом для безперервного випуску продукції, а також доцільним допустимим накопиченням на виробничому майданчику товарної продукції, яка підлягає відправці споживачам.

Отже обсяги НХР на підприємстві визначаються з урахуванням умов їхнього споживання, вироблення, транспортування, попередження аварійних ситуацій, профілактичних зупинок, сезонних поставок, а також токсичності, пожежної та вибухової безпеки.

В середньому на підприємствах мінімальні запаси хімічних продуктів створюються на 3 доби, а для заводів з виробництва окремих хімічних речовин і мінеральних добрив – до 10-15 діб.

В результаті цього на великих хімічних підприємствах, а також на складах в портах і на транспорті, що перевозить НХР, можуть одночасно зберігатися тисячі тонн різних небезпечних речовин.

На виробничих майданчиках або на транспорті НХР, як правило, знаходиться в стандартних ємностях. Це оболонки з алюмінію, заліза або залізобетону, в яких підтримуються умови, що відповідають заданим режимам зберігання. Форма і тип ємностей вибираються, виходячи із масштабів виробництва або використання, умов їхнього транспортування. Найбільш розповсюджені циліндричні ємності та шарові резервуари.

Місткість резервуарів різна. Наприклад, хлор зберігають в ємностях місткістю від 1 до 1000 т, аміак – від 5 до 30000 т, синильна кислота – від 1 до 200 т, окисел етилену – в шарових резервуарах об'ємом 800 м³ і більше, окисел вуглецю, двоокис сірки, гідразин, тетраетилсвинець, сірковуглець – в ємностях місткістю від 1 до 100 т.

Наземні резервуари розміщують групами. В кожній групі передбачається резервна ємність для перекачування НХР на випадок аварії з виливом із якогось резервуару. Для кожної групи наземних резервуарів за периметром будують замкнуте обвалування або загороджувальну стінку з негорючих і стійких до корозії матеріалів висотою не менше 1 м. Внутрішній об'єм обвалування розраховується не менш ніж на повний об'єм групи резервуарів. Відстань від резервуарів до підшови обвалування або загороджувальної стінки проєктують такою, що дорівнює половині діаметру ближнього резервуару, але не менше 1 м.

Відстань від складів НХР об'ємом більше 8000 м³ до населених пунктів повинна бути не менше 1000 м. Відстань від складів з наземним розташуванням резервуарів до місць масового скупчення людей

(стадіонів, базарів, парків і т.д.) збільшується в 2 рази.

Для зберігання НХР на складах підприємств використовуються наступні основні способи:

- в резервуарах під високим тиском;
- в ізотермічних сховищах під тиском, близьким до атмосферного (низькотемпературне сховище), або до 1 Па (ізотермічне сховище, при цьому використовуються шарові резервуари великої місткості);
- зберігання при температурі навколишнього середовища в закритих ємностях (характерно для сильно киплячих рідин).

Спосіб зберігання НХР визначає їхню поведінку при аваріях.

У випадку руйнування ємності з НХР під тиском, і наступного розливу великої кількості речовини в піддон (обвалування) його потрапляння в повітря може здійснюватися протягом тривалого часу. Процес випаровування у цьому випадку умовно розділяють на три періоди.

Перший період – бурхливе, майже моментальне випаровування за рахунок різниці пружності насиченої пари НХР в ємності та парціального тиску в повітрі. Цей процес забезпечує основну кількість пари НХР, що потрапляє в повітря за цей проміжок часу. Крім того, частина НХР переходить в пару за рахунок теплоємності рідини, температури навколишнього повітря і сонячної радіації. У результаті температура рідини знижується до температури кипіння. За цей період часу випаровується значна кількість НХР, що може привести до виникнення хмари з концентраціями НХР, які значно перевищують смертельні.

Другий період – нестійке випаровування НХР за рахунок тепла піддону (обвалування), зміни теплоємності рідини і притоку тепла від навколишнього повітря. Цей період характеризується різким спадом інтенсивності випаровування в перші хвилини після розливу з одночасним пониженням температури рідкого шару нижче температури кипіння.

Третій період – стаціонарне випаровування НХР за рахунок тепла навколишнього повітря. Випаровування в цьому випадку буде залежати від швидкості вітру, температури навколишнього повітря і рідкого шару. Підвід тепла від піддону (обвалування) практично буде відсутній.

Тривалість стаціонарного періоду залежить від типу ХНР, його кількості та зовнішніх умов і може складати години, добу і більше.

У випадку руйнування ємності ізотермічного сховища і наступного розливу великої кількості НХР в піддон (обвалування), випарування майже не спостерігається у зв'язку з малим надмірним тиском, за рахунок різниці пружності насиченої пари НХР в ємності та парціального тиску в повітрі. Для цього типу ємностей характерні періоди нестационарного і стаціонарного випаровування НХР. Формування первинної хмари здійснюється за рахунок тепла піддону (обвалування), зміною теплоємності рідини і притоку тепла від навколишнього повітря. При цьому кількість речовини, що переходить у первинну хмару, як правило, не перевищує 3-5 % від загального об'єму при температурі навколишнього повітря +25...+30°C.

При розгерметизації ємності з сильно киплячими рідинами виникнення первинної хмари не спостерігається. Випарування рідини здійснюється за стаціонарним процесом і залежить від фізико-хімічних властивостей НХР і температури навколишнього повітря. Враховуючи малі швидкості випаровування таких НХР, вони будуть становити небезпеку тільки для персоналу, що знаходиться в районі аварії.

На багатьох об'єктах скупчена значна кількість різних легко горючих речовин, у тому числі НХР (аміак, окисел етилену, синильна кислота, окисел вуглецю та ін.).

Багато НХР вибухонебезпечні (гідразин, окисли азоту та ін.). Ці обставини необхідно враховувати при виникненні пожеж на об'єктах. Більше того, сама пожежа на підприємстві може сприяти виділенню різних отруйних речовин. Так, наприклад, горіння поліуретану та інших пластмас призводить до виділення синильної кислоти, фосгену, окислу вуглецю, різних ізоціанатів, іноді діоксану та інших НХР у небезпечних концентраціях, особливо в закритих приміщеннях.

При організації робіт з ліквідації хімічно небезпечної аварії та її наслідків на об'єкті господарської діяльності необхідно враховувати фізико-хімічні властивості НХР, їхню вибухову та пожежну небезпеку, можливість виникнення протягом пожежі нових НХР і на цій підставі приймати необхідні заходи щодо захисту персоналу, який приймає участь в роботах.

Об'єкти, які використовують НХР можуть бути джерелом залпових викидів в атмосферу і водойми, хімічних пожеж із потраплянням токсичних речовин в довкілля, руйнівних вибухів, забруднення об'єктів і місцевості в осередках аварії та на сліді розповсюдження хмари, широких зон задимлення у сполученні з токсичними продуктами.

