

Методичні рекомендації
додаткового заняття з напрямку РХБ захисту
З особовим складом підпорядкованих підрозділів
МЦШР ДСНС України

ТЕМА 3. Бойові отруйні речовини, їх класифікація та основні властивості

Характеристика бойових токсичних хімічних речовин

Вимоги, які висуваються до бойових токсичних хімічних речовин

Відповідно до бойового завдання, для виконання якого використовується ХЗ, та особливостей ХЗ, до БТХР висувається низка вимог, що визначають взяття їх на озброєння. Ці вимоги обумовлюються необхідністю забезпечення найбільшої ефективності та економічності бойового застосування ХЗ і можуть бути об'єднані у такі групи:

- вимоги, обумовлені токсичними властивостями;
- вимоги, обумовлені поведінкою на місцевості;
- вимоги, обумовлені економічністю;
- вимоги, обумовлені можливістю дезорганізації захисту військ.

Вимоги, обумовлені токсичними властивостями

Основною вимогою, що висувається до БТХР, є їх висока токсичність, тобто властивість уражати організм за малих доз. Ця характеристика БТХР характеризує ступінь їх токсичної дії. Крім цього, до БТХР висуваються вимоги універсальності дії (здатності БТХР уражати організм у випадку різних шляхів проникнення до нього - через органи дихання, шкіру, з їжею, питною водою та ін.), а також широти дій (властивості викликати смертельне ураження у випадку відносно великих доз і разом з тим хоч би тимчасово виводити живу силу із ладу в разі відносно малих доз). Велике значення під час оцінювання БТХР має швидкість дії - відсутність прихованого періоду дії під час ураження живої сили.

Всі ці характеристики, що складають комплекс токсичних властивостей БТХР, визначаються низкою чинників і, у першу чергу, залежать від особливостей організму або об'єкта впливу БТХР і від реакційної здатності БТХР, що є функцією її будови.

Вимоги, обумовлені поведінкою на місцевості

Ефективність застосування ХЗ залежить не тільки від токсичних властивостей БТХР, але й від поведінки її в момент застосування і під час перебування в реальних природних умовах. Так, коефіцієнт бойового використання будь-якого засобу хімічного нападу, перш за все, визначається стійкістю БТХР до впливу високих температур і тиску (наприклад, під час вибуху боеприпасу), із цього випливають вимоги термічної та вибухової стійкості БТХР. До інших фізико-хімічних характеристик БТХР, що впливають на ефективність застосування, належать: температура замерзання, в'язкість, поверхневий натяг, леткість.

В усіх випадках БТХР у природних умовах має бути стійкою до світла, радіації та кисню повітря, інертною до вологи повітря і ґрунту.

Вимоги, обумовлені економічністю

Економічність ХЗ, перш за все, визначається доступністю і дешевиною БТХР, що використовуються. У свою чергу, ці економічні характеристики БТХР залежать:

- від доступності й дешевизни сировинних продуктів під час виробництва БТХР;
- рентабельності виробництва (малостадійності способу отримання, простоти технологічної схеми, безперервного і потокового виробництва, дешевини обладнання);
- можливості асиміляції в народному господарстві сировини та напівфабрикатів виробництва, обладнання і самої БТХР.

Природно, що економічні фактори визначають масштаби виробництва БТХР, а отже, і масштаби застосування ХЗ.

Вимоги, обумовлені можливістю дезорганізації захисту військ

Характер цих вимог визначається комплексом заходів захисту військ від дії ХЗ. Оскільки цей комплекс містить заходи зі своєчасного визначення БТХР, використання засобів захисту, здійснення дегазації та санітарної обробки, а також із лікування уражених, то, напевно, найкращими будуть БТХР, що характеризуються такими властивостями:

- мають важко визначатися: цьому сприяють надто малі бойові концентрації БТХР, а також відносна інертність їх до різних хімічних реагентів, що використовуються у засобах індикації;
- долати шихту протигаза і засобів захисту шкіри, що також пов'язано з відносною хімічною інертністю БТХР та низкою їх специфічних фізико-хімічних властивостей, наприклад, із поганим сорбуванням активованим вугіллям;
- важко дегазуватися на різних об'єктах, що обумовлюється їх хімічною інертністю щодо окиснювачів, хлоруючих реагентів, основ і лугів, тобто речовин, що використовуються переважно як дегазуючі засоби;
- важко лікуватися у випадку ураження (відсутність антидотів).

