

S/ 4376

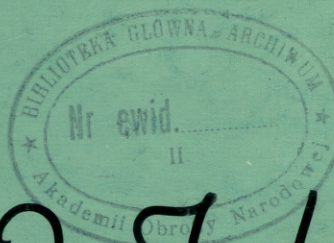


AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

AON 5228/2000

Mjr dr Jarosław SOLARZ

DYMY W DZIAŁANIACH BOJOWYCH



52745

WARSZAWA

2000

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

KATEDRA WOJSK OBRONY PRZECIWCHEMICZNEJ

AON 5228/2000

Mjr dr Jarosław SOLARZ

DYMY W DZIAŁANIACH BOJOWYCH



WARSZAWA

2000

Powielenie i oprawa
Akademia Gromy Narodowej – Wydział Wydawniczy
Zam. nr 548/2000
549

WPROWADZENIE

Stosowanie środków dymnych do osłony wojsk na polu walki to koncepcja sięgająca czasów starożytnych. Pierwsze informacje na ten temat pochodzą już z okresu 2000 lat p.n.e., kiedy to wilgotna słoma była ogólnie stosowanym środkiem do zadymiania pozycji przeciwnika. Historia pełna jest epizodów wykorzystania środków dymnych od czasów starożytnej Grecji i Rzymu, poprzez okres najazdów Tatarów i Mongołów w XIV wieku, aż do wieku XVIII.

Przez lata sposoby użycia dymów na polu walki niewiele się jednak zmieniały, gdyż zarówno potrzeby jak i możliwości zadymiania nie były duże. Do wytwarzania dymu wykorzystywano ogólnie dostępne środki takie jak: wilgotne liście, słomę, siano, siarkę, smołę itp. Dopiero na początku XX wieku nastąpił gwałtowny rozwój przemysłu, który otworzył drogę do produkcji nowych, skuteczniejszych środków dymnych. I wojna światowa była prawdziwym poligonem weryfikującym możliwości nowych środków dymnych. Już na początku wojny wykorzystywano dymy m.in. w 1915 roku pod Messines – Rûcken, znana jest także tzw. „bitwa dymna pod Amiens” z 1918 roku.

Użycie dymów na dużą skalę zaobserwowano jednak dopiero podczas II wojny światowej. Środki dymne używano głównie do osłony ważnych obiektów oraz do maskowania szczególnie trudnych działań. Na przykład, brytyjczycy stosowali dymy do maskowania portów, fabryk i dużych miast podczas nalotów bombowych Luftwaffe. Później dymy wykorzystywano do maskowania działań małych pododdziałów oraz do osłony desantów morskich i powietrznych. Po roku 1943 maskowanie dymem stanowiło już powszechny element zabezpieczenia działań bojowych. Stosowano je głównie w działaniach zaczepnych podczas przełamywania obrony przeciwnika, przy przekraczaniu przeszkód wodnych oraz do osłony ważnych obiektów. Szczególnie powszechne było wykorzystanie dymów do zabezpieczenia forsowania przeszkód wodnych. Armia Radziecka np. stosowała je w czasie forsowania takich rzek jak: Dniepr, Soż, Desna, Prut, Morawa, Wag, Wisła, Odra, Nysa Łużycka i innych¹. Podobne działania prowadzono także na innych frontach II wojny światowej, wprowadzając do wojsk specjalne pododdziały zadymiania wyposażone w odpowiednie urządzenia i instalacje dymne.

Lata pięćdziesiąte, to okres fascynacji bronią jądrową, która spycha znaczenie konwencjonalnych środków rażenia na dalszy plan. Równocześnie spada ranga środków

¹ Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych, MON, Warszawa 1980r, s. 7

służących zabezpieczeniu działań bojowych, w tym także dymów. Szybko jednak okazuje się, że sama broń jądrowa nie jest w stanie sprostać wszystkim wyzwaniom współczesnego pola walki. Do tego celu konieczne są także konwencjonalne środki rażenia oraz środki zabezpieczenia działań bojowych.

Wkrótce nastąpił dalszy rozwój techniki i taktyki stosowania dymów. Skutecznie wykorzystywano je w konfliktach zbrojnych w Korei i Wietnamie, szczególnie podczas maskowania desantów.

Najlepszym jednak przykładem skuteczności zasłon dymnych w działaniach bojowych jest użycie dymów podczas wojny egipsko – izraelskiej w 1973 roku. Wojska egipskie wykorzystały środki dymne podczas pokonywania największego na świecie rowu przeciwczołgowego znanego pod nazwą „Linia Bar – Leva”. Ku zaskoczeniu specjalistów izraelskich Egipcjanie w ciągu 24 godzin wykonali rzecz prawie niemożliwą – pokonali kanał, przerzucając przez niego 100 000 ludzi, 1020 czołgów i 13 500 pojazdów, niszcząc jednocześnie prawie 1/10 posiadanych przez Izrael czołgów. Było to możliwe poprzez dokładne zsynchronizowanie dymu z połączonym działaniem wszystkich wojsk. Dodatkowo, zastosowano efekt psychologiczny polegający na dodaniu do środków dymnych żółtego dymu, który upewniał żołnierzy izraelskich, że jest to atak chemiczny.

Obecnie armie całego świata dysponują całym arsenałem środków do prowadzenia rozpoznania; są to urządzenia rozpoznania satelitarnego, lotniczego oraz naziemnego. Coraz częściej, obok od dawna stosowanych urządzeń pracujących w zakresie światła widzialnego, wykorzystuje się środki działające także w podczerwieni oraz w paśmie mikrofal. Stanowią przez to poważne zagrożenie, gdyż standardowe dymy stosowane dotychczas, nie mogą zapewnić osłony przed nowymi środkami rażenia i rozpoznania. Wymusza to stosowanie nowych rodzajów dymów, działających na zasadzie tzw. „dymów gorących”, które podnoszą temperaturę tła do poziomu gorących części wozów bojowych lub dymów powodujących osłabienie promieniowania cieplnego wozów bojowych. Użycie nowych środków dymnych nie wyklucza jednak zastosowania dymów starszej generacji, gdyż wizyjny sposób rozpoznania i rażenia jest sposobem najłatwiejszym i przez to najczęściej stosowanym.

Niniejsze opracowanie jest wykonane z myślą o usprawnieniu procesu dydaktycznego na studiach dyplomowych i podyplomowych w Akademii Obrony Narodowej. Jego układ i treść są dostosowane do potrzeb zrozumienia kwestii związanych z planowaniem i zastosowaniem środków dymnych na polu walki. Jednocześnie autor ma nadzieję, że materiał ten będzie stanowić podstawę do twórczego rozwiązywania problemów użycia dymów w walce i operacji.

1. OGÓLNE POJĘCIA O DYMACH

1.1. Podstawowe określenia

Przed zdefiniowaniem dymu konieczne jest wprowadzenie kilku niezbędnych pojęć wstępnych. Pierwszym z nich jest *układ dyspersyjny* czyli *ośrodek rozpraszający* wraz z zawartą w nim *fazą dyspersyjną* - *substancją rozproszoną*. Jeżeli substancja rozproszona stanowi zbiór cząstek tej samej wielkości, to jest to układ monodispersyjny, gdy zaś mamy do czynienia z cząstkami o różnej wielkości, to mówimy o układzie polidispersyjnym.

