

УДК 351.777.5

В. В. Мельниківський

## ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ НА ЛЮДИНУ АКТИВНИХ РЕЧОВИН ЗАСОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Наведено сучасні дані щодо механізму комплексної дії активних речовин, які призначені для використання як спеціальних засобів підрозділами силових структур, а також для самооборони. Викладено відомості про високу вибірковість прямої дії активних речовин на організм людини, подано розрахунки їх необхідної бойової концентрації (початкової і нестерпної) та коефіцієнти запасу безпеки активних речовин – складників засобів спеціального призначення типу “Терен-6”.*

**Постановка проблеми.** Спеціальні засоби, які застосовують правоохоронні органи МВС України, забезпечують короткочасне позбавлення правопорушників здатності вести активні цілеспрямовані протиправні дії і попереджують подальше порушення правопорядку, не завдаючи шкоди життю та здоров'ю. Як активні речовини таких засобів використовують хімічні сполуки, комплексна дія яких на організм людини потребує додаткового розгляду токсичних ефектів і розрахунку початкової та нестерпної концентрації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Узагальнюючи наукові здобутки та погляди провідних фахівців щодо застосування засобів спеціального призначення (спецзасобів), насамперед силовими структурами [1 – 6], можна дійти висновку, що стрімкий та постійний розвиток спецзасобів обумовлює необхідність додаткового перегляду впливу активних речовин (хімічних сполук), які складають основу спецзасобу “Терен-6”, на організм людини.

**Мета статті** – розгляд механізму комплексної дії активних речовин на організм людини та визначення їх концентрації (початкової та нестерпної) спецзасобу “Терен-6”.

**Виклад основного матеріалу.** Широке застосування активних речовин (АР) як бойових почалося з 1914 р. під час Першої світової війни, коли без особливого успіху було випробувано близько 30 ірітантів [1]. З того часу ці речовини неодноразово були використані як для ведення бойових дій, так і для припинення масових громадських безладів. Розроблені різноманітні способи та засоби застосування АР для аерозольного розпилювання чистого продукту або розчину, генерації спрямованого струменя з використанням ручних розпилювачів у засобах спеціального призначення (ЗСП). Рациональний

вибір зазначених речовин з метою регламентації оптимального застосування зумовлює необхідність ґрунтовного знання механізмів їх комплексної дії на людину.

Предметом розгляду в цій статті є ті спеціальні засоби, в основі яких АР сльозоточивої та подразнювальної дії.

До АР, що застосовуються у ЗСП, відносять сполуки, які у мінімальних концентраціях швидко викликають короткочасну та оборотну втрату дієздатності за рахунок специфічного подразнювально-больового впливу на слизову оболонку очей, верхні дихальні шляхи та шкіру. Відомі такі назви зазначених речовин: ірітанти, виснажуючі агенти, поліцейські гази, агенти контролю правопорядку, сльозоточиві гази.

Відповідно до визначень Конвенції про заборону створення, виробництва, зберігання та використання згадані АР через їх властивості тимчасово порушувати дієздатність відносять до токсичних речовин, які можуть бути використані як ЗСП. Конвенцією не заборонено застосування АР як агентів контролю правопорядку, а також з військовою метою, але заборонено як спосіб ведення бойових дій, наприклад, для тренувань військовослужбовців, для захисту транспортних колон, об'єктів тилу від терористичних, диверсійних груп, вчинення громадянами масових протиправних дій (групові порушення громадського порядку на різній підставі, несанкціоновані мітинги) та ін. [2].

За класифікацією токсичних хімікатів згідно з Конвенцією АР, які використовуються у ЗСП, відносять до групи “виснажуючих агентів”, тобто таких, які мають низьку летальну токсичність і в дозах, що застосовуються, не спричиняють загибелі, швидко (через секунди або кілька хвилин) викликають довготривалі (15–30 хв) та оборотні втрати дієздатності, що, як правило, не потребує медичної допомоги [3].

Серед великої кількості природних і синтетичних речовин останнім часом активно

вивчаються і використовуються такі сильнодіючі сполуки: ортохлорбензиліден молонодінітрил (CS), хлорацетофенон (CN), олеорезин капсикум (OC) – екстракт перцю та його синтетичний аналог – морфолід пеларгонової кислоти (МПК). Ці речовини включені до переліку токсичних агентів, які зберігаються у різних країнах і призначені для використання підрозділами силових відомств. Вони, насаперед, є основою комплексної АР БМ-2 (МПК+CS) спеціального пристрою миттєвого розпилення сльозоточивого аерозолу – ручної газової гранати “Терен-6”.