Класифікація бойових токсичних хімічних речовин

Фізіологічна класифікація

Фізіологічна класифікація визначається перевагою токсичної дії тієї або іншої отруйної речовини на організм та симптомів, що виникають під час ураження даною групою ОР.

За цією класифікацією ОР поділяються на шість груп:

- нервово-паралітичні (VX, зоман, зарин);
- шкірноаривні (іприт, люїзит, азотисті іприти);
- загальноотруйні (синильна кислота, хлорціан, оксид вуглецю);
- задушливі (фосген, дифосген, фториди хлору та сірки);
- подразливі (CS, CR, хлорпікрин, хлорацетофенон, адамсит);
- психохімічні (BZ, LSD).

Тактична класифікація

Тактична класифікація групує БТХР за їх бойовим призначенням. За цією класифікацією БТХР поділяються на дві групи: смертельної дії та ті, що тимчасово виводять із ладу (рис. 1.3).

Смертельні ОР призначені для знищення живої сили. До них належать ОР нервово-паралітичної, шкірноаривної, загальноотруйної та задушливої дії, ботулінічний токсин.

ОР, що тимчасово виводять із ладу, призначені для виведення живої сили із ладу на термін від декількох хвилин до декількох діб. До них належать психохімічні та подразливі ОР, стафілококовий ентеротоксин.

Класифікація за швидкістю настання уражаючої дії

Розрізняють швидкодіючі та повільнодіючі ОР залежно від того, мають вони період прихованої дії чи ні.

До **швидкодіючих ОР** належать ті, що не мають періоду прихованої дії, які за декілька хвилин спричиняють смерть і втрату боєздатності. Такими ОР є: зарин, зоман, синильна кислота, хлорціан, CS, CR.

До **повільнодіючих ОР** належать ті, що мають період прихованої дії та уражають через деякий час. Такими ОР є: VX, іприт, фосген, BZ.

Швидкість уражаючої дії в часі, наприклад, для VX залежить від виду бойового стану ОР і шляхів впливу на організм. Якщо у стані грубодисперсного аерозолю і крапель його шкірно-резорбтивна дія є уповільненою, то в стані пари та мілкодисперсного аерозолю його інгаляційна уражаюча дія досягається швидко. Швидкість дії ОР залежить також від кількості (доза) ОР, що потрапила до організму.

Такий розподіл ОР є недосконалим, тому що деякі повільнодіючі речовини, які будучи введені в атмосферу в дуже високих концентраціях, викликають ураження за короткий час, практично без періоду прихованої дії (фосген).