Jeżeli rozmiary liniowe owych cząstek zawarte są w granicach od $10 \text{ \AA}$ do $2000 \text{ \AA}^2$ to mamy do czynienia z *cząstkami koloidalnymi*. Zgodnie z tym taki układ dyspersyjny, w którym cząstki substancji rozproszonej odpowiadają rozmiarom cząstek koloidalnych nazywamy *układem koloidalnym*.

Podział układów koloidalnych ze względu na stan skupienia przedstawia tabela 1

Tabela 1

Podział układów koloidalnych ze względu na stan skupienia

Ośrodek rozpraszający	Substancja rozproszona	Rodzaj koloidu	Przykłady	Nazwa szczegółowa koloidu
gaz	gaz	aerozole /gazozole/	-	nie istnieje
	ciecz		mgła, chmury	aerozole ciekłe /mgły koloidalne/
	ciało stałe		dymy, kurz	aerozole stałe /dymy koloidalne/
ciecz	gaz	zole, roztwory koloidalne /hydrozole/	piana mydlana	piany
	ciecz		mleko, białko	lizoze, emulsje /emulsoidy/
	ciało stałe		zole tlenków metali, wodorotlenków	zawiesiny koloidalne /suspensoidy/
ciało stałe	gaz	pirozole	pumeks	piany stałe
	ciecz		kwarc mleczny	piany stałe /emulsje stałe/
	ciało stałe		szkło rubinowe, perły fosforowe	zole stałe

Źródło: Sobczyk L., Kiswa A., *Chemia fizyczna dla przyrodników*, PWN, Warszawa 1981s. 514

² $\text{\AA}$ – angstrom – jednostka długości / $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ /

Układ koloidalny można także nazywać roztworem koloidalnym w przypadku, gdy ośrodkiem rozpraszającym będzie rozpuszczalnik w stanie ciekłym. Roztwory, w których rozproszone cząstki są mniejsze od 10 Å nazywamy roztworami prawdziwymi, zaś takie, w których cząstki mają wielkość ponad 2000 Å – zawiesinami.

Nieco inaczej przedstawia się sprawa układów aerodispersyjnych lub inaczej aerozoli. Często przyjmuje się bowiem, że **wszelkie**, różnorodne układy składające się z najdrobniejszych cząstek materii zawieszonych w środowisku gazowym to aerozole. Zgodnie z tym możemy do nich zaliczyć np. naturalne mgły i chmury występujące w przyrodzie, różnego rodzaju dymy i pyły uchodzące z fabryk, domów mieszkalnych i pojazdów mechanicznych oraz dymy otrzymywane sztucznie.

W zależności od wielkości cząstek aerozole atmosferyczne dzieli się na dwie grupy:

- aerozole właściwe o wymiarach cząstek mniejszych od 10^{-5} cm /będące rzeczywistymi układami koloidalnymi/;
- pyły lub grube zawiesiny, których wielkość cząstek przewyższa wymiar 10^{-5} cm.

Z tabeli 1 wynika, że *dymami nazywamy aerozole, w których fazą dyspersyjną są cząstki stałe*, mgłami natomiast nazywa się aerozole, których faza dyspersyjna składa się z kropelek cieczy. Jest to jednak bardziej umowna klasyfikacja, gdyż często zachowanie aerozoli określa się nie stanem skupienia lecz wielkością cząstek. Na przykład w literaturze angielskiej *dymami określa się aerozole właściwe o wymiarach cząstek od 10^{-5} do 10^{-7} cm, które nie opadają pod wpływem siły ciężkości*, a mgłami nazywa się aerozole o wymiarach cząstek 10^{-3} do 10^{-5} cm, które opadają pod wpływem tej siły. W literaturze wojskowej zaś, przyjmuje się zazwyczaj, że *dymy to wszelkie aerozole używane w celu maskowania, niezależnie od stanu skupienia fazy dyspersyjnej*. Bardzo podobnie pojmowany jest ten problem w armii amerykańskiej, gdzie funkcjonuje termin „*obskuranty*”. Są to wytworzone przez człowieka lub występujące naturalnie cząstki zawieszone w powietrzu, które blokują lub zakłócają poszczególne części widma elektromagnetycznego, takie jak światło widzialne, promieniowanie podczerwone lub mikrofałe. Przykładem obskurantów jest: mgła, kurz, dym lub opary.

Dymy określa się z kolei jako obskuranty otrzymywane sztucznie poprzez palenie lub odparowanie niektórych produktów.

Różnorodność przedstawionych definicji w żadnym stopniu nie sprzyja jednoznacznym rozumieniu pojęcia dym. Z tego powodu, aby uprościć rozważania, w dalszej części opracowania obowiązywać będzie wojskowe pojęcie dymów.

1.2. Charakterystyka dymów

Dymy, podobnie jak wszelkie substancje koloidalne charakteryzują się pewnymi ściśle określonymi parametrami fizycznymi. Najważniejsze z nich to: stężenie i wymiary cząstek dymu.

Stężenie jest to ilość fazy dyspersyjnej, która znajduje się w jednostce objętości obłoku dymnego, przy czym rozróżnia się jego dwa rodzaje: wagowe i cząsteczkowe.

Stężenie wagowe dymu określa ilość substancji fazy rozproszonej w gramach lub miligramach znajdującej się w 1 m^3 dymu. Warto przy tym zaznaczyć, że stężenie poszczególnych dymów i mgieł może przybierać bardzo różnorodne wartości, które zależą od rodzaju użytej substancji. Na przykład stężenie wagowe kwasu stearynowego waha się w granicach 0,01 do 0,03 g/m^3 , co w porównaniu do oleju maszynowego (3 – 30 g/m^3) jest wartością niewielką. Jest to jednak właściwość pozytywna, gdyż tylko aerozole o niewielkim stężeniu wagowym są trwałe. Aerozole o stężeniu, które przekracza dziesiąte części grama na 1 m^3 są nietrwałe. Spowodowane jest to występowaniem dużej siły ciężkości, powodującej opadanie cząstek, a tym samym zmniejszanie ich stężenia.

Stężenie cząstkowe dymu określa liczbę cząstek fazy rozproszonej znajdujących się w 1 cm^3 lub w 1 mm^3 obłoku dymu. Stężenie cząstkowe dymów trwałych waha się w granicach $10^5 - 10^6$ cząstek w 1 cm^3 .

Oba rodzaje stężeń są wskaźnikami określającym stopień dyspersji lub wielkość cząstek dymu. Te ostatnie można określać pojedynczo dla poszczególnych cząstek /ich rzeczywiste, realne wymiary/ lub w sposób zbiorczy /średnia wielkość cząstek określana na podstawie stężenia wagowego i cząstkowego/. Zazwyczaj mamy do czynienia z tą drugą wielkością, co spowodowane jest faktem, iż obłoki dymu są najczęściej polidispersyjne /zawierające cząstki o różnych rozmiarach/. Stosowane obecnie cząstki dymów /do maskowania/ mają średni promień od $2 \cdot 10^{-5}$ do $8 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$. Wyjątkiem jest dym czarny, który posiada cząstki o większych wymiarach.

