

Бабич О.С., канд. техн. наук, доц., ДДАУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ КОНВЕРСІЙНИХ ПАЛИВ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Однією з головних проблем є механізація проведення робіт в осередках радіаційного, хімічного та біологічного зараження, на об'єктах з складним обладнанням та на території сільськогосподарського призначення.

Проведений аналіз показує, що існуючі технічні засоби, призначені для проведення захисних заходів у мирний час дозволяють механізувати роботи із рідкими активними речовинами об'ємом до 1 л і, далі, починаючи з 400 л, а в проміжку зазначених об'ємів така можливість відсутня.

Задовольнити поставлені вимоги можливо, використовуючи енергію газів, що утворюються при згорянні порошу і твердих газифікуючих сполук (ТГС) в газогенеруючих пристроях (ГГП).

Постановка проблеми. Сьогодні змінюється характер небезпек, що загрожує життю населення. Ще недавно найбільшу небезпеку для людей представляли війни, то тепер у промислово розвинених країнах на перше місце виходять небезпеки, викликані технічним прогресом - техногенні небезпеки. Зростаюча кількість високих технологій та ріст кількості підприємств разом з урбанізацією населення ставлять проблему захисту від техногенної й екологічної небезпеки на одне з перших місць серед державних проблем в Україні [1].

Для її рішення потрібне проведення великого об'єму науково-дослідних робіт, особливо в області створення захисних технологій і спеціальної техніки захисту.

Однією з головних проблем є механізація проведення робіт в осередках радіаційного, хімічного та біологічного зараження на промислових об'єктах та території сільськогосподарського призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Успішне виконання робіт при ліквідації надзвичайної ситуації багато в чому залежить від наявності необхідних засобів механізації. Для ведення робіт можуть бути використані всі наявні на об'єкті господарювання машини та механізми. Але вони можуть бути застосовані

тільки при наявності енергоносіїв або електричної енергії, що за багатьох причин буває проблематично.

Існуючі автономні засоби знезараження можна розділити на два типи. До першого типу відносяться пересувні засоби знезараження, які змонтовані на самохідному шасі або можуть транспортуватися на причепах. До другого типу - засоби знезараження, з якими може рухатися оператор. За видом джерела енергії засоби, що використовуються для знезараження підрозділяються на пристрої, що використовують енергію згоряння нафтопродуктів, ручну механічну енергію і енергію стиснутих або скраплених газів.

Проведений аналіз показує, що існуючі технічні засоби, призначені для проведення захисних заходів у мирний час дозволяють механізувати роботи із рідкими активними речовинами об'ємом до 1 л і, далі, починаючи з 400 л, а в проміжку зазначених об'ємів така можливість відсутня.

У вітчизняній і закордонній практиці знаходять застосування різні системи витиснення, наддування, подачі активної речовини, які можна об'єднати в наступні групи:

1. Системи із застосуванням ручних гідропультів.
2. Балонні системи закачного типу на основі ручних насосів і електричних компресорів.
3. Балонні системи ежекторного типу.
4. Витисні системи з використанням хімічних реакцій для створення робочого тиску.
5. Балонні системи з ємністю високого тиску, розміщені у середині або зовні робочої ємності.
6. Аерозольні балони.

Необхідно відзначити, що групи один і два без наявності компресорів перебувають поза конкуренцією в будь-яких умовах, тому що використовують мускульну силу операторів і, таким чином, не залежать від традиційних видів енергії. Основні недоліки: значні фізичні зусилля, які необхідно прикладати для приведення в дію, невисока продуктивність таких систем, наявність великої кількості рухливих сполучених елементів знижують надійність функціонування.

Системи четвертої групи вимагають спеціального вибору хімічних інгредієнтів, які були б хімічно інертні відносно робочих розчинів і стінок робочих корпусів. У цих випадках подача робочої речовини не регулюється. Крім того необхідна періодична заміна хімічних речовин, застосовуваних як заряд.

Системи п'ятої групи містять вмонтовані усередині, або розташовані зовні ємності високого тиску, наявність таких балонів істотно знижує безпеку роботи із пристроями. Дуже велика металоемність балонів з газом високого тиску. Через можливий витік газів при зберіганні надійність роботи пристроїв у цілому знижується. Крім того, профілактичні перевірки, що проводяться з метою визначення працездатності таких систем у процесі зберігання, вимагають значних матеріальних і трудових витрат, а перезарядження балонів припускає наявність дорогого й громіздкого парку компресорного господарства.

