

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 6th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VI Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки збройних сил України
Публічне акціонерне товариство «Фармак»
Управління освіти Шосткинської міської ради
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 6th International Research and Practical Conference

CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VI Міжнародної науково-практичної конференції
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 23-25 листопада 2022 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2022

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету

Члени редакційної колегії:

Лукашов В.К. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Тур О.М. – завідувач кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н.;

Бондар Н.Ю. – доцент кафедри економіки та управління, к.філ.н.;

Тимофіїв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.

Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 23 - 25 листопада 2022 року. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 267 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництв та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут
Сумського державного університету, 2022
© Сумський державний університет, 2022

АКТУАЛЬНІСТЬ АЕРОЗОЛЬНОГО МАСКУВАННЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Е.С. Остапчук, А.Н. Абрамсон, А.І. Заплішна

Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна
cndi_ovt@mil.gov.ua

В сучасних умовах зниження помітності військ і об'єктів є одним із основних завдань Збройних сил України. Дана задача є загальною, однак для кожного виду бойового і оперативного забезпечення вона характеризується своїм змістом, який обумовлюється тими силами і засобами, що залучаються до його виконання. Аерозольне маскування в теперішніх умовах набуває особливу актуальність і це насамперед, буде стосуватися тих локальних війн та збройних конфліктів, де зростає роль повітряно-космічної розвідки і високоточної зброї.

Намагання досягнути воєнної переваги в сучасному світі воєнно-політичні керівництва економічно розвинених держав пов'язують з необхідністю широкого та якісно технічного переоснащення своїх збройних сил. Основна його мета - створення та масове впровадження у війська систем зброї та військової техніки, які були б здатні вести ефективну боротьбу як з сучасним, так і з перспективним озброєнням противника. Одним з напрямків практичного здійснення цих задумів спеціалісти економічно розвинених держав вважають реалізацію в перспективі зброї з вимоги, яка висувається в концепції "постріл - ураження": досягнення такої сукупності бойового заряду та точності його доставки на максимальну дальність, яка б забезпечила ураження конкретно призначеної цілі першим пострілом з імовірністю не менш 0,5. Тактична та оперативно-тактична зброя, яка відповідає цій вимозі, отримала назву високоточної зброї (ВТЗ), яка належить до найбільш ефективних засобів ураження з можливостями вибірково знищувати наземні цілі [1].

З метою протидії технічним засобам розвідки і наведення ВТЗ противника застосовуються маскуючі аерозолі та інші аерозоледисперсні системи. За своїми фізико-хімічними властивостями вони належать до дисперсних систем, у яких дисперсним середовищем є атмосферне повітря, а дисперсною фазою – зважені в цьому середовищі дрібні частки твердої або рідкої речовини [2].

Завдяки взаємодії електромагнітного випромінювання з речовинами дисперсної фази дисперсних систем здійснюється ослаблення інформаційних факторів, які характерні військам (об'єктам), переданих в електромагнітному полі приймачам (датчикам) засобів розвідки й наведення зброї досягається мета аерозольної протидії. До інформаційних факторів відносять випромінюючі властивості об'єктів, які визначають їх візуальну, теплову й радіолокаційну помітність в електромагнітному полі.

Сумарне випромінювання об'єктів може включати випромінювання зовнішніх джерел (сонця, неба, хмар, земної поверхні, прожекторів, лазерів, радарів) і власне (теплове) випромінювання об'єкта. Розходження у випромінюючих властивостях об'єктів і фону є основою візуального та інструментального виявлення демаскуючих ознак цілей засобами розвідки та наведення зброї. Дальність дії засобів розвідки і наведення зброї залежить від робочих діапазонів електромагнітних хвиль, пропускання (прозорості) атмосфери, дальності і інтенсивності випромінювання об'єктів.

В таблиці 1 наведені дані щодо дальності дії деяких засобів розвідки залежно від їх робочого діапазону (довжини хвиль) для умов нормальної освітленості метеорологічної дальності видимості в атмосфері 50 км при спостереженні об'єкта з кутовими розмірами не менше 0,25 градусів.

Таблиця 1 Дальність дії деяких засобів розвідки

Найменування приладу розвідки	Довжини хвиль, мкм	Дальність виявлення, км
Органи зору людини	0,4-0,75	6-10
Оптичний далекомір	0,4-0,75	0,4-0,75
Твердотільний лазер (на алюмінієво-ітриєвому гранаті з неодимом)	1,06	10-30
Газовий лазер (на вуглекислому газі)	10,6	10-40
Теплопеленгатор	3-5	5-9
Тепловізор	8-14	1,5-3
РЛС наземної розвідки	0,3-3 см	до 15
РЛС бічного огляду	0,8-3 см	до 50
РЛС бічного огляду із синтезованої апертурою	3 см	15-100

Війська і об'єкти залежно від оперативної побудови та їх випромінюючих властивостей характеризуються неоднаковим ступенем помітності для засобів розвідки, які працюють в різних діапазонах спектра електромагнітних хвиль (табл.2). Під оптичною помітністю військ і об'єктів розуміються їх випромінюючі властивості (демаскуючі ознаки), які дозволяють розкривати їх засобами розвідки і наводити на них зброю в оптичному діапазоні електромагнітних хвиль. В оптичному діапазоні засоби розвідки та наведення зброї широко використовують «вікна» прозорості атмосфери: в видимому (світловому) діапазоні - на довжинах хвиль від 0,4 до 0,75 мкм; в інфрачервоному діапазоні - в ближньої й середньої областях («вікна» на ділянках 0,75-1,5, 3-5 і 8-14 мкм).