Aby otrzymać dymy, które można wykorzystać do maskowania stosuje się wiele metod. Wszystkie one są jednak pochodną dwóch podstawowych sposobów. Pierwszy z nich to rozdrobnienie substancji stałej lub ciekłej do stanu koloidalnego /dyspersja – rozpraszanie/, drugi zaś to łączenie molekuł pary w cząstki o wymiarach właściwych koloidom /kondensacja/. Podstawowa różnica pomiędzy nimi polega na tym, iż w procesie rozpraszania powierzchnia właściwa układu wzrasta, natomiast w procesie kondensacji maleje.

Obłoki dymne niezależnie od swojego składu nie są tworami stałymi. Pod wpływem różnorodnych procesów, które w nich zachodzą ulegają rozproszeniu, co prowadzi do zniszczenia ich własności maskujących. Do najważniejszych procesów wpływających na nietrwałość obłoku dymnego można zaliczyć:

- odparowanie cząstek i przechodzenie obłoku dymnego w mieszaninę gazów;
- osiadanie cząstek dymu po działaniem siły ciężkości;
- koagulacja lub powiększanie się cząstek dymu.

Dym składający się z cząstek stałych lub ciekłych w atmosferze nie jest tworem jednorodnym, gdyż częściowo zawsze istnieje w stanie pary w ośrodku dyspersyjnym. Jego stężenie i odpowiadająca mu prężność par³ dla każdej temperatury mają ściśle określoną wielkość, o ile cząstki dymu znajdują się w równowadze ze środowiskiem dyspersyjnym. Jeżeli zmieni się temperatura, to nastąpi naruszenie równowagi, a przez to odparowanie cząstek lub kondensacja par.

Zmniejszanie się małych cząstek prowadzące do ich zanikania i wzrost wielkich cząstek /kondensacja/ w obłoku aerozolu wskutek różnicy prężności pary nosi nazwę *destylacji izotermicznej*.

Cząstki dymu stale opadają pod wpływem siły ciężkości. Szybkość opadania cząstek wzrasta wraz ze wzrostem ich wymiarów. Z tego powodu, w wyniku opadania największych cząstek szybko zmniejsza się koncentracja wagowa obłoku dymu. W silnie rozproszonym obłoku /z cząstkami o małych wymiarach/ szybkość opadania jest niewielka. Dodatkowo małe cząstki podlegają intensywnym ruchom Browna⁴, który zapobiega opadaniu tych cząstek i nadaje im zygzakowatą drogę.

Każde zwiększenie wymiaru cząstek przyspiesza opadanie pod wpływem ciężkości. Jedną z przyczyn tego zjawiska jest wspomniana już destylacja izotermiczna. Główną jednak przyczyną wzrostu wymiarów cząstek dymu jest koagulacja. Jest to zjawisko łączenia się i zlewania cząstek dymu zachodzące podczas ich zderzania się.

³ Prężność pary – to ciśnienie jakie wywiera para nasycona danej cieczy na jej powierzchnię. W stałej temperaturze jest wielkością stałą, zależną tylko od rodzaju substancji.

⁴ Ruch Browna – ruch cząstek dymu o bardzo małych wymiarach, zbliżonych do wymiarów molekuł, powodujący ciągły, nieuporządkowany ich ruch we wszystkich kierunkach, który spowodowany jest nierównomiernymi uderzeniami molekuł gazu.

1.3. Właściwości maskujące dymów

Jeżeli w obszarze, w którym promieniuje źródło światła, znajduje się jakiś przedmiot, to część **strumienia świetlnego**⁵ padającego na to ciało odbija się od niego i następnie dociera do naszych oczu. Im większy jest strumień padający na to ciało, tym większy jest również strumień odbitego światła i tym wyraźniej widać dany przedmiot.

W fotometrii funkcjonuje wielkość, która służy do ilościowego opisu stanu powierzchni ciał, na które pada strumień świetlny – **oświetlenie**. Jednostką oświetlenia jest lux /lx/⁶. Może się jednak okazać, iż w przypadku rozległych źródeł światła, różne części powierzchni świecącej w pewnym kierunku wydają się świecić różnie czyli wykazują różną jasność /obecnie **luminancję**/⁷. Jedynie ciało doskonale czarne ma luminancję jednakową we wszystkich kierunkach. Podobną właściwość mają ciała idealnie rozpraszające światło.

Najmniejsza luminancja, na którą reaguje ludzkie oko to 10^{-4} nt, natomiast luminancja powodująca ból oczu i ich uszkodzenie wynosi 10^6 .⁸

Głównym celem stosowania dymów na polu walki jest stworzenia takich warunków, które pogorszą widoczność i wyrazistość obserwacji. Uwarunkowane to jest kontrastem w jasności – luminancji oraz barwie rozpatrywanego przedmiotu i otaczającego go tła. Każdy bowiem przedmiot obserwuje się nie w oderwaniu, ale na tle drugiego przedmiotu. Na przykład przy obserwacji z ziemi budynki, ludzie lub sprzęt wojskowy obserwuje się na tle nieba lub terenu. Im mniejszy kontrast między nimi tym mniejsza widoczność obserwowanych przedmiotów. Przy dostatecznie małej kontrastowości, gdy zostanie przekroczony **próg kontrastowej czułości oka**⁹, przedmiot przestaje być widoczny.

W ten sposób jeżeli między przedmiotem a obserwatorem umieścimy obłok dymny, to

⁵ Strumień świetlny to ta część strumienia promieniowanego przez źródło o widmie zawierającym się w pewnym zakresie, która wywołuje wrażenie świetlne i którą ocenia się na podstawie tego wrażenia. Miara strumienia świetlnego jest lumen /lm/.

⁶ Jednym luksem nazywa się oświetlenie takiej prostopadłej do promieni świetlnych powierzchni, w której na każdy metr kwadratowy pada strumień świetlny równy jednemu lumenowi.

⁷ Jednostką luminancji jest kandela na metr kwadratowy, zwana nitem /nt/

⁸ Przykładowe wartości luminancji w nitach wybranych źródeł w przyrodzie:

10^{-4} – niebo w bezksiężycową noc, 10 – kartka papieru oświetlona 30 lx, $5 \cdot 10^3$ – płomień świecy, 10^6 – włókno żarówki, 10^9 – słońce.