Особливе місце у витисних системах займають аерозольні балони (упаковки). Вони гарні при невеликих обсягах роботи й застосовуються як пристрої разового використання. Тиск у корпусі балона залежить тільки від температури навколишнього середовища й у процесі витиснення активної речовини залишається постійним. Основні недоліки - складність підбору хімічних речовин (пропелентів), використовуваних для створення тиску в балоні, а також обмежений строк зберігання.

Більшість розглянутих засобів генерування аерозолію вимагають для їхньої експлуатації наявності паливно-мастильних матеріалів. Однак, виходячи з досвіду ліквідацій аварій і катастроф, та існуючих прогнозних даних про господарювання в особливий час можна зробити висновок, що будуть проблеми з постачанням енергоносіїв.

Можливість використання для знезараження електричної енергії малоймовірна у зв'язку з можливим порушенням централізованого електропостачання об'єктів господарювання. Зазначені вище особливості технічних систем змушують шукати такі способи одержання робочого тіла, які б не були пов'язані із застосуванням нафтопродуктів і виключали високий тиск, принаймні, у процесі зберігання.

Постановка завдання та його вирішення. Задовольнити поставлені вимоги можливо використовуючи енергію газів, що утворюються при згорянні порошу і твердих газифікуючих сполук (ТГС). У цьому випадку їхні переваги очевидні:

- газоприхід при згорянні одного кілограма твердопаливних газифікуючих сполук, становить більше 1500 л, що значно вище, ніж у будь-яких зкращених або стиснутих газів, що перебувають у балонах під високим тиском;

- виключаються ємності, що перебувають під високим тиском при зберіганні на складі й у робочому положенні, а максимальний тиск, що розвивається в камері згоряння може бути обмежений й не перевищувати 2,9...4,9 МПа (30-50 кг/см²);
- висока оперативність пристроїв на основі ТГС – вони готові до застосування через 0,5 ... 5 с і час готовності можна регулювати;
- виключається парк дорогого й енергоємного компресорного господарства;
- високий гарантійний строк зберігання ТГС (10-15) років.

У наш час в Україні накопичилися запаси твердих газифікуючих сполук, застосування яких за прямим призначенням неможливо у зв'язку з закінченням ресурсу зберігання, а спалювання їх вимагає значних додаткових витрат.

Створення автономних засобів, що споживають енергію ТГС для виконання комплексу захисних і профілактичних заходів в умовах надзвичайних ситуацій вимагає вирішення наступних задач:

- теоретично дослідити процеси, що відбуваються в балонному аерозольному генераторі;
- розробити конструктивні схеми газогенеруючих пристроїв (ГГП) з урахуванням тактико технічних вимог ліквідації надзвичайних ситуацій;
- створити методику розрахунку для визначення їх параметрів;
- створити й випробувати експериментальний зразок газогенеруючого пристрою для технічних засобів цивільного захисту;
- розробити рекомендації із застосування газогенеруючих пристроїв для ефективного їх використання при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Газогенеруючі пристрої повинні задовольняти цілому ряду вимог, які умовно можна розбити на 4 групи: тактичні, балістичні, фізико-хімічні, економічні.

Групу тактичних вимог становить: автономність, мінімальний час підготовки до роботи, мінімальний час перезарядження, кількість операторів, мінімальна вага пристрою, безпечність, максимальна продуктивність, умови зберігання й транспортування, що не вимагають спеціальних засобів.

Балістичні вимоги пов'язані із процесом газифікації ТГС при застосуванні її як палива. Це стійкість горіння, одержання продуктів згоряння заданої температури, надійність займання.

Стійкість горіння ТГС визначає мінімальний тиск у камері ГПП при газифікації, а значить і його масу.

Температура продуктів згоряння ТГС є важливою характеристикою, що визначає нагрівання конструкції й взаємодію їх з активною речовиною.

Займистість ТГС характеризується мінімальною кількістю енергії, необхідною для надійного займання з найменшим періодом затримки, чим краще займистість, тим менше необхідно матеріалу, що займається й тим вище надійність ГПП.

Фізико-хімічні вимоги включають стійкість фізико-хімічних властивостей і хімічну нейтральність ТГС, активної речовини, пожежобезпечність.

Стійкість фізико-хімічних властивостей ТГС визначають тривалість їхнього зберігання.

Хімічна нейтральність ТГС стосовно конструкційних матеріалів забезпечує відсутність корозії й разом із попередніми вимогами визначають тривалість зберігання споряджених ГПП у змінних зовнішніх умовах - температурі, вологості й тиску навколишнього середовища, інтенсивності освітлення, вібрації.