З особливостей хімічно небезпечних аварій впливає наступне: захисні заходи і, передусім, прогнозування, виявлення і періодичний контроль за змінами хімічної обстановки, оповіщення персоналу підприємства, населення і сил цивільного захисту (ЦЗ), повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю; серед населення і сил ЦЗ, що знаходяться в зонах розповсюдження НХР, можуть бути уражені люди, для обслідування яких та надання їм медичної допомоги знадобляться значні сили і засоби. Локалізація джерела попадання НХР в довкілля має визначальну роль у попередженні масового ураження людей. Швидке здійснення цієї задачі може направити аварійну ситуацію в контрольоване русло, зменшити викиди НХР і значно знизити шкоду.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Тема: Небезпечні властивості небезпечних хімічних речовин на підприємстві

Мета – ознайомитись з видами небезпечних хімічних речовин небезпечних промислових об'єктах та вміти визначати їх властивості

Більшість із перерахованих речовин відносять до НХР, тому що вони можуть бути причиною важких отруєнь і уражень людини. Однак, привести до масових поразок можуть не всі НХР, включаючи навіть надзвичайно та високо токсичні речовини. Лише частина хімічних речовин при сполученні певних токсичних і фізико-хімічних властивостей, таких, як висока токсичність при дії через органи дихання і шкіру, великомасштабність виробництва, споживання, зберігання або перевезень, а також здатність переходити в аварійних ситуаціях в основний вражаючий стан (пара або аерозоль) може стати причиною масових уражень людей.

Фізико-хімічні властивості НХР визначають їхню можливість переходити в фактор ураження і створювати концентрації, що можуть уражати людей. Найбільший вплив мають агрегатний стан речовини, розчинність у воді та інших розчинниках, щільність речовини та її газової фази, гідроліз, летючість, максимальна концентрація, питома теплота випарювання, питома теплоємність рідини, тиск насиченої пари, коефіцієнт дифузії, температура кипіння і замерзання, в'язкість, теплове розширення і стискання, корозійна активність, температура спалахування.

Агрегатний стан. При звичайних умовах НХР можуть бути у твердому, рідкому або газоподібному стані. Однак при виробництві, використанні, зберіганні або перевезенні їх агрегатний стан може змінюватися. Такі зміни можуть привести до змін кількості НХР, яка викидається в повітря, та фазового дисперсного складу забруднюючої хмари.

Розчинність – можливість однієї речовини рівномірно розповсюджуватися в середовищі другої або інших речовин, створюючи розчин.

Розчинність НХР у воді та органічних розчинниках має суттєве значення. Висока розчинність може призвести до сильного забруднення водосховищ, внаслідок чого вони на тривалий час можуть становити серйозну небезпеку для людини. Однак висока розчинність

у воді та органічних розчинниках дає можливість їх використання як розчинів для дегазації (нейтралізації).

Щільність – масовий стан певної речовини в одиниці об'єму.

Вона впливає на розповсюдження НХР в атмосферному повітрі. Якщо щільність газової фази НХР більша від повітря, то на початковому етапі виникнення зараженої хмари вони будуть скупчуватися в низинних місцях рельєфу місцевості, створюючи високі концентрації.

Гідроліз – розклад речовини водою.

Він визначає умови зберігання, стану в повітрі та на місцевості, стійкість НХР у випадку аварійних викидів (вилиттів). Причому чим менше НХР піддається гідролізованому розкладу, тим більша тривалість дії його факторів ураження.

Летючість – можливість конкретної хімічної речовини переходити в пароподібний стан.

Кількісною характеристикою летючості є максимальна концентрація парів НХР за певної температури (кількість речовини в одиниці об'єму його насиченої пари при певній температурі у замкнутій системі, коли рідка і газоподібна фази НХР знаходяться в рівновазі).

Теплоємність визначає характер викиду і випаровування НХР з поверхні у випадку аварійної ситуації. Вона являє собою відношення кількості теплоти, що передається системі в якому-небудь процесі, до відповідної зміни температури. **Питомою теплоємністю** називають відношення кількості теплоти до одиниці маси речовини.

Теплота випаровування – кількість теплоти, яку необхідно витратити для ізотермічного випаровування рідини масою 1 кг (або 1 г), при цьому пара має таку ж температуру що і рідина.

У випадку відношення до одиниці маси речовини (1 г, 1 кг) вона називається **питомою теплою випаровування**. Так само, як і теплоємність, ця величина є однією з головних фізико-хімічних характеристик, які визначають характер викидів і наступних випаровувань НХР.

Температура кипіння дозволяє судити про летючість НХР і характеризувати тривалість дії фактору ураження. Чим вища температура кипіння НХР, тим повільніше вона випаровується, тим більше тривалість дії фактору ураження.

Температура замерзання – температура, при якій рідина позбувається рухомості та густіє настільки, що при нахилі пробірки з продуктом під кутом 45° його рівень залишається незмінним протягом не менше 1 хв.

Температура замерзання має важливе значення при транспортуванні і визначає характер поведінки НХР при низьких температурах.

В'язкість – властивість рідинних, а також пароподібних середовищ здійснювати опір їхній течії (переміщенню одного шару стосовно другого) під дією зовнішніх сил.

В'язкість впливає на характер поведінки НХР в аварійних ситуаціях (характер подрібнення, убирання, усмоктування та ін.).

Корозійна активність – властивість речовини (рідини або газу) викликати хімічну корозію металу (окислювально-відновний процес, що виникає на поверхні розділу фаз), тобто руйнувати оболонки, в яких зберігається (перевозиться) НХР.

Вона є причиною більшості аварій (руйнувань) на промислових і транспортних об'єктах, у тому числі в процесі зберігання. Більшість НХР має підвищену корозійну активність.

Температура спалаху – найнижча температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над його поверхнею виникають пари або газу, які здатні загорятися в повітрі від стороннього джерела вогню.

Стійкого горіння речовини при цьому не виникає.

Температура загорання – найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючі пари і газу з такою швидкістю, що після їхнього запалювання стороннім джерелом вогню виникає самостійне горіння цієї речовини.

Ця характеристика властива тільки горючим речовинам.

Температура самозагорання – найнижча температура речовини (або її суміші з повітрям), при нагріві до якої виникає різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, які призводять до виникнення горіння з полум'ям.

Для кількісної характеристики токсичних властивостей конкретних НХР при дії через органи дихання людини застосовуються межа переносності та токсодози.

Межа переносності – це мінімальна концентрація, яку людина може витримувати визначений час без стійкого ураження.

Фактором ураження хімічної небезпечної ситуації є токсична дія, що визначається концентрацією НХР в навколишньому природному середовищі та щільністю (густиною) хімічного забруднення місцевості та об'єктів господарської діяльності.

Щільність (*густина*) забруднення небезпечними хімічними речовинами – це ступінь хімічного забруднення місцевості.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

Тема: Токсичність НХР, основні показники та їх найпоширеніші види, які використовують в промисловості

Мета – ознайомитись з видами токсичних небезпечних хімічних речовин небезпечних промислових об'єктах

Токсичність – це здатність НХР вражати людину.

Для кількісної характеристики токсичності НХР використовується поняття – **токсодоза** D . Токсодози поділяються на: $D_{гр}$ – гранична, $D_{вр}$ – вражаюча, $D_{см}$ – смертельна. Токсодозу розраховують за формулою:

$$D = C \cdot t, \text{ (мг} \cdot \text{хв/л)}$$

де C – концентрація парів НХР у повітрі, (мг/л); t – тривалість експозиції НХР, (хв).

Гранично припустима токсодоза (ГПК) – така доза (концентрація), при якій симптоми отруєння ще не наступають.

Вона регламентує допустимий ступінь забруднення НХР повітря і використовується для дотримання необхідних умов безпеки на виробництві. Ця концентрація визначена як максимально припустима, яка при постійній дії на людину протягом робочого дня (8 годин) не може викликати через тривалий проміжок часу патологічних змін або захворювань, що визначаються за допомогою сучасних методів діагностики. Вона не може використовуватися для оцінки небезпеки аварійних ситуацій у зв'язку з дуже низьким інтервалом дії НХР.