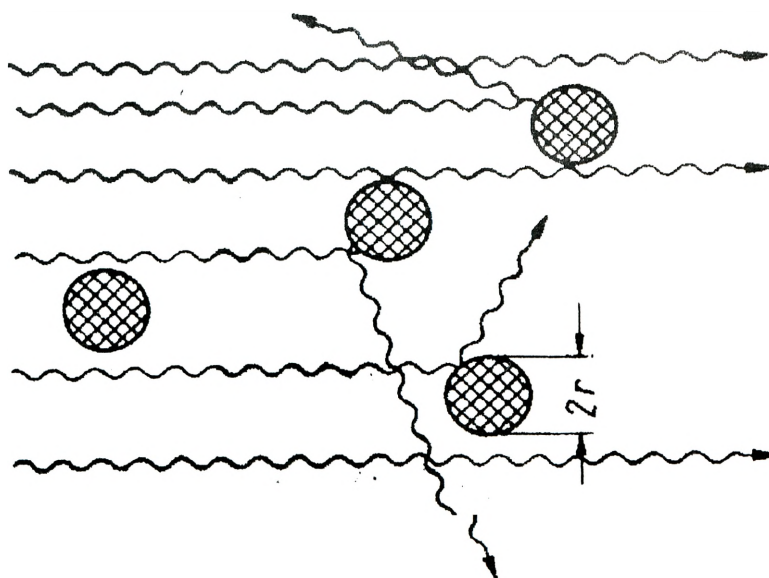
⁹ Progiem kontrastowej czułości oka nazywa się minimalną zmianę luminancji /jasności/, którą oko jest w stanie zauważyć. Próg ten waha się w granicach 0,5 – 2% i zależy od indywidualnych cech każdego człowieka, średnio 1,25%.

jego jasność dołącza się do jasności przedmiotu i tła, a tym samym kontrast zmniejsza się do wartości mniejszej niż próg kontrastowej czułości. Zgodnie z tym przyczyną maskujących właściwości dymów jest fakt, iż dzięki rozproszeniu światła słonecznego każdy obłok dymu jest jasno świecącą przestrzenią. Dodatkowo rozproszone przez dym światło obniża nasycenie promieni odbitych /wielkość niezbędna do widzenia barwy przedmiotu/ od powierzchni przedmiotu, co powoduje że staje się on płowy i przy dostatecznej jasności światła rozproszonego różnica w barwie przedmiotu i otaczającym go tle przestaje być odczuwalna. Dzięki niewielkiemu zazwyczaj nasyceniu odbitego światła barwa przedmiotu przestaje być odróżniana na odległości mniejszej niż zasięg widoczności.

Powiększanie siły światła nie powoduje odpowiedniego zwiększenia zasięgu widoczności. Jest to spowodowane faktem, iż zwiększanie jasności sygnału powoduje wzrost jasności obłoku dymu.

Do zasadniczych zjawisk optycznych zachodzących w dymach, które mają istotny wpływ na zasięg widoczności i właściwości maskujące dymu należą rozpraszanie i pochłanianie światła wewnątrz obłoku dymu i na jego granicy z czystym powietrzem.

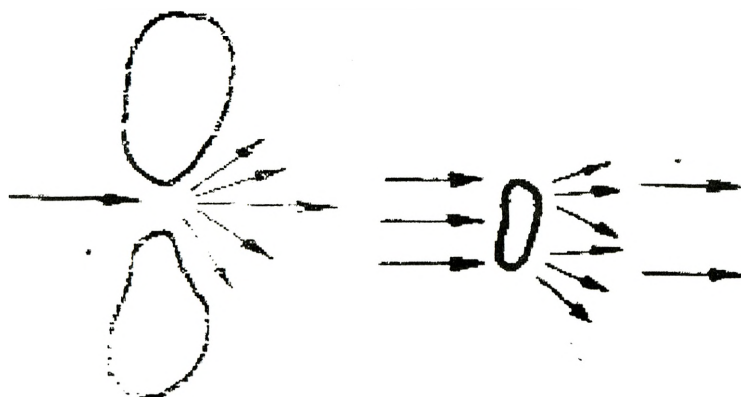
Rozpraszaniem światła nazywamy zjawisko zmiany przestrzennego rozkładu wiązki światła na skutek oddziaływania z ośrodkiem rozpraszającym i objawiające się jako „niewłaśne” świecenie tego ośrodka. Rozpraszanie światła zachodzi zawsze w ośrodku optycznie niejednorodnym, którego współczynnik załamania światła zmienia się w sposób nieregularny w skutek obecności w ośrodku niewielkich cząstek innej substancji. Uproszczony schemat rozpraszania światła przez cząstki dymu przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1 Rozpraszanie światła przez cząsteczki dymu

Współczynnik załamania wskazuje, o ile zmniejsza się szybkość rozchodzenia się światła w danym ośrodku. Światło przechodząc z jednego środowiska do drugiego zmienia swoją szybkość, a tym samym i kierunek swego ruchu. Im większa jest różnica między współczynnikiem załamania powietrza a cząstkami dymu tym mocniej występuje rozpraszanie światła. Wielkość rozproszenia światła zależy od stosunku wymiarów cząstek dymu do długości fali przechodzącego światła. Dokładne scharakteryzowanie tej zależności jest dość skomplikowane i uzależnione od wielu parametrów /m.in. stężenia wagowego, stopnia dyspersji itp./. Wielkie cząstki rozpraszają promień widma jednakowo, zaś cząstki tego samego rzędu co długość fali światła lepiej rozpraszają światło o falach krótkich. Na tej podstawie można przyjąć założenie, że wraz ze wzrostem wymiarów cząstek wzrasta zdolność rozpraszania promieniowania o większych długościach fali.

Przy dużych nieprzezroczystych cząstkach, większych od długości fali przechodzącego światła, następuje tylko jego odbijanie, zaś przy cząstkach przezroczystych przyczyną rozproszenia światła jest wielokrotne odbicie i załamanie światła na powierzchni cząstek. Inaczej rozpraszane jest światło o długości fali tego samego rzędu co wielkość cząstek dymu. Przyczyną rozproszenia jest tu dyfrakcja światła, która polega na uginaniu promieni światła na cząstkach dymu znajdujących się na jego drodze. Schemat dyfrakcji przedstawia rysunek 2

