

## **СЪВРЕМЕННИ СИСТЕМИ ЗА АЕРОЗОЛНА МАСКИРОВКА НА БРОНЕТАНКОВА ТЕХНИКА\***

*Иван Попов<sup>1</sup>, Георги Попов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Военна академия "Г. С. Раковски"- Институт за перспективни изследвания  
за отбраната*

*<sup>2</sup>Кингстън Енвайрънментал Сървисиз, Канзас Сити, САЩ*

### **Резюме**

*Представени са нови устройства за въздействие върху бронетранспортъори и системи за аерозолно противодействие. Описани са методите за събиране на ориентировъчни данни и автоматично генериране на аерозолен екран. Определени са свойствата на генерираните аерозолни екрани и режимите на защита спрямо боеприпасите с точно насочване. Направена е оценка на предимствата и недостатъците на новите системи за аерозолен камуфлаж на бронетранспортъори.*

Непрекъснатото развитие и усъвършенствуване на оптико-електронните средства за наблюдение и разузнаване, както и оръжията с дистанционно насочване и управление, наложи търсене и внедряване на нови съвременни способности и средства за защита. Ефективно средство за противодействие на съвременните високоточни оръжия за защита на

---

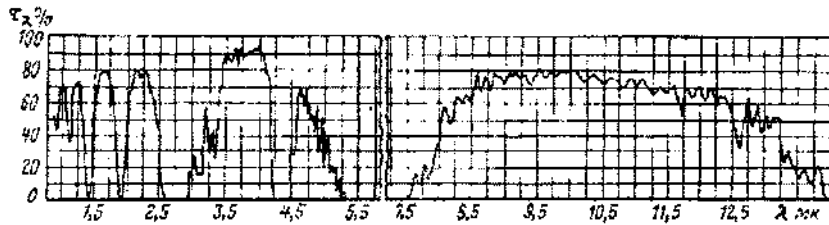
\*Докладът е изнесен на Научната конференция с международно участие SENS 2006

бронетанковата техника са системите за аерозолна маскировка. В доклада са разгледани съвременните средства за поразяване на бронетанкова техника и системи за аерозолно противодействие. Разгледано е усъвършенствването на системите в различни страни. Описани са способите за пеленгация и автоматизирано създаване на аерозолните завеси. Разяснени са оптичните свойства на създадените аерозолни дисперсни системи и способността им да осигуряват ефективна маскировка в оптичския и инфрачервения диапазон. Обоснована е зависимостта на защитата на бронетанковата техника от съразмерността на аерозолните частици и дължината на вълната. Указани са способите за защита от управляеми боеприпаси. Оценени са предимствата и недостатъците на съвременните системи за аерозолна защита на бронетанкова техника и перспективите на развитие и усъвършенствване.

Важен дял в комплексните инженерно-технически мероприятия за осигуряване бойните действия на войските заема аерозолната маскировка. Тя намалява вероятността за откриване и опознаване на обектите, а в отделни случаи осигурява и пълното им скриване от разузнаването [1].

Появата на новите съвременни високоточни оръжия (ВТО), обединени в единни системи за разузнаване, целеуказване и насочване на боеприпасите в последната фаза от полета към целта, изведе на преден план ролята на аерозолната маскировка като едно от най-ефективните средства за противодействие. Особено голямо внимание в много страни през последните години се отделя на разработката и внедряването на нови аерозолни състави и средства за защита на бронетанковата техника.

Едно от основните изисквания, които се предявяват към съвременните аерозолни средства е ефективно противодействие на квантово електронните средства за разузнаване и управление на оръжията, работещи в оптичския и микровълновия диапазон. Голяма част от тези средства работят в т.н. "прозорци на атмосферата", които се намират в обхватите 0.7-1.5 мкм., 2 - 2.3 мкм., 3 - 5 мкм., и 8 - 14 мкм. [ фиг. 1]. Най-предпочитан диапазон е 8-14 мкм., тъй като разсейването, отразяването и поглъщането на различните по честота вълни, присъщи на обикновения слой на атмосферата, в този диапазон са най-ниски [1]. Още по-сложно е аерозолното екраниране на радиолокационни средства, работещи в милиметровия и ултракъсия (микровълнов) диапазон.