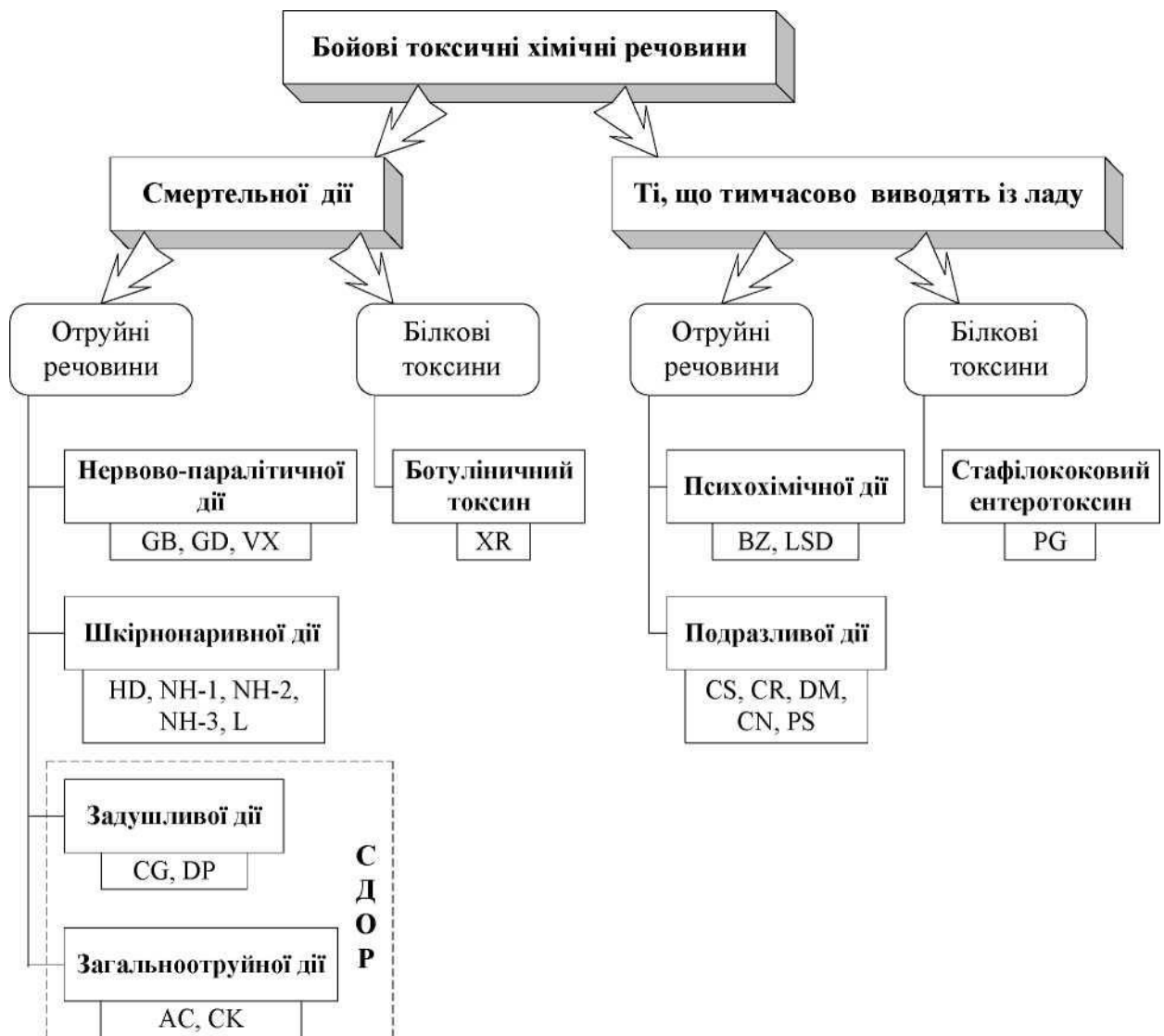


Рис. 1.3 - Тактична класифікація бойових токсичних хімічних речовин

Класифікація за тривалістю збереження уражаючої здатності

Залежно від тривалості збереження здатності уражати живу силу під час зараження військ і місцевості ОР поділяються на дві групи: стійкі та нестійкі.

До групи **стійких** ОР належать речовини, що мають порівняно високу температуру кипіння (умовно більше 150 °С) і відповідно незначний тиск насиченої пари. Цим ОР властива значна стійкість (від кількох годин влітку до декількох днів і навіть тижнів взимку), що дозволяє застосувати їх для зараження місцевості та військової техніки. За допомогою спеціальних боєприпасів, що вводять ОР до надземного шар атмосфери у вигляді туману, СОР можуть бути використані також і для ураження живої сили через органи дихання та шкіри. До стійких ОР належать VX, зоман, іприт.

До групи **нестійких** ОР належать речовини з низькими температурами кипіння (умовно до 150 °С) і відповідно достатньо високим тиском насиченої пари. Під час розриву бойових оболонок подібного роду речовини, потрапляючи до атмосфери у вигляді пари, утворюють хмару зараженої атмосфери, яка поширюється за напрямком вітру і досить швидко розсіюється. Швидкість розсіювання залежить від метеорологічних умов і рельєфу місцевості. Основним призначенням ОР цієї групи є зараження надземного шару атмосфери для ураження живої сили через органи дихання. До нестійких ОР належать зарин, синильна кислота, хлорціан, фосген.