Пожежобезпечність в умовах зберігання забезпечується неможливістю загоряння на повітрі газифікуючої сполуки, при терті, ударі, прострілі й т.д.

До групи економічних вимог, які визначають вартість заряду для роботи газогенеруючого пристрою, відносяться, насамперед, наявність дешевої сировинної бази, простоти технології виготовлення компонентів сполуки, механізація й автоматизація її виготовлення.

Існує два найважливіших класи твердих газифікуючих сполук. Основою першого є складні ефіри азотної кислоти, такі, наприклад, як нітроцелюлоза й нітрогліцерин. Ці сполуки прийнято називати двохосновними або баліститними. Основою другого є неорганічний окислювач, в основному перхлорат амонію або селітри, а також органічне пальне: смоли, каучук або полімери, такі сполуки називаються сумішеві. Сумішеві сполуки мають більш високі енергетичні характеристики, але з погляду економічності й відпрацьовування технології виготовлення баліститні ТГС є кращими та й запаси їх більшими.

Вибір тиску в камері ГПП, часу роботи, необхідного запасу ТГС, оптимізація процесу витікання продуктів згоряння повністю визначаються тактико – технічними вимогами до робіт при ліквідації наслідків надзвичайної ситуації (НС).

Застосування в якості джерела енергії твердих газифікуючих сполук стримується малою вивченістю процесів, що протікають у пристроях такого класу, а також відсутністю наукового обґрунтування рекомендацій з вибору їх раціональних енергетичних і конструктивних параметрів.

Таким чином з'явилась необхідність створення автономних засобів генерування аерозолі, що споживають енергію твердих газифікуючих сполук. Такий пристрій було названо балонний аерозольний генератор (БАГ).

Відсутність експериментальних даних про вплив конструктивних і енергетичних параметрів на робочі характеристики БАГів викликало необхідність дослідження процесу наддування БАГа й визначення його оптимальних конструктивних і енергетичних параметрів.

Експерименти виконувалися на установці, що мала зварний сталевий балон, на горловині якого розміщався газогенеруючий пристрій (ГПП), штуцер для приєднання манометра, запобіжний клапан і вентиль для видачі рідини. Розпилення рідини забезпечувалося форсункою. У ємність балона мірною посудиною заливалася рідина, і після спрацювання ГПП фіксувався тиск у вільному об'ємі балона. Відкриттям вентиля встановлювалася витрата 0,2 л/с. Кінець процесу витиснення фіксувався візуально. З видаткового патрубку проривався газ, і величина тиску різко падала.

Згідно з тактико-технічними вимогами аерозольної обробкизначається діапазон зміни діаметра краплі, який в свою чергу залежить від початкового і кінцевого тиску в об'ємі балона аерозольного генератора.

На величину тиску впливає ряд факторів, що діють сумісно, і визначення їх представляє значні труднощі. Як правило, у таких випадках визначають ефективну робото спроможність газової суміші, при цьому не розкривається дія тих або інших факторів, а враховується їхній комплексний вплив. Проте можна з достатньою вірогідністю сказати, що найбільший вплив на величину тиску, а значить й на величину ефективної робото спроможності, має маса продуктів згоряння, тобто маса твердої газифікуючої сполуки і величина вільного об'єму балона.

В процесі проведення експериментів була визначена залежність тиску в ємності балона аерозольного генератора після спрацювання ГПП й після витіснення рідкого препарату від величині вільного об'єму балона й маси твердої газифікуючої сполуки

$$P_{\delta} = f(M_n, V_{\delta}),$$

де P_{δ} - тиск в балоні БАГа, M_n - маса палива (ТГС), V_{δ} - об'єм балона.

В експериментальних точках факторного простору розраховувалась ефективна роботоспроможність газової суміші й визначалась залежність її від маси ТГС та вільного об'єму балона

$$(RT)_{\delta} = f(M_n, V_{\delta})$$

у ємності балона після спрацювання ГПП й після витіснення рідкої активної речовини й розглядалась можливість застосування цих результатів для БАГів інших об'ємів.

Аналізуючи одержані дані із залученням тактико-технічних вимог, можна зробити висновок, що для визначення маси заряду ТГС можна застосувати рівняння стану газу

$$P_{\delta} V_{\delta} = M_n (RT)_{\delta},$$

де $(RT)_{\delta}$ варто брати не нижче 41400 Дж/кг, тоді

$$M_n = \frac{P_{\delta} V_{\delta}}{41400}, \text{ кг}$$

Зразки БАГів, створених за указаною схемою мають такі технічні характеристики.