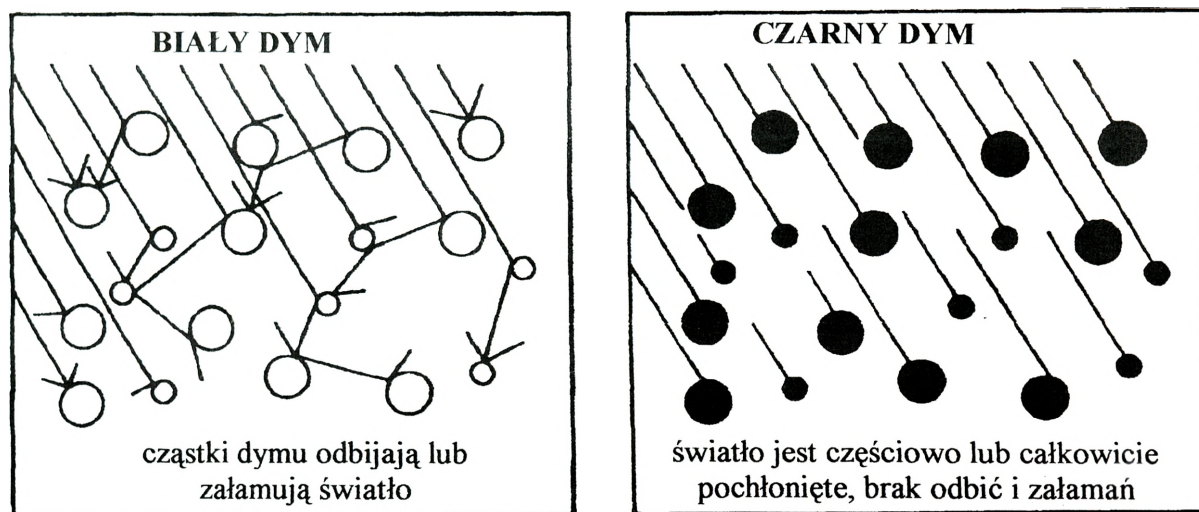


Rysunek 2 Schemat dyfrakcji światła na cząstkach dymu

Jeżeli wymiary cząstek dymu są o wiele mniejsze od długości fal świetlnych, to rozproszenie zachodzi w wyniku pobudzenia elektronów ośrodka /powietrza/, które emitują przez to energię świetlną we wszystkich kierunkach. Największe znaczenie ma przy tym odpowiednio duże stężenie wagowe obłoku dymu, które powoduje wielokrotne rozpraszanie promieniowania.

Pochłanianie światła /absorbpcja/ nazywamy zjawisko zmniejszenia energii fali świetlnej podczas jej przechodzenia w ośrodku wskutek przemiany energii fali w energię wewnętrzną ośrodka. Światło padając na powierzchnię cząstek dymu zamienia się częściowo

w energię chemiczną lub ciepłą. Pochłanianie światła przebiega zazwyczaj w ściśle określonych, wąskich odcinkach widma. Z tego powodu bardzo rzadko spotyka się absorpcję światła w szerokim obszarze widma, co charakteryzuje się czarną barwą dymu. W dymach białych na absorpcję przypada 10 – 30% energii, natomiast w czarnych aż 80%. Ilość zaabsorbowanego promieniowania zależy również od wielu innych czynników takich jak np.: wymiarów cząstek dymu, długości fali światła oraz współczynników załamania fazy rozproszonej i środowiska rozpraszającego. Porównanie właściwości dymu białego i czarnego ilustruje rysunek 3.



Rysunek 3 Wpływ cząstek dymu na promieniowanie świetlne

Źródło: *Field behavior of NBC agents /including smoke and incendiaries/,* Washington 1986, s. 2.2.

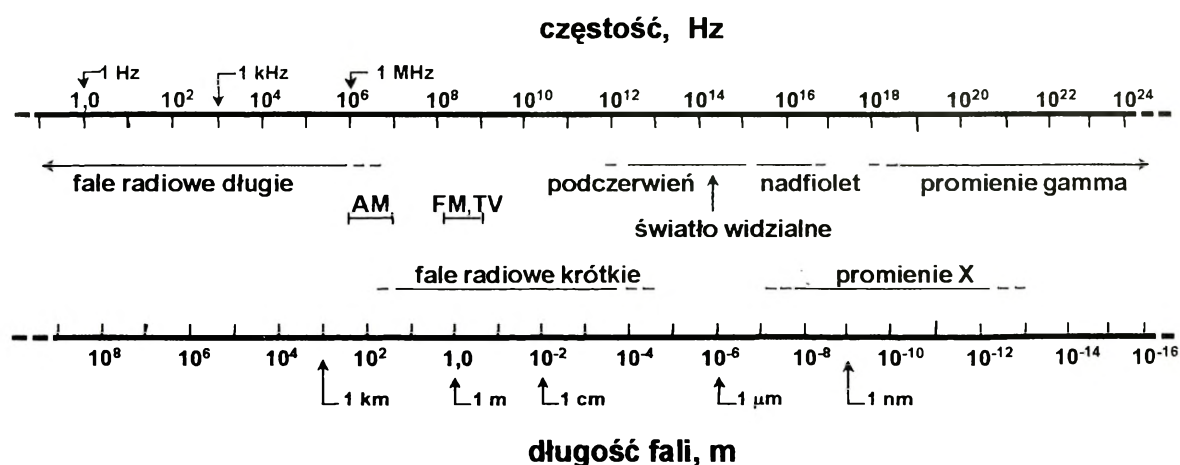
Rozproszenie i pochłanianie promieniowania świetlnego powoduje stopniowe zmniejszanie się natężenia światła przechodzącego przez dym. Po zsumowaniu wartości rozproszenia i pochłonięcia światła otrzymujemy wielkość charakteryzującą stopień osłabienia światła /współczynnik osłabienia światła/. Dodatkowo, niezależnie od tego współczynnika analizuje się współczynniki rozproszenia wstecznego¹⁰ oraz zasięg widzialności.

¹⁰ Współczynnik rozproszenia wstecznego to ilość energii promieniowania, która powraca do źródła po interakcji z przeszkodą /np. z obłokiem dymnym/.

2. WPŁYW DYMÓW NA ŚRODKI RAŻENIA, ROZPOZNANIA I NAPROWADZANIA NA CEL

Doświadczenia minionych wojen dowodzą prawdziwości twierdzenia mówiącego, że aby przeciwnika pokonać trzeba go najpierw wykryć, rozpoznać a następnie zniszczyć. To na ile jest to możliwe, zależy od szeregu różnorodnych czynników jak choćby: pogody, terenu, manewrowości wojsk, umiejętności wprowadzania w błąd, itp. Stosownie do tego można śmiało stwierdzić, że wszystko co możemy wykryć /zaobserwować/ możemy też /przynajmniej teoretycznie/ zniszczyć lub zastrzelić.