Бойовий стан отруйних речовин

Бойовим станом називають стан, в якому ОР знаходиться в момент застосування і викликає при цьому максимальний ефект в ураженні живої сили.

Більшість сучасних ОР являють собою рідини або тверді тіла. Деякі ОР за нормальних умов являють собою газоподібні сполуки. Для газоподібних ОР їх звичайний стан і є бойовим станом. Для рідких і твердих ОР він характеризується ступенем дисперсності (подрібнення) речовини.

Розрізняють такі бойові стани ОР:

- **пароподібний**, коли ОР знаходиться в атмосфері у вигляді пари або газу;
- **аерозольний**, коли рідкі або тверді ОР є завислими у повітрі у вигляді частинок різного розміру: від тонкодисперсних діаметром до 10 мкм (туман, дим) до грубодисперсних діаметром понад 10 мкм (мряка, великі частинки диму);
- **крапельно-рідкий**.

Уражаюча дія ОР, які проникають до організму через органи дихання (під час інгаляції), є характерною здебільшого для пароподібного й аерозольного (туманоподібного та димоподібного) бойових станів. Зараження через шкірні покриви (під час резорбції) може відбуватися в усіх бойових станах ОР, за винятком твердого аерозолі (дим).

Одна і та ж ОР може перебувати в декількох бойових станах. Так, речовина іприт може знаходитися після застосування у вигляді пари, аерозолі або крапель, і всі ці стани іприту є бойовими. Однак замерзлий твердий іприт не знаходиться у бойовому стані, оскільки у такому вигляді він практично не викликає ураження.

Ефективність дії ОР у тому або іншому бойових станах залежить тільки від їх токсичних властивостей. Доцільність же досягнення того або іншого бойового стану визначається багатьма факторами, в тому числі способами і засобами застосування, бойовими властивостями ОР, метеорологічними умовами.

ОР можуть переходити у бойовий стан різними способами, в основу яких покладені ті або інші методи дроблення і розпилення речовин під час їх вивільнення з бойових оболонок.

Хімічні властивості отруйних речовин

Вибір тих або інших отрут як ОР обумовлюється не тільки їх високою токсичністю й оптимальними для їх застосування фізико-хімічними характеристиками, але й їх хімічними властивостями. Хімічні властивості відображають здатність даних речовин до структурних перетворень під дією інших хімічних речовин й енергетичних факторів. У разі застосування ОР у вигляді аерозолів із різних термогенераторів або піротехнічних приладів вони будуть зазнавати вплив тепла. У випадку використання артилерійських, ракетних і авіаційних хімічних боєприпасів на ОР буде впливати матеріал боєприпасу, тривалість зберігання в ньому, а також тепло і детонація вибухових речовин. Під час перебування ОР у повітрі та на місцевості на них будуть впливати сонячне світло, кисень, водяна пара, різні неорганічні й органічні речовини, які знаходяться у воді та у ґрунті, а у разі перебування на будівлях і різних поверхнях можливою є взаємодія ОР з матеріалом поверхні. Під час проведення заходів щодо знищення ОР будуть зазнавати впливу різноманітних хімічних реагентів.

До хімічних властивостей ОР належать:

- ставлення до нагрівання;
- дія води;
- дія різних хімічних реагентів.

Ставлення до нагрівання

Отруйні речовини, як й інші органічні сполуки, під час нагрівання тією або іншою мірою розкладаються. Так, речовина VZ (/кип = 412 °С) починає розкладатися за температури 170 °С і майже повністю розкладається за 1-2 год за 200 °С. Для ОР VX (/кип = 298 °С) період розкладу на 50 % за 150 °С становить 36 год, а за 250 °С - усього 4 хв.