Середня гранична (токсодоза PC^{50}) – доза, яка викликає початкові симптоми ураження НХР у 50% уражених людей. Це мінімальна ефективна концентрація (найменша кількість речовини, яка може викликати відчутний фізіологічний ефект).

Середня вражаюча (токсодоза IC^{50}) – доза, яка призводить до виходу з ладу 50% уражених людей.

Середня смертельна (токсодоза LC^{50}) – доза, яка призводить до загибелі 50% людей або тварин при 2-4-годинній інгаляційній дії НХР.

При загальній дії токсичний ефект з'являється після попадання НХР в кров через шкіру (шкіряна резорбційна токсичність), органи дихання (інгаляційна токсичність) або шлунково-кишковий тракт (пероральна токсичність). Відповідно, при оцінці токсичності

необхідно враховувати як характер і ступінь токсичності, так і спосіб попадання НХР в організм людини.

Найпоширенішими НХР є хлор і аміак.

Хлор – зеленувато-жовтий газ з різким запахом, погано розчиняється у воді, сильний окислювач. Перевозять його у зрідженому стані під тиском, ємності при нагріванні можуть вибухати. При потрапленні в атмосферу димить. Важчий за повітря ($d=1,56 \text{ т/м}^3$), накопичується в низьких ділянках місцевості, підвалах, тунелях. Пари хлору сильно подразнюють слизові оболонки та шкіру. При контакті виникають опіки, при вдиханні з'являється біль у грудях, сухий кашель, блювота, порушення координації рухів, задуха, різь в очах, сльозоточивість. Вражаюча концентрація 0,01 мг/л при експозиції 1 год. Засіб захисту – загальновійськовий протигаз, дегазуючі речовини – вода, слабкі розчини лугів.

Аміак – безбарвний газ з різким запахом, легший за повітря ($d=0,0008 \text{ т/м}^3$) у зрідженому стані $d=0,68 \text{ т/м}^3$, добре розчиняється у воді. На повітрі димить, горить за наявності постійного джерела вогню. Пари утворюють із повітрям вибухонебезпечні суміші. Перевозиться в зрідженому стані під тиском. Небезпечний при вдиханні, викликає кашель, задуху. Сильно подразнює слизові оболонки, викликає сльозоточивість, різь в очах, прискорене серцебиття. Вражаюча концентрація 0,2 мг/л при експозиції 6 годин, смертельна концентрація 7 мг/л при експозиції 0,5 год. Захист – спеціальний промисловий протигаз, дегазуюча речовина – вода.

На короткі відстані НХР перевозять автотранспортом в балонах, контейнерах та автоцистернах. Із широкого спектру балонів середньої ємності для зберігання і перевезення рідких НХР використовуються, як правило, балони ємністю від 0,016 до 0,05 м³. Ємність контейнерів змінюється в межах від 0,1 до 0,8 м³. Автоцистерни використовують для перевезення аміаку, хлору, гептилу і амілу. Стандартний аміаковоз має вантажопідйомність 3,2; 10 і 16 т. Рідкий хлор транспортують в автоцистернах місткістю до 20 т, аміл – до 40 т і гептил – до 30 т.

При аварії з НХР може утворюватись первинна та вторинна хмара НХР.

Хмара НХР – суміш пари і дрібних крапель небезпечної речовини із повітрям у вражаючих концентраціях, небезпечних для навколишнього середовища.

Первинна хмара НХР – це пароподібна частина небезпечної речовини, що перебуває в технологічній ємності над поверхнею зрідженого НХР і потрапляє в атмосферу безпосередньо при руйнуванні ємності без випаровування з підстилюючої поверхні.

Вторинна хмара НХР – це хмара небезпечної речовини, що виникає протягом певного часу в результаті випаровування НХР з підстилаючої поверхні (для летючих НХР час розвитку вторинної хмари після закінчення дії первинної хмари відсутній; для інших він залежить від властивостей НХР, стану обвалування і температури повітря).

Зона хімічного забруднення, утворена НХР, складається з ділянки розливу і території, над якою поширилися пари небезпечних речовин у вражаючих концентраціях.

Масштаби забруднення НХР в залежності від їхніх фізичних властивостей і агрегатного стану розраховуються:

- для зріджених газів – окремо за первинною і вторинною хмарою;
- для стиснутих газів – тільки за первинною хмарою;
- для токсичних рідин, що киплять при температурах вищих за температуру навколишнього середовища, – тільки за вторинною хмарою.

Для прогнозування за наведеною нижче методикою розлив «вільно» приймається, якщо НХР розливається підстильною поверхнею при висоті шару (h) не більше 0,05 м. Розлив «у піддон» приймається, якщо вилита НХР розливається поверхнею, яка має обвалування, при цьому висота шару розлитої НХР приймається із розрахунку $h=H-0,2$ (м), де H – висота обвалування, (м).

При аварії з ємностями, які містять кількість НХР менше від нижчих меж, вказаних в довідковій таблиці, глибини розраховуються методом інтерполювання між нижчим значенням та нулем. Метод інтерполяції докладно розглянуто в розділі 3.1, пункт розв'язку 4.

Усі розрахунки виконуються на термін не більше 4 год. Після отримання даних з урахуванням коефіцієнтів отримане значення порівнюється з максимальним значенням переносу повітряних мас за 4 год:

$$G=4 \cdot V,$$

де V – швидкість переносу повітряних мас, (км/год);

G – глибина зони, (км).

Для подальшого прогнозування обирають найменше з двох значень G , що порівнюються.

Для розрахунків приймають значення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря хлором, яке відповідає умовам, за яких виникла аварія з НХР (швидкість вітру, ступінь вертикальної стійкості повітря, температура повітря, кількість НХР), помножене на коефіцієнт, отриманий за табл. Д7.1 для даної НХР.

Розрізняють три види вертикальної стійкості повітря: інверсія, ізотермія і конвекція.

Інверсія виникає при ясній погоді, малій швидкості вітру (до 4 м/с), у вечірній час, приблизно, за 1 год до заходу сонця і припиняється за годину після сходу сонця. Нижні шари повітря холодніше верхніх, що перешкоджає розсіюванню НХР по висоті та створює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій забрудненого повітря.

Ізотермія спостерігається в хмарну погоду і характеризується стабільною рівновагою повітря в межах 20 – 30 м від земної поверхні. Ізотермія так само, як і інверсія, сприяє тривалому застою парів ОР і НХР на місцевості, у лісі, населених пунктах.

Конвекція виникає при ясній погоді, малих швидкостях вітру (до 4 м/с), приблизно через 2 год після сходу сонця і припиняється приблизно за 2 – 2,5 год до заходу сонця. При конвекції нижні шари повітря нагріваються сильніше ніж верхні, що сприяє швидкому розсіюванню забрудненої хімічною речовиною хмари і зменшенню її вражаючої дії.

Практична робота 5

Тема : Оцінка хімічної обстановки при аварії на хімічно небезпечному об'єкті (ХНО)

Мета: вивчити методику, яка застосовується для довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при аваріях на ХНО, транспорті та для визначення ступеня хімічної небезпеки ХНО та ХНАТО.

Для будь-якої аварії характерні стадії виникнення, розвитку і спаду небезпеки. На ХНО в розпалі аварії можуть діяти декілька факторів ураження: пожежа, вибухи, хімічне забруднення повітря і місцевості та інші, а за межами об'єктів - забруднення довкілля.