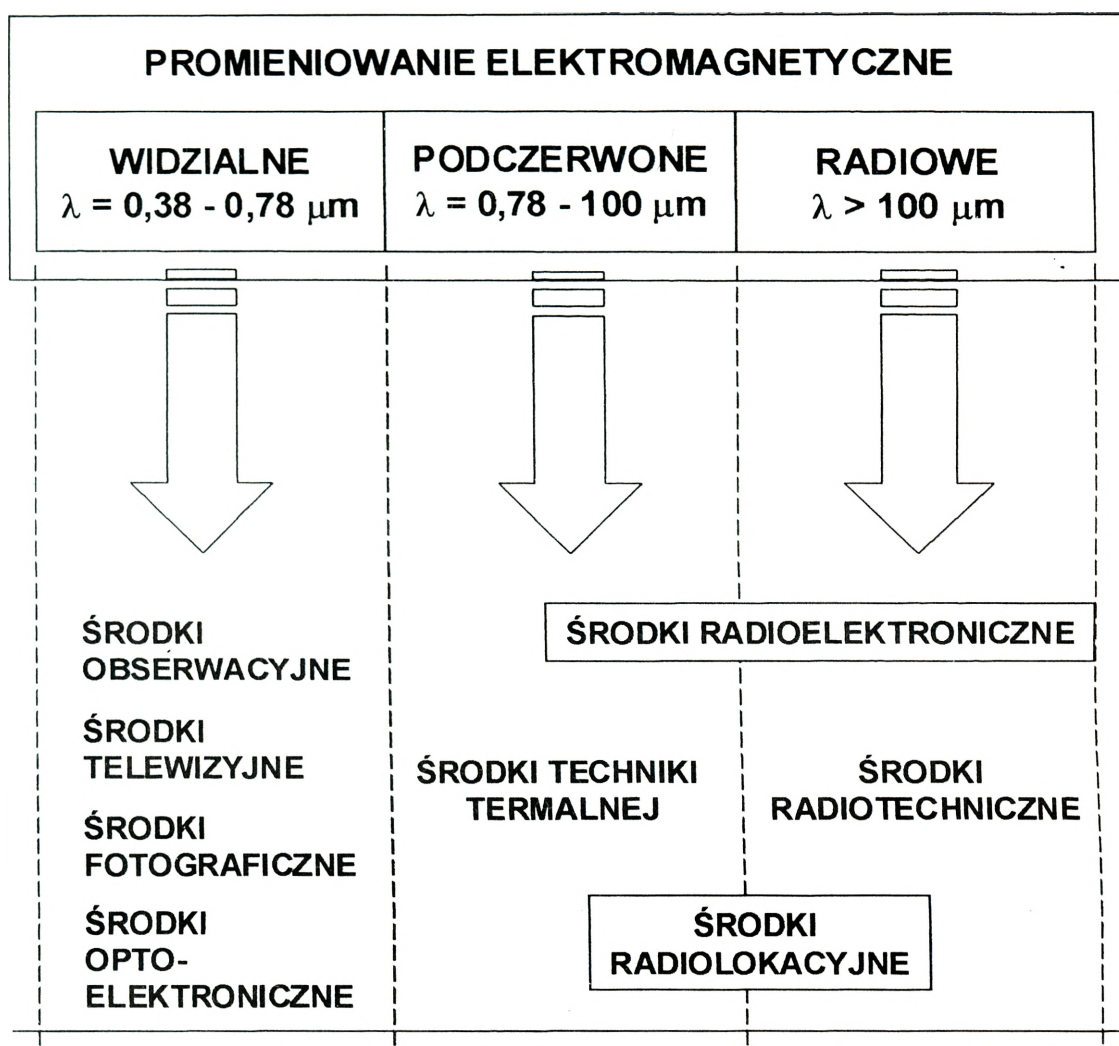
Ostatnie lata to okres intensywnego rozwoju myśli technicznej, także w zakresie środków rozpoznania, rażenia oraz naprowadzania na cel. Wśród nich bardzo duże zastosowanie znajduje broń precyzyjna, która w sposób inteligentny łączy środki rozpoznania /powietrznego, naziemnego i radioelektronicznego/ ze środkami naprowadzania /telewizyjne, laserowe, na podczerwień i radiolokacyjne/ oraz środki rażenia ogniowego /rakiety, bomby, pociski artyleryjskie i przeciwpancerne pociski kierowane/¹¹. Środki te wykorzystują szeroki zakres widma elektromagnetycznego – od fal radiowych do światła widzialnego. Charakterystykę widma elektromagnetycznego i jego wykorzystanie do potrzeb wojskowych przedstawiono na rysunkach 4 i 5.



Rysunek 4 Widmo elektromagnetyczne

Halliday D., Resnick R., *Fizyka*, PWN, Warszawa 1999, s.372

¹¹ Krauze M., *O użyciu dymów w warunkach stosowania przez nieprzyjaciela broni precyzyjnej* [w:] *Myśl Wojskowa* 4/1988, Warszawa, s.79



Rysunek 5 Wykorzystanie widma elektromagnetycznego na potrzeby wojska
 Opracowano na podstawie Józwiak K., *Współczesna technika rozpoznania powietrznego*,
 AON Warszawa 1994, s. 14

Aby zmniejszyć zakres oddziaływania przeciwnika należy ograniczyć jego możliwości w zakresie:

- prowadzenia rozpoznania i obserwacji;
- identyfikacji, lokalizacji i śledzenia celów;
- naprowadzania pocisków na cel.

Do tego celu niezbędna jest widoczność wzrokowa lub widoczność zapewniana przez wykorzystanie odpowiednich przyrządów. Należą do nich:

- optyczne przyrządy celownicze i kamery telewizyjne;
- urządzenia obserwacyjno – celownicze i głowice samonaprowadzające się, pracujące w podczerwieni;

- urządzenia laserowe;
- głowice samonaprowadzające się, pracujące w paśmie fal radiolokacyjnych;
- radiolokatory rozpoznania i śledzenia celu pracujące na falach centymetrowych.

Jednym ze sposobów ograniczenia możliwości systemów rozpoznania i naprowadzania są zasłony dymne, które w zależności od użytej substancji dymotwórczej mogą zakłócać ich działanie na określonych długościach fal.

Skuteczność dymów w stosunku do środków rażenia, obserwacji i naprowadzania na cel będzie bardzo różna, zawsze jednak zależeć będzie od rodzaju wykorzystywanej przez nie części widma elektromagnetycznego.

Środki techniczne wykorzystywane w działaniach bojowych do rozpoznania, rażenia i naprowadzania na cel można podzielić na dwie grupy: urządzenia do obserwacji i środki rażenia¹². Jest to podział umowny, gdyż wiele ze współczesnych środków bojowych to prawdziwe kombajny integrujące w sobie zarówno środki rozpoznania, naprowadzania jak i rażenia.

Do pierwszej kategorii środków należą:

1. *Przyrządy obserwacyjne i obserwacyjno – celownicze* to lornetki zwykłe i nożycowe, teodolity rozpoznawcze, celowniki artyleryjskie i broni strzeleckiej, dalmierze, itp. Wszystkie te urządzenia przeznaczone są do prowadzenia obserwacji w świetle dziennym a niektóre również w nocy. Wykorzystują one tylko wąski zakres widma elektromagnetycznego w paśmie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. Jest to zakres 0,32 – 1,6 μm . Zgodnie z tym zasłona dymna postawiona pomiędzy obserwatorem a obserwowanym celem może całkowicie uniemożliwić prowadzenie obserwacji poprzez zmniejszenie kontrastu poniżej progu czułości. Równie skuteczne jest wykorzystanie dymu do oślepienia obserwatora.

2. *Urządzenia optyczno – elektroniczne* to urządzenia, które służą do prowadzenia obserwacji i celowania przy słabych warunkach oświetleniowych. Dzielą się na dwie podstawowe grupy:

- Przetworniki elektronooptyczne /noktowizory/ działające w paśmie podczerwieni lub światła widzialnego; służą do zamiany niewidzialnego obrazu otrzymanego za pomocą promieni podczerwonych lub bardzo słabego promieniowania widzialnego na obraz widzialny. Wykorzystują zakres widma elektromagnetycznego w paśmie bliskiej pod-

¹² Zob. Krauze M., Nowak I., Moskal E., *Zasady użycia dymów na szczeblach operacyjnych*, ASG Warszawa 1986, s.13

czerwieni o długości fali $0,8 - 1,2 \mu\text{m}$. Pozwalają wzmocnić obraz od 2000 do 50 000 razy, co umożliwia prowadzenie skutecznego ognia w nocy na odległość do 450 m do ludzi i 1500 m do pojazdów.