Основними показниками оптичної помітності об'єктів (цілей) є: у видимій і ближній інфрачервоних областях – відносний яскравий контраст об'єкта з фоном на визначених довжинах хвиль і ракурс спостереження; в середній інфрачервоній області - сила власного теплового випромінювання об'єкту на визначених довжинах хвиль і еквівалентний контраст об'єкту з фоном (різниця середніх радіаційних температур об'єкта і фону).

Основними показниками радіолокаційної помітності об'єктів (цілей) є середня ефективна поверхня розсіювання (ЕПР) і її дисперсія, а також фоновий контраст. Відповідно даних табл. 2, найбільшою помітністю в оптичному (видимому, інфрачервоному) і радіолокаційному діапазонах відрізняються об'єкти військової техніки, найбільше наближені до лінії бойового зіткнення, а також великі об'єкти (наприклад, мости). Практично усі об'єкти мають високу радіолокаційну помітність.

Для зниження помітності об'єктів використовуються маскуючі аерозолі та інші аеродисперсні системи, які створюються конденсаційними і

диспергаційними методами. Унаслідок електромагнітної неоднорідності аеродисперсної системи і в результаті взаємодії випромінювання із частками речовини дисперсної фази, потік власного і відбитого від об'єктів випромінювання при проходженні через аеродисперсну систему послабляється за рахунок поглинання й розсіювання енергії випромінювання. Ефект ослаблення з метою аерозольної протидії вважається достатнім при ослабленні світла від об'єктів в 80 разів, а радіолокаційного сигналу - на 17-20 дБ.

Таблиця 2 Ступінь помітності військ і об'єктів в різних діапазонах спектра електромагнітних хвиль

Найменування військ і об'єктів	Діапазони (довжини хвиль, мкм)			
	Видимий (0,4-0,75)	Ближній ІЧ (0,75-1,5)	Середній ІЧ (3-5, 8-14)	Радіолокаційний (мм, см)
Бронетанкова техніка	В	В	В	В
Частини ракетних військ і артилерії	С	В	С	В
Позиції тактичних ракет і зенітно-ракетних комплексів	Н	Н	С	С
Аеродроми	С	Н	С	В
командні пункти з'єднань	С	Н	В	В
Наплавні мости	В	В	Н	В
Військові склади	Н	Н	С	В

Примітка. В - висока, С - середня, Н - низька ступінь помітності, що відповідає ймовірностям виявлення більш 0,8; 0,4-0,8 і менше 0,4.

Маскуючі аерозолі головним чином призначаються для аерозольної протидії у видимій і ближній інфрачервоній області і, в меншій ступені, в середній інфрачервоній області оптичного діапазону спектра електромагнітних хвиль. В основі маскувальної дії лежать оптичні властивості аерозолів, як дисперсних систем, здатних викликати ефективно поглинання або розсіювання електромагнітного випромінювання в діапазонах видимої (світлової) і ближньої інфрачервоної областей спектра [2].

Аеродисперсні системи створюються при згоранні (дробленні, здрібнюванні, розпиленні) вихідних речовин вибухом, надлишковим тиском, ежекцією і подібними способами. Аеродисперсні системи складаються із зважених в повітрі і порівняно швидко осідаючих у ньому великих часток (волокон, пластівців, пелюстків і т.п.), які звичайно переводяться в повітряне середовище шляхом диспергування зі спорядження боєприпасів при вибуху або ежектуванням швидкісним повітряним потоком. Деякі властивості аеродисперсних систем з вуглецево-волокнистих матеріалів (ВВМ) приведені в табл.3.

Частина простору хмари, яка забезпечує необхідне зниження радіолокаційній і тепловій помітності військ і об'єктів з метою створення перешкод засобам розвідки і наведення зброї противника, залежно від природи та властивостей

часток називається аерозольно-дипольною завісою, або хмарою пасивних перешкод, або хибною аерозольно-тепловою ціллю.

В сухопутних військах найбільше ефективним видом високоточної зброї є розвідувально-ударні і розвідувально-вогневі комплекси, які завдяки об'єднанню різнорідних технічних засобів розвідки і високоточних засобів ураження в єдину автоматизовану систему управління військами, розвідкою та зброєю дозволяють вирішувати завдання вогневого ураження противника в реальному масштабі часу. Під час організації та здійснення аерозольної протидії технічним засобам розвідки та наведення ВТЗ противника необхідно в повній мірі враховувати їх сильні та слабкі сторони [3].