Дія НХР через органи дихання частіше, ніж через інші шляхи, призводить до ураження людей, реалізується на великих відстанях і площах зі швидкістю вітрового переносу. Для багатьох НХР характерна тривалість забруднення навколишнього середовища, а також прояв віддалених ефектів ураження людей і об'єктів біосфери.

Масштаби ураження при хімічно небезпечних аваріях залежать від метеорологічних обставин і умов зберігання НХР. Так, іноді сильний викид може не спричинити значної шкоди або вона буде мінімальною, у той же час менший викид в інших умовах може призвести до значної шкоди.

Оцінка хімічної обстановки – це визначення масштабів і характеру забруднення НХР місцевості, аналіз їхнього впливу на життєдіяльність населення, роботу ОГД і дії сил цивільного захисту, обґрунтування і впровадження відповідних заходів захисту.

Оцінка хімічної обстановки включає такі етапи:

- виявлення обстановки; –
- прогнозна оцінка обстановки;
- оцінка обстановки.

Під виявленням обстановки розуміють збір і обробку вихідних даних про аварію з НХР, визначення розмірів зон аварії та нанесення їх на карту (план) місцевості.

Під прогнозною оцінкою обстановки розуміють визначення впливу токсичності НХР на життєдіяльність населення, роботу ОГД і дії сил цивільного захисту (ЦЗ) на ХНО.

Оцінка обстановки включає аналіз отриманих результатів, вибір найбільш доцільних варіантів дій сил ЦЗ, оптимальних варіантів захисту населення з метою виключення або забезпечення мінімальних втрат.

Для прогнозування наслідків аварій з ХНО законодавчо затверджена і використовується методика [1].

Методика застосовується для довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при аваріях на ХНО, транспорті та для визначення ступеня хімічної небезпеки ХНО та ХНАТО.

ХНАТО – хімічно небезпечна адміністративно-територіальна одиниця (області, райони, населені пункти областей, що потрапляють у зону можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) при аваріях на ХНО). Прогноз і оцінка хімічної обстановки включає такі завдання:

- визначення глибини поширення хмари забрудненого повітря;
- визначення площі забруднення НХР;
- визначення напрямку руху хмари НХР;
- визначення часу підходу (t) хмари НХР до об'єкта;
- визначення можливих втрат людей, що перебувають у зоні хімічного забруднення (ЗХЗ).

Практичне заняття 6

Тема : Довгострокове (оперативне) прогнозування та методика його визначення на небезпечному хімічному підприємстві

Мета: визначення студентом таких параметрів:

- можливих масштабів забруднення;
- сил і засобів, необхідних для ліквідації наслідків аварії;
- складання планів робіт і накопичення довідкових матеріалів, схем;- оцінки стійкості роботи об'єкта.

Кількість НХР в одиничній максимальній технологічній ємності для об'єктів, що перебувають в небезпечних районах, приймається для умов розливу НХР в піддон (при обвалуванні), тобто:

$$h_{розл} = H - 0,2, \text{ (м)}$$

де H – висота обвалування, (м).

При розливі НХР «вільно» приймають $h_{розл} = 0,05$ м.

Загальну кількість НХР приймають для об'єктів, розташованих у небезпечних районах (сейсмонебезпечних, затоплюваних, поблизу границі об'єкта);

Метеоумови:

1. Ступінь вертикальної стійкості атмосфери «інверсія» (пояснення наведені в табл. Д5.4); при якій створюються найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій хмари НХР.

2. Швидкість вітру в приземному шарі $U=1$ м/с.

3. Температура повітря $T=+20^{\circ}\text{C}$.

- поширення хмари НХР приймається в межах кола $\phi=360^{\circ}$;
- приймається середня щільність населення для даної місцевості;
- ступінь заповнення ємності приймається 70% від паспортного об'єму;
- ємності з НХР руйнуються повністю;

– розрахунки для планування заходів щодо захисту населення проводяться в приземному шарі повітря (на висоті до 20 м над поверхнею землі).

Прогнозування:

1. Визначається глибина розповсюдження хмари НХР ($\Gamma_{\text{табл}}$) за табл. Дб.1–Дб.12.

2. Визначається площа зони можливого хімічного забруднення $S_{3\text{мхз}}$ як площа окружності за формулою:

$$S_{3\text{мхз}} = 3,14 \cdot \Gamma^2, (\text{км}^2)$$

$K_{3\text{м}}$ – коефіцієнт зменшення глибини поширення хмари НХР.

3. Визначається площа зони прогнозованого хімічного забруднення (площа еліпса) $S_{\text{нзхз}}$ за формулою:

$$S_{\text{нзхз}} = 0,11 \cdot \Gamma^2, (\text{км}^2).$$

4. Визначається площа зони прогнозованого хімічного забруднення, у яку може потрапити населений пункт або частина населеного пункту ($S'_{\text{нзхз}}$) за формулою:

$$S_{\text{нзхз}}' = Ш_{\text{нзхз}} \cdot b, (\text{км}^2)$$

де $Ш_{\text{нзхз}}$ – ширина ПЗХЗ, (км), визначається такими формулами:

при інверсії $Ш_{\text{нзхз}} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,6}$;

при конвекції $Ш_{\text{нзхз}} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,95}$;

при ізотермії $Ш_{\text{нзхз}} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,75}$.

b – найменший розмір населеного пункту, наводиться у вихідних даних для розв'язку завдань, (км).

5. Визначається час підходу хмари НХР до заданого об'єкта за формулою:

$$t = \frac{X}{V}, (\text{год})$$

де X – відстань від джерела забруднення до заданого об'єкта, наводиться у вихідних даних для розв'язку завдань, (км);

V – швидкість переносу переднього фронту забрудненої хмари НХР залежно від швидкості вітру, вибирається за табл. Д4.2, (км/год).

б. Визначається кількість населення, що проживає в тій частині населеного пункту (об'єкта), що потрапляє в прогнозовану зону хімічного забруднення ($S'_{пзхз}$) за формулою:

$$N_{жпзхз} = N_{ж} \cdot S'_{пзхз}, \text{ (осіб)}$$

де $N_{ж}$ – кількість жителів, (осіб);

$N_{жпзхз}$ – кількість жителів, що опинилися в осередку забруднення (в зоні $S'_{пзхз}$), (осіб);

$S'_{пзхз}$ – відносна площа населеного пункту, що потрапила у зону прогнозованого хімічного забруднення у %.

Графічно зображуються ЗМХЗ, ПЗХЗ, населений пункт:

- в обраному масштабі синім кольором позначається зруйнована сміність з НХР;
- радіусом, що дорівнює r , наноситься зона ЗМХЗ, яка зафарбовується жовтим кольором, границі зони позначають синім кольором;
- з урахуванням напрямку вітру (δ°) наноситься ПЗХЗ (еліпс);
- на віддаленні X у зоні ПЗХЗ наноситься населений пункт (як найгірший варіант);

Практична робота 7

Тема : Аварійне прогнозування та методика його визначення на небезпечному хімічному підприємстві

Мета: визначення студентом таких параметрів:

- **можливих масштабів забруднення;**
- **засобів, необхідних для ліквідації наслідків аварії;**
- **складання планів робіт і накопичення довідкових матеріалів, схем;- оцінки стійкості роботи об'єкта.**

Виконується під час виникнення аварії за даними розвідки місцевості, де виникла аварія для визначення можливих наслідків аварії та порядку дій у зоні можливого забруднення.