Фиг. 1. Пропускане на атмосферата в областта 0.61-15 мкм

Аерозолите притежават ясно изразени оптични свойства, благодарение на които могат да се използват за маскировка. Тези свойства се дължат главно на три основни явления [2]:

- разсейване на светлината в аерозолния облак (Тиндалов ефект);
- поглъщане на светлината от частиците на дисперсната фаза;
- отразяване на светлината на границата между димния облак и чистия въздух.

Разсейването на светлината е резултат на взаимодействието на електромагнитните вълни с електронната обвивка на атомите, изграждащи частиците на дисперсната фаза .

Падащите вълни предизвикват периодични колебания в електронната обвивка, в резултат на което тя изпуска вторични импулси, които представляват разсеяна светлина. Тя се получава на границата между димната частица и въздуха и се дължи на явленията отразяване, пречупване, дифракция и др. [2]. Отразяването и пречупването на светлината на границата на аерозолните частици става в случаите, когато размерите на частиците са по-големи от дължината на вълната на падащата светлина. Интензивността на разсеяната светлина, получена в резултат на отразяването и пречупването, се дава със зависимостта [3]:

$$(1) \quad I_s = k \frac{C}{r} ,$$

където:

$I_s$  - интензивност на разсеяната светлина;

$k$  - коефициент на пропорционалност;

$C$  - масова концентрация на аерозолните частици,  $g/m^3$ ;

$r$  - радиус на частиците,  $m$ .

Когато размерите на частиците на аерозола са значително по-малки от дължината на вълната на падащата светлина, интензивността на разсеяната светлина нараства по зависимостта:

$$(2) \quad I_s = k C r^3 .$$

Най-голямо разсейване, дължащо се на явлението дифракция, се наблюдава при частици с радиус близък до дължината на вълната на преминаващата светлина. Дифракцията е основно явление, което довежда до разсейване на светлината в аерозолите. Интензивността на разсеяната светлина значително се увеличава при намаляване на дължината на вълната. Съгласно закона на Релей, интензивността на разсеяната светлина за каквато и да е дисперсна система се изразява с формулата [3,4]:

$$(3) \quad I_s = I_0 \frac{k \cdot C \cdot r}{\lambda^4} ,$$

където:

$I_0$  е интензивност на падащата светлина;

$\lambda$  - дължина на вълната.

Разсейването на светлината от аерозолните частици лежи в основата на нефелометричните определения на структурата, големината и концентрацията на аерозолите. Поглъщането на светлината в различните аерозоли става по различен начин. Тук освен размерът на частиците оказва влияние и химичният състав на дисперсната фаза. Количествена зависимост между погълнатата от аерозола светлина, неговата концентрация и дебелината на поглъщащия слой дава законът на Бугер - Ламберт-Беер [1,2]:

$$(4) \quad I = I_0 \cdot e^{-k \cdot d} ,$$

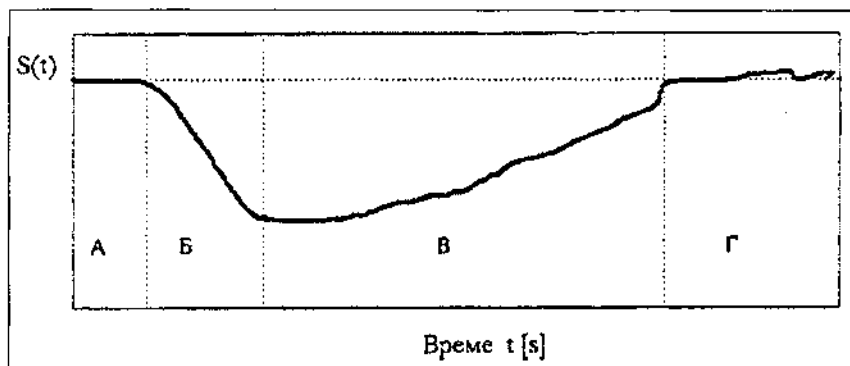
където  $I_0$  е интензивност на светлинния поток, постъпващ в поглъщащия аерозолен слой;

$I$  - интензивност на светлинния лъч, преминал през поглътания аерозолен слой;

$e$  - основа на натуралните логаритми;

$d$  - дебелина на аерозоления слой.