У більшості випадків термічний розклад ОР призводить до утворення нетоксичних і малотоксичних продуктів і навіть за часткового розкладу токсичність їх знижується. У зв'язку з цим термічна стійкість ОР визначає вибір методів їх застосування. Отруйні речовини, які є чутливими до дії тепла, можуть переводитися в пару або аерозоль тільки механічним шляхом або невеликими розривними зарядами.

Дія води

Водяна пара за температури навколишнього середовища практично не діє на ОР і не перешкоджає зараженню повітря. Однак за температури вище 70 °С пара води вже починає розкладати ОР типу іприт і зарин. Більшість ОР є досить стійкими до дії води за звичайної температури, що дозволяє їм зберігати свою уражаючу дію в дощову погоду, на вологому ґрунті, а також заражувати водоймища. Гаряча, а ще краще кипляча вода за 0,5-2 год може розкласти

багато отруйних речовин, за винятком хлорацетофенону, хлорпікрину, адамситу тощо. Деякі ОР, наприклад, азотисті іприти, під час взаємодії з водою утворюють проміжні токсичні речовини, які не поступаються за силою своєї токсичної дії вихідним ОР. Відповідно до цього, одну воду без спеціальних хімічних реагентів не можна вважати засобом знищення ОР.

Дія різноманітних хімічних реагентів

Дослідження взаємодії ОР із різними хімічними речовинами покладено в основу розробки способів і засобів індикації та дегазації ОР, а також методів антидотної терапії.

Дія кислот

Взаємодія ОР з кислотами переважно відбувається у водних розчинах. Оскільки ОР за своїм хімічним складом належать до найрізноманітніших класів речовин, то і дія кислот на них здійснюється абсолютно по-різному. В одних випадках кислоти прискорюють розклад ОР водою (зарин, зоман), в інших випадках, навпаки, сповільнюють його (іприт), у третіх - утворюють з ОР розчинні у воді токсичні солі (VX, BZ, азотисті іприти). Необхідно мати на увазі, що водорозчинні солі ОР можуть знайти застосування для отруєння джерел води.

Дія лугів

Взаємодія ОР з лугами може відбуватися у водних або спиртових розчинах. У більшості випадків луги, аміак і аміни прискорюють гідроліз ОР, особливо під час нагрівання. Це можна використовувати для знищення (дегазації) багатьох ОР, за винятком важко розчинних у воді (іприт, VX). Використовуючи комбінації лугів і основ з різними органічними розчинниками, можна отримати універсальну рецептуру, що буде придатною для дегазації практично будь-яких ОР.

Дія окисників

Кисень повітря у звичайних умовах і за відсутності каталізаторів практично не діє на ОР. Такі окиснювачі, як азотна кислота, перманганат калію у водному розчині окиснюють сірковмісні та миш'яковмісні ОР, але не становлять практичного інтересу. Водні розчинники пероксиду водню прискорюють гідроліз усіх ОР, що мають голоїдангідридний характер, тобто гідроліз речовин фосгену, зарину, зоману і меншою мірою VX. Вони здатні також окиснювати іприт. Це може знайти застосування для аналітичної мети і деякою мірою для знищення ОР.

Водні розчини солей хлорноватистої кислоти - гіпохлорити мають різносторонню дію. Залежно від кислотності або лужності середовища вони окиснюють або хлорують ОР типу іприт, VX, миш'яковмісні ОР або дуже прискорюють гідроліз ОР типу зарин. У зв'язку з цим розчини гіпохлоритів у певних умовах можуть бути універсальним засобом знищення ОР.

Зберігання отруйних речовин

Поведінка ОР під час зберігання визначається їх хімічними властивостями, технологічними домішками до них, матеріалом оболонок і умовами зберігання. Отруйні речовини зберігаються на складах у різноманітних контейнерах і в оболонках боеприпасів. Деякі ОР за своєю хімічною природою не витримують довготривалого зберігання і тому, щоб уникнути автоокиснення, гідролізу і полімеризації, додаються стабілізатори.

Бойові властивості отруйних речовин

Бойові властивості ОР повною мірою залежать від сукупності їхніх фізичних, фізико-хімічних, хімічних властивостей і особливостей фізіологічної дії на організм.