Прогнозування здійснюється на термін не більше ніж 4 год, за умов необхідності прогнозування на більший термін прогноз має бути уточнений за даними розвідки.

Для аварійного прогнозування використовуються такі дані:

- загальна кількість (Q) НХР на момент аварії в ємності, де відбулася аварія в тоннах;
- характер розливу НХР на підстилаючій поверхні «вільно» при $h=0,05$, (м), або «в піддон» при $h=H - 0,2$, (м);
- реальні (фактичні) метеоумови: швидкість і напрямок вітру в приземному шарі (висота до 20 м над поверхнею землі), (м/с); температура повітря, (°C); ступінь вертикальної стійкості повітря;
- середня щільність населення, що проживає в місцевості, над якою поширюється хмара НХР, (осіб/км²);
- форма ЗМХЗ приймається у виді сектора окружності, в напрямку вітру (δ°). При цьому площа ЗМХЗ визначається за формулою:

$$S_{ззхз} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \phi, \text{ (км}^2\text{)}$$

де $8,72 \cdot 10^{-3}$ – постійний коефіцієнт;

Γ – глибина зони, (км), розрахована за формулою (2.3); ϕ – кутовий розмір ЗМХЗ, вибирається за табл. Д5.2. Площа ПЗХЗ розраховується за формулою:

$$S_{пзхз} = K_2 \cdot \Gamma^2 \cdot N_{0,2}, \text{ (км}^2\text{)}$$

де K_2 – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, вибирається за табл. Д5.1;

N – час, що пройшов після аварії, (год), (час, на який розраховується глибина і площа ПЗХЗ).

1. При довгостроковому прогнозуванні:

- площа зони можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) обмежена окружністю радіусом, що дорівнює глибині зони забруднення (L), з урахуванням коефіцієнта зменшення глибини (рис. 2.1).

- прогнозована зона хімічного забруднення зображується еліпсом з урахуванням напрямку вітру, наприклад: напрямком вітру західний (рис. 2.2).

2. При аварійному прогнозуванні:

- площа зони можливого хімічного забруднення також має вид окружності радіусом, що дорівнює глибині зони забруднення (L) при швидкості вітру $U < 1$ м/с (рис. 2.3);

- площа зони можливого хімічного забруднення має вид:

- півкола ($\varphi = 180^\circ$) при швидкості вітру $U = 1$ м/с (рис. 2.4),
- сектора з кутом вершини $\varphi = 90^\circ$ при швидкості вітру U від 1 м/с до 2 м/с (рис. 2.5)
- сектора з кутом вершини $\varphi = 45^\circ$ при швидкості вітру $U > 2$ м/с (рис. 2.6).

Зона можливого

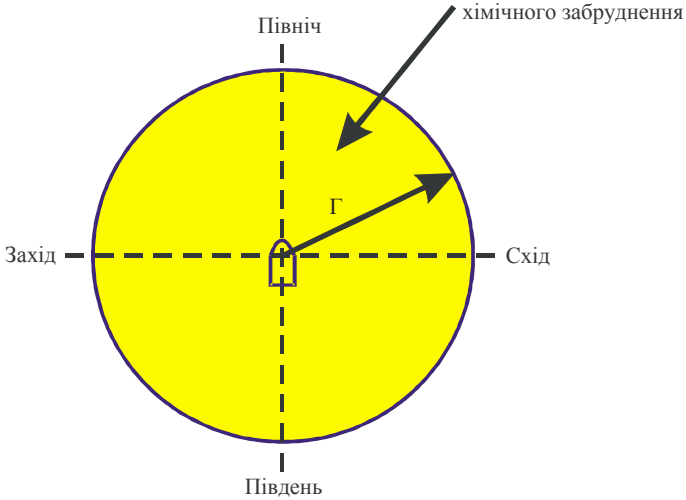


Рис. 2.1. Схема зони можливого хімічного забруднення при довгостроковому прогнозуванні, $U=1$ м/с, $\varphi=360^\circ$

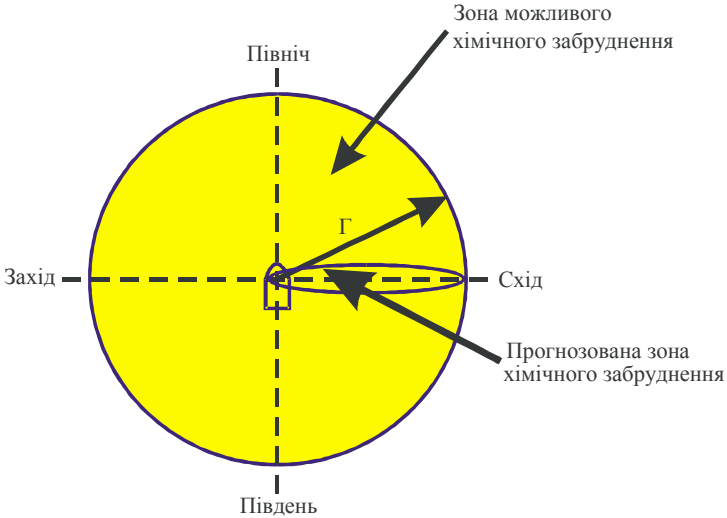


Рис. 2.2. Схема нанесення прогнозованої зони хімічного забруднення при довгостроковому прогнозуванні, напрямок вітру західний, $U=1$ м/с, $\varphi=360^\circ$

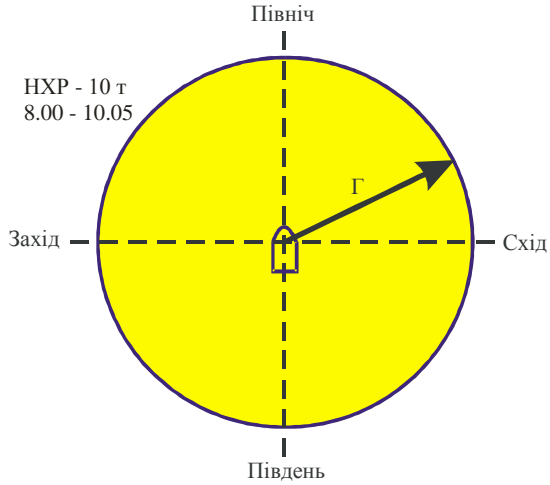


Рис. 2.3 Схема зони можливого хімічного забруднення при аварійному прогнозуванні $U < 1$ м/с, $\varphi = 360^\circ$.

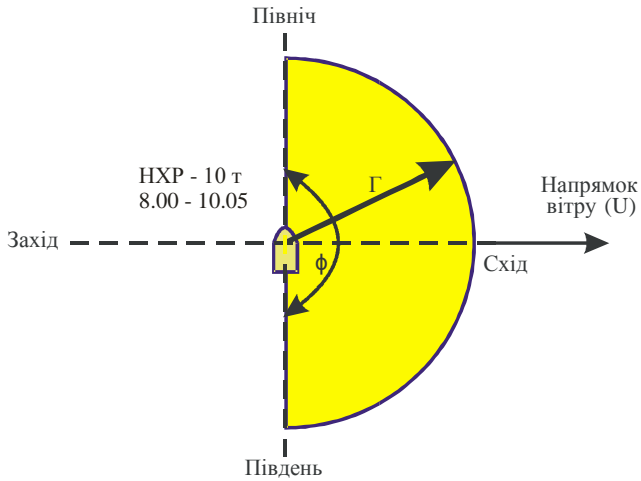


Рис. 2.4. Схема зони можливого хімічного забруднення при аварійному прогнозуванні напрямку вітру західний, $U = 1$ м/с, $\varphi = 180^\circ$.