Показником сили дії наведених речовин є швидкість виникнення (латентний період), виразність та тривалість симптомів подразнення очей і носоглотки. Патологічні прояви мають пряму залежність від концентрації і тривалості дії цих речовин, тоді як латентний період – навпаки. При цьому час, протягом якого людина здатна залишатися в атмосфері зазначених речовин, скорочується. Встановлена також залежність морфологічних ознак дії АР на тканини організму від їх концентрації.

Поріг подразнювальної дії АР надзвичайно низький. Особливо чутливою до їх впливу є людина: так, око людини в 40 разів більш чутливе, ніж око морських свинок, і в 90 разів – ніж око кроля [4].

Встановлена залежність подразнювальної дії комплексної АР БМ-2 від їх агрегатного стану. Так, ураження при використанні CS у вигляді порошку було більш важким, ніж від диму, що генерований піротехнічним способом. Найбільш виражену дію CS спричиняв у розчині. Слизова оболонка очей більш чутлива до CS, що застосований у вигляді аерозолу [2].

Ефективність дії БМ-2 на слизові оболонки ока та дихальні шляхи залежить від розміру аерозольних частинок. В атмосфері, насиченій частинками малого розміру (0,4 мкм), респіраторні ефекти у людей є більш вираженими, а час знаходження волонтерів у такій хмарі набагато менший, ніж при дії великих частинок (4,2 мкм), що пов’язано зі здатністю дрібних частинок проникати у нижній відділ дихального тракту.

Встановлено, що інтенсивне ураження АР, особливо раптове, супроводжується впливом на психічну діяльність з явищами сильного збудження, істерії чи тимчасової прострації. Подібний стан дослідники пояснюють підвищенням артеріального тиску та

брадикардією, що зафіксовані у людей у разі застосування аерозолу.

Важливою особливістю комплексної АР, яка утворює газопилову хмару сльозоточивої та подразнювальної дії як для припинення масових безладь на відкритій місцевості, так і для виконання завдань із затримання правопорушників, що перебувають у замкненому просторі, є її концентрація. Тому у замкнених (ізолюваних) системах завжди встановлюється рівновага між рідиною або твердим тілом та їх парою. Для кожної температури існує цілком визначена максимальна концентрація пари  $C_{max}$  (мг/м<sup>3</sup>), яка є кількісною характеристикою леткості речовини. Вона залежить від природи речовини, зовнішнього тиску, температури, тиску насиченої пари при цій температурі і може бути розрахована за формулою  $C_{max} = 16M/pT$ , де  $M$  – молекулярна маса речовини;  $p$  – тиск її насиченої пари, мм рт. ст.;  $T$  – відповідна температура, °С.

Максимальна концентрація характеризує здатність АР переходити у пароподібний стан та заражувати приземні шари атмосфери. У реальних умовах (вітер, повітряні потоки, опади, зміна атмосферного тиску) вона не може бути досягнута. Речовина повністю випаровується, так і не досягнувши рівноваги зі своєю парою. Тому максимальну концентрацію в жодному випадку неможливо ототожнювати з реальною концентрацією пари АР, яка утворюється у повітрі при випаровуванні речовин, що знаходяться на відкритій місцевості.

За даними, наведеними у літературі [5], реальні концентрації комплексної АР (МПК+CS), як результат їх випаровування, будуть у 10 – 100 разів меншими за максимальні залежно від зовнішніх умов. Проте для деяких речовин і такі величини можуть бути достатніми, щоб утворити у приземному шарі атмосфери над ділянкою зараження і в напрямку пересування зараженого повітря уражаючі концентрації. Для цього треба також ураховувати кліматичні умови, пори року та властивості конкретної АР. Особливо це стосується речовин з температурою кипіння 120 – 150 °С.

Максимальна концентрація (леткість) речовин коливається в дуже широких межах, тому можуть бути корисними деякі рекомендації щодо її приблизного оцінювання.

Вважається, що пониження температури кипіння речовини на 10 °С відповідає підвищенню в 1,5 – 1,6 рази леткості сполук з температурою кипіння нижче за 230 °С та у 2 рази – сполук з температурою кипіння між 230 та 300 °С [5].