Під **бойовими властивостями** ОР розуміють:

- бойову концентрацію;
- щільність і стійкість зараження;
- глибину розповсюдження хмари зараженого повітря;
- токсичність.

Бойова концентрація

Бойовою концентрацією називається концентрація ОР у повітрі, що є необхідною для досягнення певного бойового ефекту, наприклад, виведення живої сили з ладу чи зниження її боєздатності на визначений термін. Це кількісна характеристика зараження повітря парами й аерозолями ОР.

Бойова концентрація C виражається масовою концентрацією, що визначається кількістю ОР M в одиниці об'єму повітря V :

$$C = M/V \quad (1.4)$$

і вимірюється у мг/л, мг/м³ чи г/м³. Часто концентрація ОР буде виражатися у мг/л. Для

переведення її в інші розмірності легко скористатися такими співвідношенням: $1 \text{ мг/л} = 1 \text{ г/м}^3 = 1000 \text{ мг/м}^3$.

Кожна ОР характеризується діапазоном бойових концентрацій залежно від бойового завдання, яке виконується за допомогою цієї ОР. Так, якщо ОР має смертельну дію, то діапазон її бойових концентрацій буде простягатися від мінімальної концентрації, яка у короткий час спричиняє перші ознаки ураження і у підсумку - загибель організму, до концентрації, за якої організм гине впродовж мінімального часу (1 хв). Наприклад, зарин у концентрації близько $0,0002 \text{ мг/л}$ через 1-2 хв спричиняє у людини перші ознаки ураження (звуження зіниць ока слабкого ступеня), а під час перебування в атмосфері з такою концентрацією впродовж доби - смертельний результат. Смерть настає через кілька хвилин, якщо впродовж однієї хвилини вдихати повітря з концентрацією у ньому зарину близько $0,1 \text{ мг/л}$. Таким чином, бойові концентрації знаходяться у діапазоні 10^{-4} - 10^{-1} мг/л .

Щільність та стійкість зараження

Отруйні речовини у вигляді грубодисперсного аерозолу та крапель заражають місцевість і розташовані на ній об'єкти, одяг, засоби захисту та джерела води. Вони здатні уражати людей і тварин як у момент осідання, так і після осідання частинок ОР. В останньому випадку ураження може бути отримано інгаляційним шляхом унаслідок випаровування ОР із заражених поверхонь, в результаті шкірної резорбції під час контакту людей із цими поверхнями або перорально у разі вживання заражених продуктів харчування і води.

Щільність зараження є кількісною характеристикою ступеня зараження різних поверхонь, у тому числі й незахищених шкірних покривів, під якою розуміють масу ОР, що припадає на одиницю площі зараженої поверхні:

$$\Delta = M/S, \quad (1.5) \quad (1.5)$$

де Δ – щільність зараження, мг/см^2 (г/м^2 , кг/га , т/км^2);

M – кількість ОР, мг (г , кг , т);

S – площа зараженої поверхні, см^2 (м^2 , га , км^2);

$1 \text{ мг/см}^2 = 10 \text{ г/м}^2 = 100 \text{ кг/га} = 10 \text{ т/км}^2$.

Кожна ОР характеризується діапазоном бойових щільностей зараження місцевості разом із розташованими на ній людьми, тваринами та різними об'єктами, значення яких залежать від токсичності ОР і від завдань, що вирішуються. Так, бойові щільності зараження місцевості речовиною VX під час виконання завдання зі знищення живої сили, яка захищена протигазами, становлять $0,002$ - $0,01 \text{ мг/см}^2$ ($0,02$ - $0,1 \text{ т/км}^2$). Відповідні бойові щільності зараження для іприту становлять $0,2$ - $0,5 \text{ мг/см}^2$ (2 - 5 т/км^2).

Стійкість зараження

Стійкість ОР, з одного боку, - тривалість їх перебування на місцевості або в атмосфері як реальних матеріальних речовин, з іншого боку, - час збереження ними уражаючої дії, у який входять як тривалість перебування їх на місцевості в незмінному вигляді, так і тривалість зараження атмосфери в результаті випаровування.