Оптическата плътност (прозрачност) на аерозолните дисперсни системи се определя със специална спектроскопична апаратура, която позволява измерването на прозрачността на моделираната в камерата аерозолна система едновременно в пет спектрални канала. Измерването става в относителни единици, като сигналът  $S(t)$  в  $i$ -тия канал има следния времеви ход [5,6] (фиг. 2).



Фиг. 2. Времеви ход на прозрачността

Този сигнал лесно може да бъде преизчислен в прозрачност. За целта се намира средната стойност  $S$  на  $S(t)$  в интервалите (А) и (Г). През тези си интервали сигналът  $S(t)$  се регистрира преди запалването (изпарението) на аерозолния състав в камерата и след започване на вентилацията. Получената средна стойност  $S$  съответства на прозрачност  $T(t) = 1$ , т.е. на отсъствие на отслабване на оптично лъчение вътре в камерата. Сигналят през интервала (В) се преизчислява в прозрачност съгласно зависимостта:

$$(5) \quad T(t) = \frac{S(t)}{S}$$

Това е временния ход на прозрачността на аерозолната дисперсна система, създадена след пълното изгаряне на сместа през интервала (Б). Съгласно Закона на Бугер

$$(6) \quad T(\lambda; t) = \exp[-k(\lambda i)C(t).l],$$

където  $l$  е геометрична дължина на пътя на лъчението през камерата ( $m$ );  $k(i)$  – коефициент на екстинкция на аерозола за  $i$ -тия спектрален канал ( $g - l m^2$ ).

Масовият коефициент е оптичната характеристика, която подлежи на оценяване на спектроскопичните измервания. На практика при микрофизичните измервания се оценява не  $C(t)$ , а средната стойност:

$$(7) \quad C = \frac{1}{t} \int_0^{\Delta t} C(t) dt$$

където  $[0, \Delta t]$  е подинтервал на  $B$ , през който през мембранен филтър се извършва пробоотбор на аерозоли в камерата.

Това налага да се направи съответното усредняване на  $T(t)$ . Сигналят  $S(t)$  се регистрира в цифров вид и подобно усредняване не представлява проблем. Много често в интервала  $[0, \Delta t]$  прозрачността се изменя по почти линеен закон, чиито параметри  $T_0$  и  $T_1$  могат да се определят по метода на най-малките квадрати [5,6,7], т.е.:

$$(8) \quad T(t) = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{\Delta t} \cdot t, \quad T_1 > T_0$$

Използваните до скоро димообразуващи състави, известни като “класически”, имат размери на частиците от 0,3 до 1.2  $\mu m$  и осигуряват ефективна маскировка на обектите само във видимия и близкия инфрачервен (оптически) диапазон в обхвата 0.4 – 1.5  $\mu m$  [2,3].

Новите изисквания за повишаване обхвата на маскировка са поставили пред разработчиците и производителите на средства за аерозолна маскировка сложни проблеми за повишаване абсорбционната, разсейващата и отразяващата способност на аерозолната дисперсна фаза.

При това в много от случаите остро е стоял проблемът за бързо създаване на аерозолната завеса. За привеждане на аерозолните състави в съответствие с новите изисквания са се очертали няколко тенденции.

На първо място продължават да се усъвършенствуват аерозолните състави с ефективна маскираща способност в оптичeskия диапазон.

Втората тенденция е модифициране на традиционните състави чрез увеличаване маскиращата им способност и в инфрачервения диапазон.

Особена актуалност през последните години придоби третата тенденция за разработване на нови състави с ефективна маскираща способност в оптичeskия, инфрачервения и микровълновия диапазон.

Успоредно с развитието и усъвършенствуването на аерозолните състави се разработват и усъвършенствуват и средствата за генерация на аерозоли.

Особено голямо внимание в много страни през последните години се отделя на разработката и внедряването на нови аерозолни състави и средства за защита на бронетанковата техника. Като основно средство за индивидуална аерозолна защита на танкове и БМП военните специалисти считат мортирните гранатохвъргачни димни установки. Основни производители са САЩ, Англия, Франция и Германия. Установките са предназначени за изстрелване на димни гранати и са интегрирани със система от датчици за регистриране на лазерна подсветка за автоматизирана защита. Приети са на снабдяване 12-стволни мортирни установки за танкове и 8-стволни за бронирани машини от типа на БМП, БТР и др.