- Elektroniczne wzmacniacze obrazu działają w podobny sposób jak noktowizory, z tym że to rozproszone światło widzialne pochodzące od źródeł naturalnych lub sztucznych np. księżyca, gwiazd itp. odbija się od obserwowanego obiektu a następnie ulega wzmocnieniu dając dobry obraz obserwowanego celu. Jest to technika pasywna, która zastępuje dawne aktywne systemy noktowizji. Wzmacniając światło nawet 50 000 razy jest stosowana w lornetkach, okularach kierowców i pilotów, celownikach broni itp. Wzmacniacze światła pracują w zakresie widma od $0,8$ do $2 \mu\text{m}$

Z przedstawionych danych wynika, że urządzenia optoelektroniczne pracują w zakresie bliskiej podczerwieni lub światła widzialnego. Dzięki temu zasłona dymna postawiona pomiędzy obserwatorem a obserwowanym celem może poważnie zakłócić prowadzenie obserwacji poprzez zmniejszenie jasności obrazu noktowizora /w zależności od składu dymu 7 - 11 krotnie/.

3. *Urządzenia termalne* – to urządzenia, które do uzyskania obrazów wykorzystują efekt cieplnego promieniowania obiektów w paśmie podczerwieni. Promieniowanie takie emituje każde ciało, którego temperatura jest wyższa od zera bezwzględnego -273°C /. Urządzenia te umożliwiają prowadzenie obserwacji w nocy lub w dzień w warunkach braku światła widzialnego, bez potrzeby oświetlania obserwowanych obiektów. Zobrazowanie termalne pozwala określić różnice w emisji ciepła, a tym samym wyodrębnić określone obiekty z otaczającego ich tła. Ze względu na przeznaczenie i zasadę działania dzieli się je na : skanery liniowe IRLS /Infrared Line Scanner/, kamery termalne /termowizory/ oraz kamery typu FLIR /Forward Looking Infrared/. Ogólna zasada działania tych urządzeń polega na zamianie odebranego promieniowania cieplnego na sygnały elektryczne, które po obróbce tworzą obraz termalny rejestrowany na monitorze, dysku lub taśmie. Są to nowoczesne urządzenia, które znalazły zastosowanie głównie w czołgach i ppk nowej generacji. Większość z nich wykorzystuje promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od 2 do $14 \mu\text{m}$ /podczerwień średnią i daleką/. W paśmie tym występują dwa tzw. okna przezroczystości atmosfery, które przepuszczają promieniowanie podczerwone o określonej długości fali: $3 - 5 \mu\text{m}$ oraz $8 - 14 \mu\text{m}$. Wojskowe urządzenia termalne pracują w jednym z tych okien lub obu naraz.

Standardowe zasłony dymne, ze względu na swoje właściwości mogą ekranować promieniowanie podczerwone jedynie w zakresie od 0,78 do 1,5 μm , co uniemożliwia skuteczne zakłócanie urządzeń termalnych we wszystkich zakresach promieniowania. Z tego względu do przeciwdziałania tego typu urządzeniom należy stosować dymy specjalne np. tzw. „dymy gorące”.

4. *Aparaty fotograficzne* to urządzenia szeroko wykorzystywane w rozpoznaniu naziemnym, morskim, powietrznym i satelitarnym. Zdjęcia w barwach naturalnych i w podczerwieni, a zwłaszcza fotografia wielospektralna może zawierać ogromną ilość informacji, której odpowiednie opracowanie pozwoli na wyróżnienie z tła obserwowanych obiektów. Zdjęcia te będą miały szczególne zastosowanie do analizy terenu, umocnień stałych, rozbudowy inżynieryjnej, przeszkód terenowych, ugrupowania i ruchu wojsk przeciwnika oraz do określania ich rozmiaru i współrzędnych. Większość aparatów fotograficznych pracuje wykorzystując promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fal od 0,1 do 1,2 μm . Zakres ten w pełni odpowiada zdolnościom maskującym dymów, które dzięki temu mogą być z powodzeniem wykorzystywane do przeciwdziałania procesom fotografowania. Jednak w niektórych przypadkach np. w rozpoznaniu lotniczym lub satelitarnym fotografowany obszar /dziesiątki a nawet setki kilometrów kwadratowych/ znacznie wykracza poza techniczne możliwości środków dymnych, co czyni ich wykorzystanie nieopłacalnym.

5. *Telewizja* - to środek, który coraz częściej zastępuje fotografię. Krótki czas zobrazowania sytuacji, szybkie przesyłanie obrazu na znaczne odległości oraz możliwość jego rejestracji i analizy na komputerach stanowi jej niezaprzeczalny atut mimo mniejszej od zdjęcia fotograficznego rozdzielczości. Zakres widma elektromagnetycznego wykorzystywany przez telewizję jest dosyć szeroki i waha się w granicach od 0,28 do 15 μm . Z tego powodu możliwości techniki telewizyjnej w dużym stopniu zależą od warunków atmosferycznych i oświetleniowych. Należy jednak podkreślić, że dotyczy to tylko telewizji pracującej w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. W wyższych zakresach /średnia i dalsza podczerwień/ pracują urządzenia telewizji niskiego poziomu oświetlenia /L3 TV lub LLL TV – Low Light Level TV/, na które wpływ warunków atmosferycznych i oświetleniowych a także środków dymnych jest niewielki. Dodatkowo przeciwko wykorzystaniu dymów do maskowania wojsk przed telewizją przemawia ogromny obszar penetrowany przez lotnicze i satelitarne kamery telewizyjne /podobnie jak w przypadku fotografii/. Z oczywistych względów zadymianie tak dużych obszarów jest niemożliwe.

6. *Środki radioelektroniczne* – to sprzęt obejmujący bardzo szeroki asortyment urządzeń do rozpoznania radiowego i radiolokacyjnego. Środki radiowe służą do poszukiwania, przechwytywania i namierzania emisji fal elektromagnetycznych oraz analizowania zawartych w nich informacji. Środki radiolokacyjne z kolei wykorzystują własne środki aktywne działające na zasadzie opromieniowania obiektu za pomocą energii elektromagnetycznej, odebraniu części odbitej energii od celu i opracowaniu odebranych sygnałów. Zarówno w jednych jak i drugich wykorzystuje się promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu mikrofali /0,1 mm do 100 cm/ oraz fal metrowych. Zastosowanie środków dymnych do osłony obiektów przed rozpoznaniem radioelektronicznym ma sens jedynie w przypadku fal milimetrowych, gdyż obłok dymny o bardzo dużym stężeniu może w pewnym stopniu je odbijać. Odbite fale mogą powodować powstawanie zakłóceń na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych, które utrudniają jednoznaczne określenie rozpoznawanego obiektu. Użycie środków dymnych do ekranowania fal dłuższych /centymetrowych i metrowych/ jest bezcelowe.