Стійкість ОР на місцевості залежить від їхньої хімічної активності й сукупності фізико-хімічних властивостей (температури кипіння, тиску насиченої пари, леткості, певною мірою - в'язкості та температури плавлення).

Стійкість ОР у незмінних лабораторних умовах приблизно можна оцінити за так званою **відносною стійкістю** Q - безрозмірною величиною, яка свідчить, наскільки конкретна ОР за певної температури повітря випаровується швидше чи повільніше, ніж вода за $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q = \frac{v_1}{v_2} = \frac{p_1}{p_2} \sqrt{\frac{M_1 \cdot t_1}{M_2 \cdot t_2}}, \quad (1.6)$$

V1 – швидкість випаровування води за $t_1 = 15^\circ\text{C}$;

V2 – швидкість випаровування ОР за температури t_2 ;

P1 – тиск пари води за 15°C (12,7 мм рт. ст.);

P2 – тиск пари ОР за температури t_2 (мм рт. ст.);

M1, M2 – молекулярні маси води та ОР відповідно. У формулі значення швидкості

випаровування води знаходиться у чисельнику, а швидкості випаровування ОР - у знаменнику. Отже, якщо відносна стійкість є більшою від одиниці, то речовина випаровується повільніше, ніж вода за 15°C , і навпаки.

Таблиця 1.7 - Значення відносної стійкості речовини іприт за різних температур

Температура, $^\circ\text{C}$	Відносна стійкість Q	Температура, $^\circ\text{C}$	Відносна стійкість Q
-10	1162	15	103
-5	690	20	67
0	418	25	44
5	258	30	29
10	162	35	12

Реальна стійкість ОР на місцевості залежить від кліматичних і метеорологічних умов, що сприяють прискоренню або уповільненню випаровування речовини. При цьому найбільше значення мають температура повітря і ґрунту, швидкість вітру і вертикальна стійкість приземного шару атмосфери (інверсія, ізотермія, конвекція).

Інверсія - такий стан атмосфери, коли нижні приземні шари повітря є холоднішими і важчими, ніж верхні й при цьому спостерігаються спадні потоки повітря.

Ізотермія - такий стан атмосфери, коли температура повітря на висоті 20-30 м від землі приблизно однакова і тому немає його вертикального переміщення.

Конвекція - такий стан атмосфери, коли більш теплі й легкі нижні шари повітря піднімаються вгору і при цьому спостерігаються висхідні потоки повітря.

Природно, що в зимових умовах під час інверсії та у безвітряну погоду стійкість ОР буде максимальною, а влітку під час конвекції і сильного вітру - мінімальною.

Вплив характеру місцевості на стійкість ОР пов'язаний зі структурою і пористістю ґрунту, його вологістю, хімічним складом, а також наявністю і характером рослинного покриву. На піщаному ґрунті, позбавленому рослинності, стійкість буде незначною. На глинистих ґрунтах, вкритих зеленою рослинністю, ОР мають, навпаки, велику стійкість.

Доцільно зазначити, що стійкість ОР за тривалістю перебування її на зараженій поверхні не завжди збігається з її здатністю заражати атмосферу. Так, за низьких температур речовина іприт випаровується настільки повільно, що скільки-небудь серйозного зараження повітря паром не відбувається. У випадку середньої щільності зараження 25 г/м^2 і середньої швидкості вітру стійкість іприту в літніх умовах (25°C) становить 1-1,5 діб, за 10°C - кілька діб, а у деяких випадках - й тиждень. Стійкість зарину як матеріальної речовини є значно меншою порівняно до іприту і становить 30-60 хв за 25°C і близько доби за 10°C на ґрунті, вкритому трав'янистою рослинністю. Проте через високу токсичність зарину впродовж усього цього часу в атмосфері зберігаються його небезпечні концентрації.