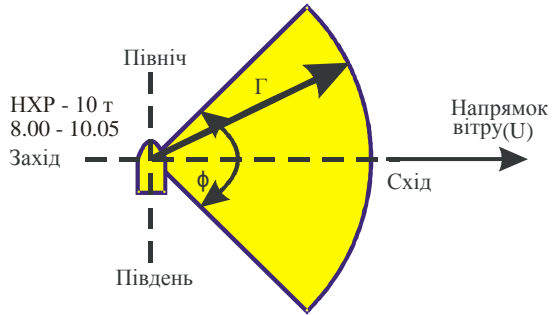


Рис. 2.5. Схема зони можливого хімічного забруднення при аварійному прогнозуванні напрямку вітру західний, $U=1\dots 2$ м/с, $\varphi=90^\circ$.

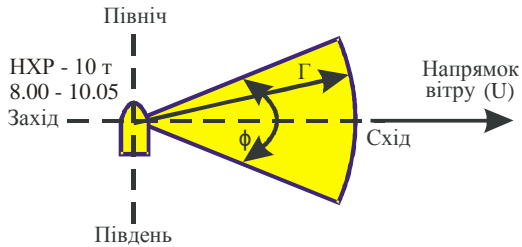


Рис. 2.6. Схема зони можливого хімічного забруднення при аварійному прогнозуванні напрямку вітру західний, $U>2$ м/с, $\varphi=45^\circ$.

Практична робота 8

Тема : Методика вирішення завдань з оцінки хімічної обстановки при аваріях з НХР (приклади та постановки завдання)

Мета: ознайомитись із Методикою вирішення завдань довгострокового (оперативного) прогнозування

Приклад 1.

Постановка завдання

На ХНО, розташованому на відстані $X=9$ км від населеного пункту, можлива аварія з двома ємностями, у яких знаходиться 50 і 100 т хлору відповідно. Ємності обваловані, висота обвалування $H=2,3$ м.

Населений пункт має максимальні розміри: довжина $a=5$ км, ширина $b=4$ км. На момент аварії люди перебувають у приміщеннях без протигазів. Площа населеного пункту $S_{нт}=18$ км². Тут слід звернути увагу на те, що населені пункти частіше за все не мають форми правильних геометричних фігур (прямокутник, окружність, трикутник і т. ін.). Скоріше за все населений пункт буде мати складну геометричну форму, площу якої можна оцінити розбиттям складної фігури на прості та сумуванням їхніх площ. Саме тому максимальні розміри населеного пункту не дають фактичного (точного) значення його площі.

У населеному пункті проживає жителів $N_{ж}=12$ тис. осіб.

Метеоумови: інверсія, швидкість вітру в приземному шарі $U=1$ м/с, температура повітря $T=+20^{\circ}\text{C}$, напрямок вітру: північно-західний. Прогнозований час аварії 10.00 - 10.05.

На підставі [1] для прогнозування прийнято такі допущення:

- розрахунок проводиться за максимальною кількістю НХР, що перебуває в одиничній максимальній технологічній ємності, тобто $Q=100$ т.
- розмір ЗМХЗ приймається у виді окружності, тобто $\varphi=360^{\circ}$.

Необхідно провести довгострокове прогнозування.

Розв'язок:

1. Визначається табличне значення глибини розповсюдження хлору за табл. Дб.1 за вхідними параметрами: $Q=100$ т хлору, $T=+20^{\circ}\text{C}$, $U=1$ м/с:

$$\Gamma_{\text{табл}}=82,2, (\text{км}).$$

2. Вибирається значення коефіцієнта зменшення глибини ($K_{\text{зм}}$) за висотою обвалування $H=2$ м і НХР – хлор:

$$K_{\text{зм}} = 2,4 .$$

3. Визначається фактична глибина поширення хмари за формулою:

$$\Gamma = 34,25, (\text{км})$$

4. Визначається тривалість вражаючої дії хлору $t_{\text{вд}}$ (при НХР – хлор, $U=1$ м/с, $T=+20^{\circ}\text{C}$, характер розливу – «у піддон», для нашого випадку $H=2,3$ м).

З табл. Д8.1 видно, що довідкові показники випаровування НХР існують тільки для $H_{\text{мін}}=1$ м та $H_{\text{макс}}=3$ м. В цьому випадку для $H_i=2,3$ м слід використовувати метод інтерполяції даних, який проводять за такою формулою:

$$t_{\text{вд}} = t_{\text{мін}} + t_{\text{макс}} - t_{\text{мін}} \cdot \left(\frac{H_i - H_{\text{мін}}}{H_{\text{макс}} - H_{\text{мін}}} \right), (3.2)$$

де $H_{\text{мін}}$ – найближче мінімальне табличне значення висоти обвалування до $H_i=2,3$ м. В нашому випадку $H_{\text{мін}}=1$ м;

$H_{\text{макс}}$ – найближче максимальне табличне значення висоти обвалування до $H_i=2,3$ м. В нашому випадку $H_{\text{макс}}=3$ м; $t_{\text{мін}}$ – час випаровування НХР (хлору) для $H_{\text{мін}}$ за табл. Д8.1. В нашому випадку $t_{\text{мін}}=23,9$ год; $t_{\text{макс}}$ – час випаровування НХР (хлору) для $H_{\text{макс}}$ за табл. Д8.1.

В нашому випадку $t_{\text{макс}}=83,7$ год;

$$\begin{aligned} \text{тоді } t_{\text{год}} &= 23,9 + \frac{83,7 - 23,9}{3 - 1} \cdot (2,3 - 1) = 62,77, \\ (\text{год}). \end{aligned}$$

5. Визначається площа зони можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) як площа окружності за формулою:

$$S_{\text{ЗМХЗ}} = \pi \cdot \Gamma^2 = 3,14 \cdot 34,25^2 = 3,14 \cdot 1173,0625 = 3683,41 \text{ (км}^2\text{)}$$

6. Визначається площа прогнозованої зони можливого хімічного забруднення (ПЗХЗ) за формулою:

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = 0,11 \cdot \Gamma^2 = 0,11 \cdot 34,25^2 = 0,11 \cdot 1173,0625 = 129,03, \text{ (км}^2\text{)}$$

7. Визначається площа прогнозованої зони хімічного забруднення населеного пункту за формулою:

$$S_{\text{пзхз}} = S_{\text{пзхз}} \cdot b = 0,3 \cdot \Gamma \cdot 0,6 \cdot b = 0,3 \cdot 34,250,6 \cdot 4 \approx 10, \text{ (км}^2\text{)}$$

8. Визначається час підходу зараженої хмари НХР до населеного пункту за формулою:

$$t = \frac{X}{U} = \frac{9}{5} = 1,8, \text{ (год)}$$

де $X=9$ км, за умовами завдання;

$V=5$ км/год за табл. Д4.2, для інверсії, $U=1$ м/с.