Таблиця 3 Деякі властивості аеродисперсних систем з вуглецево-волокнистих матеріалів

Відношення довжини до діаметру	Діаметр ВВМ, мм	Кількість часток в розрахунковому об'ємі	Послаблення сигналу РЛС, дБ	Частота, ГГц	Довжина хвилі, см
1000	0,1	125000	-11	2-150	0,2-15
1000	0,2	62500	-11	2-75	0,4-15
1000	0,3	41667	-11	2-50	0,6-15
1000	0,4	31250	-11	2-38	0,8-15

Примітка. Маса вуглецево-волокнистих матеріалів в розрахунковому об'ємі - 6,25 кг; розрахунковий об'єм - 50 x 50 x 50 м.

До основних переваг високоточної зброї можна віднести такі:

глибока розвідка цілей на всій глибині зон потенційної загрози і відповідальності військових і оперативних ланок, обробка даних розвідки й прийняття рішень на ураження цілей в автоматизованому режимі і практично в реальному масштабі часу;

збільшена в 1,5-2 рази дальність ураження і в 2,5 рази швидкість доставки вражаючих елементів до цілі;

можливість застосування в будь яку погоду і в будь якій час доби;

підвищена перешкодозахищеність;

збільшене число уражаємих групових цілей в одній атаці;

ураження самонавідними вражаючими елементами (суббоеприпасами) декількох одиночних цілей одним керованим засобом ураження з касетною бойовою частиною.

Точність розвідки та ймовірність ураження зростають при використанні в оптичному діапазоні лазерних засобів. В військових системах розвідки та наведення зброї найбільше поширення дістали твердотельні лазери з робочою довжиною хвилі 1,06 мкм. Це обумовлено їх, компактністю, неможливістю візуального виявлення променю і його вузькою спрямованістю.

В цілому, комплексне використання оптичного та радіолокаційного діапазонів засобами розвідки та наведення зброї забезпечує:

вірогідність розвідки об'єктів у короткі строки і високу ймовірність поразки цілей (от 0,6 до 0,9);

швидкодію розвідки та ураження цілей практично в реальному масштабі часу;

велику дальність і одночасність поразки групових і одиночних цілей на всю глибину бою (операції);

малу залежність від пори року, часу доби, погоди, умов обмеженої видимості та радіоперешкод через широкий робочий спектральний діапазон.

При впливі на слабкі сторони високоточної зброї противника, ефективний захист від цього виду зброї є цілком здійсненою задачею, хоча і значно більш складною порівняно із захистом від інших видів звичайної зброї. Успішному захисту від високоточної зброї сприяє максимальний вплив на уразливі елементи систем розвідки та ураження, для ефективного функціонування яких, необхідний стійкий енергетичний контакт з об'єктами розвідки й цілями, що уражаються. Під час аерозольної протидії відбувається зрив нормального функціонування оптико- і радіоелектронних систем шляхом створення умов, що зменшують інформацію про об'єкти в електромагнітному полі і сприятливих зриву наведення високоточної зброї на ціль. Одним з способів зменшення інформації про об'єкт, що маскується аерозолями, є ослаблення його випромінюючих властивостей, яке досягається погіршенням умов розповсюдження електромагнітної енергії між об'єктом і приймачем (датчиком) засобів розвідки та наведення зброї [4].

Зрив наведення уражаючих елементів високоточної зброї на ціль відбувається при зсуві точки цілевказівки та наведення боєприпасів. Зсув оснований на використанні додаткових джерел випромінювання або різного роду перевідбивачів. Аерозольні завіси здатні відбивати лазерний промінь і можуть застосовуватися як перевідбивач лазерного випромінювання. Внаслідок відбиття лазерного променя від аерозольної хмари енергетичний контакт між лазерною системою та ціллю переривається, а лазерний далекомір приймає відбитий від хмари промінь і висвітлює відстань до нього, а не до цілі. Розсіювальні і поглинаючі властивості аерозолів використовуються також для створення перешкод телевізійним системам наведення. Аерозольні завіси, контраст яких значно переважає контраст об'єктів, забезпечують перенацілювання телевізійних головок самонаведення з менш контрастних об'єктів на більш контрастні аерозолі. При використанні вуглецево-волокнистих та інших радіопоглинаючих матеріалів як дисперсну фазу, аерозоледисперсні системи застосовуються як хмари пасивних перешкод для захисту від високоточної зброї з радіолокаційними системами наведення.

Висновок. Застосування маскуючих аерозолів та інших аерозоледисперсних систем дозволяє ефективно протидіяти технічним засобам розвідки і наведення високоточної зброї і обґрунтовують актуальність організації та здійснення аерозольного маскування при веденні сучасних бойових дій.

Список літературних джерел

1. Основи забезпечення радіаційного, хімічного та біологічного захисту військ у бою та операціях. Київ: видання Академії Збройних Сил України, 1997. 168 с.
2. Аерозольна протидія технічним засобами розвідки високоточної зброї противника в бою та операціях. Київ: видання Національної академії оборони України, 2002. 95 с.
3. Захист військ від зброї масового ураження у загальновійськовому бою та армійських операціях, частина 2. Москва: видання Воєніздат, 1984. 186 с.
4. Застосування аерозолів в бою та операції, Москва: видання Генерального штабу ракетних військ, 1988. 156 с.