Леткі низькокиплячі ОР типу синильної кислоти чи фосгену практично не заражують поверхні, вони є нестійкими, і час їхньої уражаючої дії відповідає часу зараження атмосфери. У стійких ОР з максимальними концентраціями, що значно перевищують бойові, час уражаючої дії залежить від тривалості зараження поверхні. Тому часто, хоча і не завжди правильно, стійкість ОР на місцевості прирівнюють до часу їхньої уражаючої дії в атмосфері.

Стійкість зараження залежить також від способів застосування ОР. Так, у випадку збільшення ступеня дроблення ОР у процесі її переведення у бойовий стан загальна поверхня крапель (частинок) збільшується, що призводить до більш швидкого всмоктування і випаровування, тобто до зменшення стійкості.

Зміну стійкості деяких ОР на середньопересіченій місцевості залежно від метеорологічних умов наведено у табл. 1.8.

Таблиця 1.8 - Стійкість отруйних речовин на місцевості

Отруйна речовина	Стан погоди		
	Сонячно, слабкий вітер, температура повітря 15 °С	Дош, середній вітер, температура повітря 10 °С	Сонячно, тихо, температура повітря мінус 10 °С
VX	21 доба	12 годин	до 4 місяців
HD	7 діб	2 доби	до 2 місяців
GB	4 години	1 година	2 доби

Глибина розповсюдження хмари зараженого повітря

Залежно від способів застосування хімічної зброї і властивостей ОР може бути досягнуте зараження або атмосфери, або місцевості, або комбіноване зараження - атмосфери та місцевості.

Хмара пари (туману, диму, мряки) ОР, що утворюється безпосередньо в момент застосування хімічної зброї, наприклад, під час розриву хімічних боеприпасів, називається **первинною хмарою**. Вона є причиною безпосереднього ураження незахищених людей і тварин.

Хмару пари ОР, що утворюється за рахунок випаровування ОР із зараженої місцевості, озброєння, військової техніки і споруд, називають **вторинною хмарою**.

Як первинна, так і вторинна хмари ОР поширюються за напрямком вітру на різні відстані від місця застосування. Відстань від підвітряного краю ділянки застосування (ділянки зараження) до зовнішньої межі зараженої хмари, на якій зберігається бойова концентрація ОР, називається **глибиною розповсюдження хмари зараженого повітря**.

Глибина розповсюдження первинної хмари зараженої атмосфери залежить від багатьох факторів, серед яких основними є: вихідна концентрація ОР, ступінь вертикальної стійкості повітря, швидкість вітру, топографія місцевості. Глибина розповсюдження хмари ОР є практично прямо пропорційною початковій концентрації ОР і швидкості вітру. У випадку конвекції глибина розповсюдження первинної хмари буде у 3 рази меншою, а під час інверсії - у 3 рази більшою, ніж під час ізотермії. Якщо на шляху хмари зараженої атмосфери зустрічаються лісовий масив або височина, то глибина її розповсюдження різко зменшується.

Середня глибина розповсюдження первинної хмари зараженого повітря на відкритій місцевості під час ізотермії становить 2-5 км для шкірноаривних і 15-25 км для нервово-паралітичних ОР.

Глибина розповсюдження вторинної хмари зараженої атмосфери також обумовлена низкою факторів. Чим більшою є ділянка і щільність зараження, тим далі за напрямком вітру поширюється вторинна хмара. Вплив швидкості вітру, ступеня вертикальної стійкості повітря і топографічних особливостей місцевості на глибину розповсюдження вторинної хмари є аналогічним впливу цих факторів на поведінку первинної хмари.

Початковий момент уражаючої дії хмари зараженої атмосфери залежить здебільшого від швидкості вітру і віддалення від підвітряної межі району застосування ХЗ. Тривалість уражаючої дії хмари виявляється різною. Середня тривалість уражаючої дії первинної хмари є відносно невеликою і зазвичай не перевищує 20-30 хв. Середня тривалість уражаючої дії вторинної хмари визначається часом повного випаровування ОР із заражених поверхонь і вимірюється декількома годинами або навіть днями.

Таким чином, глибина розповсюдження первинної і вторинної хмар зараженої атмосфери та тривалість їх уражаючої дії визначаються масштабом застосування, фізико-хімічними і токсичними властивостями ОР.