9. Визначається відносна площа населеного пункту ($S'_{\text{пн}}$), що опиниться в ПЗХЗ, за формулою: $S'_{\text{пн}} = (\%)$

$$= \frac{S'_{\text{пзхз}}}{S_{\text{пн}}} \cdot 100\% = \frac{10}{18} \cdot 100\% = 55,55$$

10. Визначається кількість жителів, що проживають у прогнозованій зоні хімічного забруднення населеного пункту за формулою:

$$N_{\text{зпзхз}} = N_{\text{жс}} \cdot S'_{\text{пн}} = 12000 \cdot 55,55/100 = 6666 \text{ (осіб)}.$$

11. Визначаються можливі втрати населення (прогнозовані) з використанням табл. Д5.3: вибираємо для умов перебування людей у приміщеннях, без протигазів відсоток втрат – 50%; тоді прогнозовані втрати становитимуть:

$$N_{вт} = N_{жс\ пзхз} \cdot 50\% = 6666 \cdot 50/100 = 3333, \text{ (осіб);}$$

смертельних наслідків 35%, що становитиме:

$$N = 3333 \cdot 35\% = 1166, \text{ (осіб). 100\%}$$

12. Схематично, або на карту (план) місцевості наносяться зони хімічного забруднення, населений пункт у масштабі та формулюються висновки

- у випадку можливої аварії на ХНО і напрямку вітру в бік населеного пункту через 1,8 год (при даному стані атмосфери і швидкості вітру) більше 55 % населеного пункту потрапить в зону забруднення хімічною хмарою;
- при знаходженні в приміщеннях без засобів захисту і своєчасного оповіщення про аварію, що сталась на промисловому об'єкті, прогнозовані втрати населення можуть становити 3333 осіб, з них зі смертельним результатом – 1166 осіб.

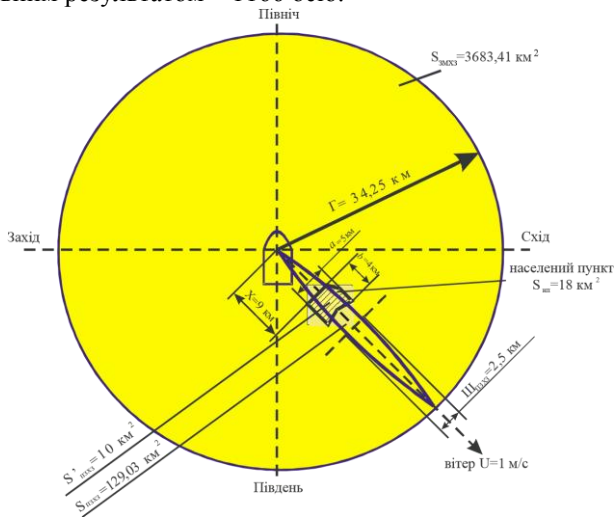


Схема хімічного забруднення населеного пункту

Практична робота 9

Тема : Методика вирішення завдань аварійного прогнозування

Мета: вирішування студентом завдань аварійного прогнозування

Приклад 2.

Постановка завдання.

У результаті аварії на ХНО розлилося 10 т хлору, розлиття вільне, без перешкод (без піддонів, без обвалування, при цьому приймаємо $h=0,05$ м). Швидкість вітру $U=2$ м/с, ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія, температура повітря $T=+20^{\circ}\text{C}$, вітер південно-східний, населений пункт розташований на північному сході від місця аварії на віддаленні 20 км. У населеному пункті проживає 2 тис. мешканців. **Розв'язок:**

1. Визначається табличне значення глибини поширення хмари НХР за табл. Д6.1 (для хлору $Q=10$ т, $T=+20^{\circ}\text{C}$, $U=2$ м/с, інверсія):

$$\Gamma_{\text{табл}} = 11,3, \text{ (км)}.$$

2. З урахуванням того, що ПЗХЗ розповсюджується на захід від місця аварії, населений пункт перебуває на північному сході від місця аварії та віддалення населеного пункту X виявляється більше, ніж $\Gamma_{\text{табл}}$, то в подальших розрахунках приймаємо $\Gamma_{\text{табл}} = \Gamma = 11,3$ км.

3. Визначається кутівий розмір зони ЗМХЗ ϕ за табл. Д5.2 (при $U=2$ м/с):

$$\phi = 90^{\circ}.$$

4. Визначається площа зони ЗМХЗ за формулою:

$$\begin{aligned} S_{\text{ЗМХЗ}} &= 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \phi = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 11,3^2 \cdot 90^{\circ} = \\ &= 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 127,69 \cdot 90^{\circ} = 100,2, \text{ (км}^2\text{)}. \end{aligned}$$

5. Визначається ПЗХЗ на 1 годину після аварії за формулою:

$$S_{пзхз} = K_2 \cdot \Gamma_2 \cdot N_{0,2} = K \cdot \Gamma_2 \cdot T_{0,2} = 0,081 \cdot 11,32 \cdot 10,2$$
$$=$$
$$= 0,081 \cdot 127,69 \cdot 1 = 10,34, (\text{км}^2).$$

6. Визначається ширина ПЗХЗ за формулою:

$$\text{Ш}_{\text{ПЗХЗ}} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,6} = 0,3 \cdot 11,3^{0,6} = 0,3 \cdot 4,28 = 1,285, (\text{км}).$$

7. Визначається тривалість вражаючої дії хлору за табл. Д8.1 (при $U=2$ м/с, характер розливу «вільно»)

$$t_{\text{гд}} = 1,12 \text{ год.}$$

8. Визначається час підходу хмари НХР до населеного пункту (за завданням викладача - 2 години)

$$\text{НХР } t=2$$

9. **Висновок:** аварія на ХНО не вплине на життєдіяльність населеного пункту, тому що тривалість вражаючої дії хлору $t_{\text{гд}}=1,12$ год менше часу підходу хмари НХР $t=2$ год до даного населеного пункту.

Практична робота 10

Тема : Методика вирішення завдань аварійного прогнозування

Мета: вирішування студентом завдань аварійного прогнозування на прикладі певної місцевості

Приклад 1

Постановка завдання.

Умовно на молокозаводі №2 м. Запоріжжя відбулася аварія, у результаті якої зруйнувалася 300-тонна ємність зі зрідженим аміаком ($Q=300$ т). Метеоумови: вечір, ясно, інверсія, температура повітря $T=+20^{\circ}\text{C}$, вітер у напрямку СНУ ім. В. Даля $\delta=74^{\circ}$, швидкість вітру $U=2$ м/с. Ємність не має обвалування.

Провести оцінку хімічної обстановки на 1 годину після аварії та розробити рекомендації із захисту робітників, службовців, студентів університету.

Розв'язок:

1. За табл. Д6.1 визначаємо глибину поширення хмари зараженого повітря. Для умов: $Q=300$ т, температури повітря $T=+20^{\circ}\text{C}$ і швидкості вітру $U=2$ м/с, НХР – аміак, вибираємо $\Gamma_{\text{мабт}}=12,9$ км.

2. Визначаємо ~~час~~ формування зони хімічного забруднення в результаті аварії за формулою:

$$t = \Gamma / V = 3,7 / 10 = 0,37, \text{ (год)}$$

де Γ – глибина зони забруднення, км;

V – швидкість переносу хмари забрудненого повітря, за табл. Д4.2. В нашому випадку для $U=2$ м/с та інверсії знаходимо $V=10$ км/год.