Об'єм балона, л.....	2...50.
Діапазон температур використання, °С.....	-3...+50.
Маса газифікуючого заряду, кг.....	0,012...0,150;
Час роботи ГПП, с.....	0,5...2.
Тиск в об'ємі балона в процесі роботи, МПа:	
на початку	2,5;
в кінці.....	0,6.

Діаметр краплі при розпиленні рідкого препарату через форсунку, мкм..... 60...180.
Час перезарядження балонного аерозольного генератора, хв 6.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

При правильно призначеному об'єму БАГа енергія, що витрачається на утворення аерозолі, значно менше енергії, що витрачається установками з двигунами внутрішнього згорання при

розпилі об'ємів до 1 м³. Головним обмеженням для застосування балонних аерозольних генераторів у санітарній практиці розмір часток аерозолію і його монодисперсність.

Відповідно до існуючих рекомендацій БАГи найбільш ефективно застосовувати для одержання спрямованих аерозолів для знезараження технічного обладнання до якого немає легкого доступу, приміщень, тварин і для аерозолів у відкритій природі. А саме: дегазація, аерозольна дезінсекція у відкритій природі, дезінсекція й дезінфекція приміщень холодними й гарячими розчинами, обприскування тварин[2].

На рис. 1 показано БАГ 30 з спорядженим газогенеруючим пристроєм в розрізі. Він заправляється 30 літрами рідкої активної речовини. Маса ТГС складає 0,1 кг. Призначений для знезараження значних площ приміщень, обладнання, техніки та групи тварин. Для зручності розташований на візку.

На рис. 2 показано БАГ 10, який вміщає 10 літрів активної речовини. Маса ТГС складає 0,04 кг. Кріпиться на спині оператора, для чого має два ремені.

На рис. 3 показано БАГ 2. Він вміщає 2 літри активної речовини. Маса ТГС складає 0,012 кг. Внизу показано газогенеруючий пристрій. ТГС з ініціатором горіння (запалювач) розташовані в одному корпусі. Цей пристрій має назву твердопаливний акумулятор тиску (ТАТ). БАГ 2 призначений для знезараження рухливих технічних засобів, в тому числі і військової техніки, що при необхідності працює в осередку враження, як заміник ТДП (танковий дегазационный прибор). БАГ 2 розташовують біля водія по два.

Висновки. Балонні аерозольні генератори дозволяють скорегувати технологію аерозольних робіт по знезараженню, зменшити витрату активної речовини, обробка займає значно коротший час, зберігається людський ресурс.

В умовах сільськогосподарського виробництва БАГи найбільш ефективно застосовувати в екстремальних умовах, у польових умовах, в умовах крайньої півночі й важкодоступних гірських районах. На пасовища для проведення дезінфекції та дезінсекції балонні аерозольні генератори й активно діючі речовини можна доставляти автотранспортом, авіаційними засобами доставки, в'ючними тваринами. Такі аерозольні генератори переміщаються спільно із чередою тварин і завжди готові до застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малышев В.П. Угрозы в высокотехнологичном обществе и пути их преодоления. Рос. хим. ж. 2005, т XLIX, № 4.
2. Бабич О.С., Лукашенко Н.И. Ліквідація наслідків радіаційного забруднення приміщень. «Безопасность жизнедеятельности в XXI веке», Материалы пятого международного симпозиума. Украина, Днепропетровск, январь 2005.

УДК 504.056

*Басманов А.Е., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., УГЗУ,
Говаленков С.С., адъюнкт, УГЗУ*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИФфуЗИИ ПАРОВ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

В статье рассматривается решение уравнения диффузии паров веществ в воздухе для оценки чрезвычайной ситуации с наличием опасных химических веществ. Предложен стохастический подход к построению математической модели распространения паров веществ в воздухе в результате чрезвычайной ситуации, связанной с мгновенной утечкой газа. Источником случайности являются случайные изменения направления и скорости ветра.

Постановка проблемы. При авариях на химически опасных объектах (ХОО), возникают ситуации, которые могут привести к выбросу (разливу) из резервуара или других емкостей хранения опасных химических веществ (ОХВ) в окружающую среду [1]. Особенностью таких процессов является образование газо-воздушного облака, с последующим его распространением на территории объекта в воздухе, что при уровне концентрации выше критического, может привести к поражению обслуживающего персонала и (или) личного состава аварийно-спасательных подразделений МЧС. Вероятность возникновения таких чрезвычайных ситуаций (ЧС) в последние годы постоянно растет [2] и зависит от множества факторов: физико-химических особенностей химических веществ, условий их хранения, переработки, транспортировки и др. [3].