Типовата гранатометна система монтирана на танкове в САЩ се състои от дванадесет 66 мм. димни гранати, разположени по шест броя от всяка страна на куполата. Основно димообразуващо вещество е червен фосфор. За 2-3 сск. на разстояние 25-30 м. може да бъде поставена димна завеса с височина 13 м. и широчина 38 м. (защитаван сектор – 110 градуса), ефективна в продължение на 2-3 мин.

Изискването за маскировка в по-широк спектрален диапазон е реализирано в създадената 66 мм. граната на САЩ, която е предназначена за създаване на смущения в средствата за насочване, работещи в оптичeskия и средния инфрачервен диапазон. Тя може да се изстрелва от болшинството приети на въоръжение гранатохвъргачни установки М-239, М-250, М-258 и др., монтирани на танкове и бронетранспортъори.

Две нови димови гранатохвъргачни установки са разработени в Англия. Едната от тях, "VIRSS", се състои от 12 огневи контейнера, във всеки от които са разположени по 20 димни гранати. Аерозолната завеса се образува и поддържа чрез последователен запуск (регулира се автоматично) на всичките 240 гранати от комплекта. Взривяването на гранатите създава област на висока температура, благодарение на което се осигурява маскировка на бронетанковата техника във видимия и инфрачервения диапазон в продължение на около 2 минути.

В другата установка, MBSMR-3, изстрелването на гранатите (общо 12 броя) се извършва едновременно. След това всяка граната изхвърля по два земни подбоеприпаса и един въздушен. Последният от своя страна се разделя на 6 елемента със сферична форма. В продължение на 3 сек. на разстояние 15-20 м от машината в сектор около 110 градуса се образува димна завеса с височина 5 м и широчина до 40 м, която има ефективна маскираща способност в средния инфрачервен диапазон 3-5 и 8-14 мкм в течение на 35-40 сек, а в оптичeskия диапазон прикритието на обекта продължава 60-80 сек. Установката MBSMR-3 е съвместима с много приети на въоръжение в армиите от НАТО 66 мм гранатохвъргачни установки и освен това позволява на екипажа веднага след залпа да извърши маньовър – да смени местоположението си. За установката VIRSS, маньовърът е възможен само след изстрелване на всички гранати.

Френската универсална гранатохвъргачна установка GALIX се състои от 8 пускови тръби, които са ориентирани по чифтно в различни направления. Количеството на гранатите в един залп е 4, 6 или 8 броя. В комплекта на установката са включени следните видове боеприпаси: димни гранати, топлинни ловушки, създаващи смущения в инфрачервените разпознавателни средства в продължение на 10 сек, противопехотни гранати с повишена защита на предния сектор на машината, противопехотни боеприпаси, всеки от които включва две осколочни и една фугасна граната, сълзотворни и осветителни гранати.

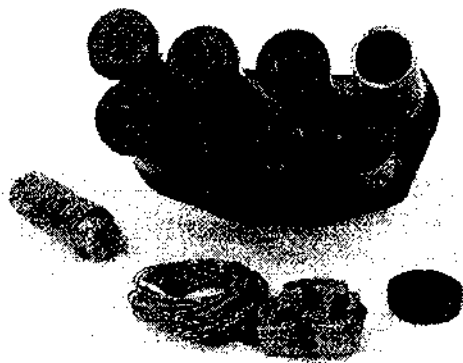
Някои американски танкове са снабдени със система за димопуск VEES. В качество на димообразуващо вещество в нея се използва дизелово гориво, което се впръсква в потока горещи газове на двигателя. Системата осигурява създаване на димна завеса на височина 10 м, широчина 8 м за 5 сек. Продължителността на действие на завесата се определя от запаса на гориво. Тази система се използва в съчетание



с бордовата гранатохвъргачна установка. Конкретният способ на действие се избира от екипажа на машината в зависимост от скоростта и направлението на вятъра, интензивността на слънчевата светлина и характера на действие на противника.

За самозащита на бронетанковата техника в Русия е приета на снабдяване гранатохвъргачна установка “Туча” [фиг. 2]. Максималната далекобойност на изстрелваните гранати ЗД-6 достига 300 – 400 м, времето за разгаряне на димната смес е около 15 сек, а времето за интензивно димообразуване от 1 до 1.5 мин. Броят на мортирите за изстрелване на гранатите е съобразен с характеристиките на бронетанковата техника. На БТР се монтират 4 мортири, МГЛБ (БМП), - 6, леки танкове-8 и тежки танкове-12. В зависимост от броя на изстрелваните димни гранати широчината на заслепяващата за противниковите огневи средства полоса може да достигне до 140 м.