3. Визначаємо час випаровування (час вражаючої дії осередку забруднення) НХР, за табл. Д8.1 для аміаку при $U=2$ м/с, характеру розливу «вільного» ($H=0,05$ м):

$$t_{\text{вд}} = 1,05, \text{ (год)}$$

4. Визначаємо площу ЗМХЗ за формулою:

$$S_{\text{ЗМХЗ}} = 3,14 \cdot \Gamma^2 = 3,14 \cdot 3,7^2 = 3,14 \cdot 13,69 = 42,99, \text{ (км}^2\text{)}$$

5. Визначаємо площу прогнозованої зони можливого забруднення за формулою:

$$S_{\text{нхз}}=0,11 \cdot \Gamma^2=0,11 \cdot 3,7^2=0,11 \cdot 13,69=1,51, \text{ (км}^2\text{)}.$$

6. Визначаємо ширину зони прогнозованого хімічного забруднення за формулою для умов інверсії:

$$Ш_{\text{нхз}}=0,3 \cdot \Gamma^{0,6}=0,3 \cdot 3,7^{0,6}=0,3 \cdot 2,19=0,66, \text{ (км)}.$$

7. В обраному масштабі наносимо на карту реальної місцевості зону можливого і прогнозованого хімічного забруднення. За цих умов зона забруднення являє собою сектор з кутом у 90° . Умовним знаком позначасмо зруйновану ємність з аміаком, і за напрямком вітру відкладаємо вісь сліду хмари зараженого повітря. Від осі сліду відкладаємо границі секторів в одну та іншу сторону (по 45°). Після чого радіусом, що дорівнює глибині забруднення (Γ), з'єднуємо границі сектора.

8. Висновки:

– За вищенаведених умов територія потрапить у зону можливого і прогнозованого забруднення.

– З метою захисту особового складу університету необхідно:

- а) сповістити робітників, службовців і студентів університету про аварію,
- б) припинити заняття та евакуювати особовий склад університету в безпечне місце,
- в) організувати медичну допомогу потерпілим,
- г) провести дегазацію території університету, навчальних, допоміжних, житлових корпусів.

Практична робота 10

Тема: Практичне завдання оцінки стійкості роботи промислових об'єктів

Мета: ознайомитись із утворенням та формуванням осередку хімічного забруднення та гнати оцінку стійкості роботи промислового підприємства

Під стійкістю роботи об'єктів господарської діяльності розуміють їхню спроможність в умовах надзвичайної ситуації випускати продукцію в запланованому обсязі, а при середніх руйнуваннях або порушеннях зв'язків з кооперації та поставок відновляти виробництво у мінімальні терміни.

Під стійкістю роботи об'єктів, які безпосередньо не випускають матеріальні цінності, розуміють їхню спроможність виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій.

Утворення та формування осередку хімічного забруднення залежить від методу збереження, кількості, типу НХР, метеорологічних умов, характеру місцевості, відстані від житлової зони.

У містах спостерігається поширення хмари забруднення за напрямком магістральних вулиць, проникаючи у двори і тупики. Хлор, сірчистий ангідрид важчі за повітря, тому хмара забруднення поширюється за вітром впритул до землі (аміаку – навпаки).

Забезпечення стійкості роботи об'єктів економіки, навчальних закладів в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу є одним з основних завдань Єдиної державної системи попередження і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру.

Оцінка стійкості роботи промислового об'єкта, навчального закладу при виникненні НС хімічного характеру включає:

- визначення часу, протягом якого територія об'єкта буде небезпечною для людей;
- аналіз хімічної обстановки та її вплив на виробничий (навчальний) процес;
- обсяг виробничого персоналу, що отримує ураження.

Межею стійкості об'єкта (навчального закладу) до хімічного забруднення є гранична токсична доза (D_{zp}), що призводить до появи початкових ознак ураження виробничого персоналу і зниження його працездатності.

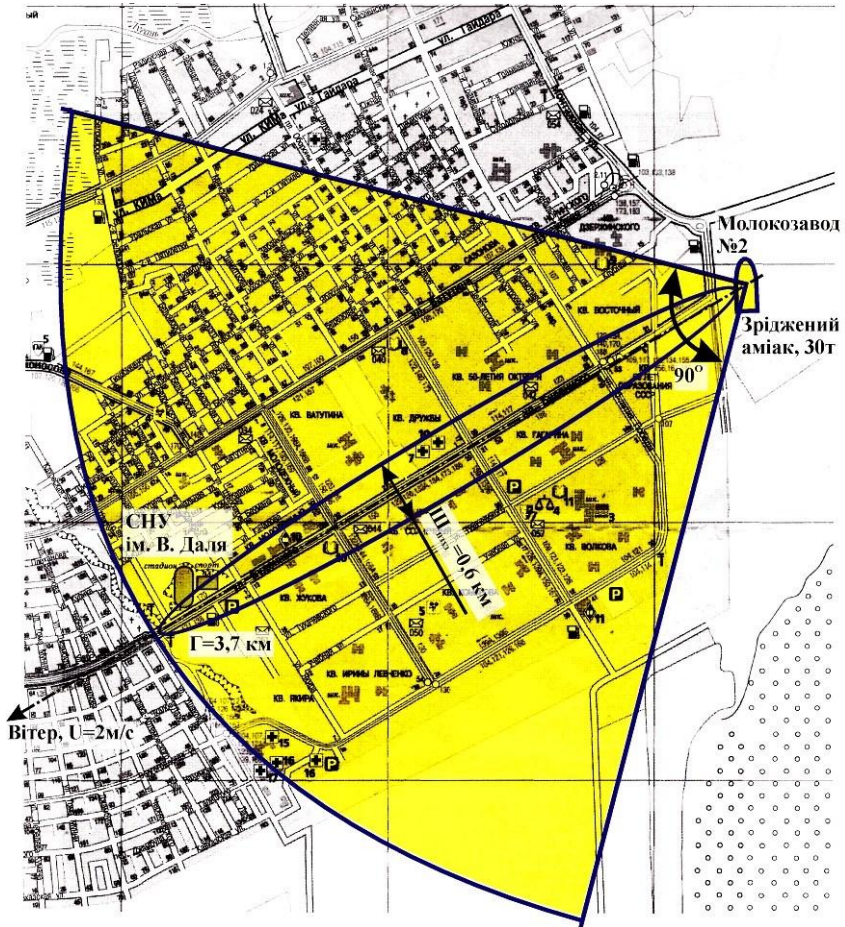


Схема хімічного забруднення при аварії на
молокозаводі №2

Література

1. Методика прогнозування наслідків вилуви (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. № 73/82/64/122 від 27.03.2011. Київ. – 32 с.
2. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист. Підручник. Київ: «Знання-Прес». – 2007. – С. 69-72; С. 279-307.
3. Миценко І.М., Мезенцева О. М. Цивільна оборона. Підручник. Чернівці: Книги-XXI. – 2004. – С. 201-231.
4. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Суми: Університетська книга. – 2003. – 300 с.
5. Касьянов М. А., Гуляев В.П., Друзь О.М., Медяник В.О., Колібабчук О.О. Цивільний захист. Навчальний посібник. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля. – 2007. – 88 с.
6. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Під ред. В.Г. Цапко. Київ: «Знання». – 2006. – 397 с.
7. Касьянов М.А., Гуляев В.П., Друзь О.М. Прилади радіаційної, хімічної розвідки та дозиметричного контролю, газоаналізатори. Навчальний посібник – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля., 2006. – 188 с.
8. Касьянов М.А., Ревенко Ю.П., Медяник В.О., Арнаут І.М., Друзь О.М., Тищенко Ю.А. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Луганськ: Видво Східноукр. нац. ун-ту. ім. В. Даля, 2006.–284 с.
9. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навч. посібник. – К., 2006. – 390 с.
10. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высш. школа, 2002. – 357 с.