У температурному інтервалі 10 – 30 °С леткість АР збільшується приблизно на 10 % при підвищенні температури повітря на 1 °С. Так, леткість CS при 20 °С дорівнює 0,12 мг/м<sup>3</sup>, а при 25 °С – 0,18 мг/м<sup>3</sup>, тобто на 50 % вище.

Проте під час розгляду бойових властивостей АР необхідно враховувати їх токсичність, яка, у свою чергу, обумовлена бойовими концентраціями та токсичними дозами, щільністю та стійкістю зараження, глибиною розповсюдження хмари зараженого повітря. Бойова характеристика АР залежить від сукупності її фізичних, фізико-хімічних, хімічних властивостей та особливості фізіологічної дії на організм людини.

Бойовою концентрацією називається та концентрація АР в повітрі, яка необхідна для досягнення визначеного бойового ефекту, наприклад зниження дієздатності людини на визначений час. Це кількісна характеристика зараження повітря парами та аерозолями АР.

Бойова концентрація (С), або масова концентрація речовини являє собою співвідношення кількості АР (М) та одиниці об'єму повітря (V):  $C = M / V$  і вимірюється у мг/л, мг/м<sup>3</sup> або г/м<sup>3</sup>.

Кожна АР характеризується діапазоном бойових концентрацій, які залежать від службово-бойового завдання, що виконується за допомогою цієї речовини. У зв'язку з цим існують початкові та нестерпні концентрації щодо дії на організм людини.

Розглянемо деякі фізичні та токсичні характеристики складників спецзасобу “Терен-6” – МПК та CS.

Морфолід пеларгонової кислоти (МПК) – це безбарвна кристалічна речовина з щільністю 0,95 г/см<sup>3</sup> при температурі 25 °С. Сполука не розчинюється у воді, але утворює розчин з полярними органічними розчинниками. Температура кипіння речовини 120 – 130 °С при тиску 0,5 мм рт. ст.

Аерозоль МПК подразнює очі та органи дихання. Як наслідок дії речовини виникають явища печукості в очах та носоглотці, спостерігається сильна сльозотеча та виділення з носу, приступи кашлю, нудоти, пітливість. За сльозоточивою дією МПК у 4-5 разів перевищує

CN [5]. Виходячи з того, що початкова концентрація CN за сльозоточивою дією, на тлі якої фіксуються перші ознаки ураження, за даними, наведеними у [5], складає  $C_{\text{поч}} 0,5 \text{ мг/м}^3$ , а нестерпна  $C_{\text{нест}} - 2 \text{ мг/м}^3$ , можна провести умовний перерахунок, за яким аналогічні концентрації для МПК становлять відповідно 0,1 та 0,4 мг/м<sup>3</sup>. У зв'язку з тим, що за подразнювальною дією МПК схожий з адамситом (DM),  $C_{\text{поч}}$  та  $C_{\text{нест}}$  для якого дорівнюють відповідно 0,1 та 0,4 мг/м<sup>3</sup> [5], це дає підстави вважати, що концентрації МПК мають аналогічні значення. На свіжому повітрі ознаки ураження МПК проходять швидше, ніж під час дії CN та DM. У високих концентраціях речовина чинить больову дію на шкіру.

Ортохлорбензиліденмонодинитрил (CS) – це тверда речовина, що не має забарвлення, зі специфічним, схожим на перець смаком, щільність якої 1,04 г/см<sup>3</sup>. Розчинність CS у воді 0,01 % при температурі 30 °С. Проте сполука легко розчинюється у водному розчині кислого сульфїту натрію. Серед органічних речовин кращими розчинниками для CS є бензол, хлороформ, ацетон, діоксан. Температура кипіння сполуки – 315 °С (з частковим розкладанням), тиск насиченої пари CS при температурі 20 °С становить  $9,75 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст., максимальна концентрація пари речовини за цієї температури 0,12 мг/м<sup>3</sup>, температура плавлення 95 °С.

Аерозоль CS як складник АР спецзасобу “Терен-6” чинить сильну подразнювальну дію на слизові оболонки очей та верхні дихальні шляхи, що проявляється у вигляді сильної сльозотечі, печукості у носоглотці та болу у грудях. Часто ураження CS супроводжується носовою кровотечею, почервонінням шкіри, особливо вологої, та кон'юнктивітом, прояви якого зникають через 25 – 30 хв. У разі виходу із зараженої сполукою зони явища подразнення слизових оболонок зникають через 5 – 15 хв, а еритема шкіри зберігається впродовж кількох годин. Перші ознаки ураження CS з'являються при концентрації речовини 2 мг/м<sup>3</sup>, яку можна вважати початковою ( $C_{\text{поч}}$ ), а концентрація сполуки 5 мг/м<sup>3</sup> є нестерпною ( $C_{\text{нест}}$ ).