Аерозолният състав на гранатите е металхлориден, с размери на аерозолните частици на дисперсната фаза в интервала от 0.1 до 1.7 микрона. Съставът се отнася към “класическите” и осигурява ефективна маскираща защита само в оптичския диапазон [3]. Горенето на състава е бавно (за около 1.5 мин), при температура около 900 градуса и е съпроводено с отделяне на метални хлориди. Те от своя страна поглъщат влагата от въздуха и образуват капчици разтвор:



Фиг.3. Система “Туча”

Затова, образуващият се при горенето дим първоначално има сив цвят, който впоследствие преминава в сламено жълт.

По схващания на руските военни специалисти, гранатите ще се изстрелват при достигане на 2 – 3 км от предния край на противника за извършване на скрит маньовър на бойното поле.

Системата “Туча” е усвоена по лиценз и в нашата страна. Подобна система “Телур” е разработена и приета на снабдяване в Полша. През последните години полските специалисти са разработили за системата нови димни гранати, задействащи се по взривния способ [4]. В съчетание с датчици за регистрация на лазерна подсветка, новите димни гранати осигуряват за около 15 сек ефективна защита в средния инфрачервен диапазон и около 2 мин. в оптичния диапазон.

В съответствие с новите постановления и изисквания руските военни специалисти са разработили през 2001 г. нова танкова гранатохвъргачна система за защита от високоточните оръжия ТШУ-1С (“Штора-1”). Системата защитава обектите на бронетанковата техника от високоточните оръжия, използващи при своята работа лазерно излъчване. Със системата се решават автономно следните по важни задачи:

- определя се видът и източникът на лазерно излъчване;
- бронетанковият обект се защитава автоматично от източника на лазерна подсветка чрез поставяне на аерозолна завеса;
- оповестяват се членовете на екипажа за регистрирано лазерно облъчване;
- създава се димна завеса едновременно от всички гранатомети в екстремални условия.

Системата “Штора –1”, съвместно с електрооборудването на обекта, осигурява автоматична защита на бронетанковата техника и понижава прицелния огън на управляемите противотанкови системи с вероятност 0.8-0.9. Внедряването на системата осигурява надеждна защита и значително повишаване на тактико-техническите характеристики и живучестта на бронетанковата техника.

Съвременната бронетанкова техника на страните от бившия “Варшавски договор” е оборудвана със собствена система за димопуск, аерозолният състав на която е дизелово гориво. Системата осигурява създаване на аерозолни екрани за самозащита при маньовър на бронетанковата техника.

Бронетанковата техника на Българката армия е комплектована с гранатохвъргачни установки "Туча" и системи за димопуск с дизелово гориво.

Новите изисквания за оперативна и техническа съвместимост с армиите от НАТО налагат преразглеждане на съществуващите системи и замяната им с по-високоефективни.

## Литература

1. Козелкин В., И. Усольцев. "Основы инфракрасной техники", Москва, 1974.
2. Шидловский А. "Основы пиротехники", Москва, 1976.
3. Огнемётно-запалителни и димни средства. ДВИ, София, 1975.
4. Полски патент 119927/С06ДЗ/00/1987.
5. Цанев В., Б. О. Годоров и др. "Камера и спектроскопична апаратура за изследване оптичните свойства на маскиращи димове", ЮНС, ВНТИ, 1997.
6. Цанев В. И., Г. К. Попов. "Предварителна обработка на данни от изследванията на оптичните свойства на маскиращи димове", ЮНС, ВНТИ, 1997.
7. Гаврилов В. А. "Видимость в атмосфере", Ленинград, 1966.

## NEW SYSTEMS FOR AEROSOL CAMOUFLAGE OF ARMoured VEHICLES

*I. Popov, G. Popov*

### *Abstract*

New devices for impact on armoured vehicles and systems for aerosol counteraction are presented. Methods for taking the bearings and automatic generation of aerosol screen are described. Properties of generated aerosol screens and modes for protection against Precision Guided Munitions (PGM) are determined. Advantages and disadvantages of the new systems for aerosol camouflage of armoured vehicles are assessed.