Одна з важливих характеристик АР – так званий коефіцієнт запасу безпеки [6], який дає можливість врахувати статеві, вікові, вагові особливості та стан здоров'я людей, проти яких застосовують ЗСП, і таким чином запобігти масовим отруєнням. Числовим виразом цієї характеристики є співвідношення середньосмертельної (летальної) інгаляційної

токсодози ( $LC_{\tau_{50}}$ ) та середньої інгаляційної токсодози, за якої 50 % людей стануть непрацездатними ( $IC_{\tau_{50}}$ ). У зв'язку з тим, що  $LC_{\tau_{50}}$  МПК становить  $58\,000\text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{м}^3$ , а  $IC_{\tau_{50}}$  дорівнює  $39\text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{м}^3$ , коефіцієнт запасу безпеки для даної АР складає 1 500. Аналогічні параметри для CS становлять відповідно  $LC_{\tau_{50}}$   $61\,000\text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{м}^3$ ,  $IC_{\tau_{50}}$  –  $20\text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{м}^3$ , коефіцієнт запасу безпеки – 3 000.

#### **Висновки**

Аналіз літератури щодо хімічних сполук, які є складниками засобів спеціального призначення, насамперед “Терен-6”, свідчить про те, що ці речовини доволі широко використовують підрозділи силових структур багатьох країн з метою самооборони та припинення масових порушень правопорядку і є предметом регламентації у міжнародних угодах та в національному законодавстві країн.

Розрахунок бойових концентрацій складників спецзасобу “Терен-6” – МПК та CS показав, що  $C_{\text{поч}}$  за сльозоточивою та подразнювальною дією для МПК становить 0,1,  $C_{\text{несг}}$   $0,4\text{ мг}/\text{м}^3$ . Для CS  $C_{\text{поч}}$  за подразнювальною дією складає  $2\text{ мг}/\text{м}^3$ , а  $C_{\text{несг}}$   $5\text{ мг}/\text{м}^3$ .

Коефіцієнт запасу безпеки наведених речовин, який є співвідношенням середньосмертельних (летальних) інгаляційних токсодоз ( $LC_{\tau_{50}}$ ) сполук та їх середніх інгаляційних токсодоз, за яких 50 % людей стануть непрацездатними ( $IC_{\tau_{50}}$ ), для МПК становить 1500, а для CS – 3 000.

Отримані результати потребують більш детального аналізу та проведення експериментальних досліджень щодо механізмів комплексної дії на організм людини сполук, що є складниками спецзасобів.

#### **Список використаних джерел**

1. Загрядская А. П. Поражающие факторы газового оружия / А. П. Загрядская, С. И. Лебедев, А. Л. Федорцов и др. // Нижегородский. мед. журн. – 2000. – № 2. – С. 103 – 106.
2. Мельниківський В. В. Рекомендації по застосуванню спеціальних засобів сльозоточивої дії : навч.-метод. посіб. / В. В. Мельниківський, В. І. Плахотя, О. О. Тогочинський, А. В. Чухлатий. – Х. : ВІВВ, 2005. – 48 с.
3. Мохорт М. А. Токсикодинаміка подразнюючих речовин / М. А. Мохорт, О. Є. Левченко, Н. М. Серединська, Л. М. Киричок // Соврем. проблем. токсикологии. – 2003. – № 3. – С. 16–23.
4. Пашинян А. Г. Дерматологические аспекты изучения воздействия раздражающих и слезоточивых веществ на организм человека / А. Г. Пашинян, М. Г. Пашинян // Вестн. дерматол. венерол. – 1996. – № 6. – С. 25–26.
5. Александров В. Н. Отравляющие вещества : учеб. пособие / В. Н. Александров, В. И. Емельянов. – М. : Воениздат, 1990. – 271 с.
6. Бабаханян Р. В. Судебно-медицинские аспекты поражений средствами самообороны в аэрозольных упаковках, снаряженных капсаициноидами / Р. В. Бабаханян, Г. Н. Бинат, В. Д. Исаков, Л. А. Муковский // Суд.-мед. экспертиза. – 2001. – № 1. – С. 9–10.

*Стаття надійшла до редакції 23.02.2010 р.*