7. *Sprzęt laserowy* – to urządzenia, które wykorzystują światło monochromatyczne o dużej koncentracji energii w bardzo wąskiej wiązce. Należy do nich szeroka gama dalmierzy laserowych oraz oświetlaczy zintegrowanych z laserowymi układami naprowadzania na cel. W urządzeniach tych stosuje się różne typy laserów np.: rubiniowe / $\lambda = 0,693 \mu\text{m}$ /, itrowo – glinowe / $\lambda = 1,064 \mu\text{m}$ /, helowo – neonowe / $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$ / oraz lasery oparte na CO_2 / $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ / . Wszystkie ich rodzaje /za wyjątkiem lasera CO_2 / wykorzystują promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. Wynika z tego, że zastosowanie środków dymnych z powodzeniem może być wykorzystywane do odbijania, rozpraszania i pochłaniania wiązki lasera, co całkowicie uniemożliwia rozpoznanie i naprowadzanie na cel. W przypadku lasera CO_2 konieczne jest użycie dymów pracujących w średniej i dalszej podczerwieni.

Środki techniczne wykorzystywane w działaniach bojowych do rażenia to:

1. *Broń strzelecka* – broń osobista każdego żołnierza oraz broń pokładowa czołgów, transporterów, bwp oraz innych pojazdów. Do celowania używa się w dzień - przyrządów optycznych a w nocy - noktowizorów. Wykorzystują one tylko wąski zakres widma elektromagnetycznego w paśmie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. Z tego powodu środki dymne są dobrym środkiem ochronnym znacznie obniżającym skuteczność ognia prowadzo-

nego przez przeciwnika. Skuteczność ognia broni piechoty maleje 10 – 15 razy przy oślepieniu strzelających i 3 - 5 razy przy prowadzeniu ognia do celów zamaskowanych dymem.

2. *Środki przeciwpancerne* – to przeciwpancerne pociski kierowane, granatniki, armaty i działa bezodrzutowe. Podział ten obejmuje szeroki asortyment środków o różnorodnej skuteczności. Przeciwpancerne pociski kierowane dzieli się na trzy generacje. Pierwsza obejmuje pociski kierowane ręcznie, druga półautomatycznie, trzecia zaś automatycznie. Środki dymne są skuteczne przeciwko pociskom pierwszej i drugiej generacji, gdyż w pierwszym przypadku operator musi cały czas obserwować pocisk korygując jego lot, w drugim zaś występuje konieczność optycznego śledzenia celu przez cały czas lotu pocisku. Użycie dymu pomiędzy celem a operatorem ppk zrywa synchronizację naprowadzania a tym samym uniemożliwia trafienie celu. Trzecia generacja pocisków wykorzystuje promieniowanie mikrofalowe, które pozwala pociskom wyszukać, zidentyfikować i śledzić cel aż do momentu jego zniszczenia. W tej sytuacji obłoki aerozolowe nie są w stanie przeszkodzić w trafieniu celu, dlatego ich wykorzystanie przeciwko pociskom trzeciej generacji nie ma sensu.

Użycie granatników, armat i dział bezodrzutowych realizowane jest przy wykorzystaniu optycznych przyrządów celowniczych pracujących w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni. Z tego względu środki dymne doskonale się nadają do obniżenia skuteczności ognia tych środków i to zarówno poprzez maskowanie celów dymem jak i oślepienie obsługi.

3. *Środki przeciwlotnicze* – to pociski rakietowe, armaty przeciwlotnicze a czasem broń strzelecka większego kalibru. Przeciwlotnicze pociski rakietowe montowane są zazwyczaj na specjalnych wyrzutniach. Te ostatnie służą do wykrywania i śledzenia celów powietrznych oraz do wystrzelenia rakiety. Z kolei układy elektroniczne znajdujące się w rakiecie zapewniają jej samonaprowadzenie się na cel. Obecnie, stosowane systemy kierowania wykorzystują zarówno pasmo optyczne /podczerwień, ultrafiolet, światło widzialne/, jak i radiowe /radiolokację i radio/, a często oba razem. Promieniowanie w zakresie średniej i dalszej podczerwieni oraz promieniowanie mikrofalowe nie jest ekranowane przez zwykłe aerozole, co wyklucza wykorzystanie standardowych środków dymnych.

Artyleria lufowa i broń strzelecka do zwalczania samolotów wykorzystuje zazwyczaj optyczne układy śledzenia celu. Pozwala to na stosowanie aerozolowych zasłon maskujących i oślepiających, które uniemożliwiają prowadzenie celnego ognia.

4. *Artyleria* – to armaty, haubice, haubicoarmaty oraz rakiety. Dzięki odpowiednio dużemu zasięgowi pozwala na rażenie przeciwnika na większych odległościach, często w głębi ugrupowania. Ogień artylerii prowadzi się w oparciu o namiary podawane przez wysunięte punkty obserwacyjne, bądź na podstawie rozpoznania powietrznego, naziemnego lub satelitarnego. Zastosowanie środków dymnych jest celowe jedynie wtedy, gdy istnieje możliwość oślepienia obserwatorów lub zamaskowanie obiektów przed rozpoznaniem, szczególnie w odniesieniu do celów ruchomych. Można także wykorzystać dymy do oślepienia obsługi dział doprowadzając do dezorganizacji strzelania.

Odwrotna sytuacja wystąpi gdy przeciwnik użyje rakiet lub pocisków artyleryjskich samonaprowadzających się na cele, kierowanych radiolokacyjnie lub na podczerwień. Praktycznie prawie wszystkie rakiety i pociski tego typu są naprowadzane w ten sposób. W takich przypadkach środki dymne będą mało skuteczne.

5. *Lotnictwo* – to rodzaj wojsk wykonujący zadania na dużych obszarach. Amunicja lotnicza obejmuje bomby, rakiety oraz klasyczną amunicję do działek pokładowych. W zależności od generacji wymienionej amunicji różna jest jej skuteczność w warunkach stosowania dymów. Bomby klasyczne są skuteczne jedynie w warunkach dobrej widoczności, gdy celowniczy widzi cel. Środki dymne mogą obniżyć skuteczność takich bombardowań nawet kilkakrotnie. Bomby i rakiety kierowane starszych generacji są wyposażone w systemy naprowadzania np.: laserowe, telewizyjne lub optyczne z kierowaniem za pomocą komend radiowych. Wymienione systemy nie pozwalają na skuteczne niszczenie celów w warunkach stosowania dymów.

Nowsza generacja bomb i rakiet korzysta ze skuteczniejszych systemów naprowadzania takich jak: pasywny na podczerwień /termowizyjny/, radiolokacyjny oraz inercyjny. Większość wymienionych systemów działa prawidłowo również w warunkach zadymienia obiektów. Użycie dymów do ich osłony jest więc mało przydatne.

Znaczne korzyści może przynieść stosowanie dymów do osłony wojsk przed ogniem działek pokładowych. Zasłonięcie chronionego obiektu kurtyną dymu nie pozwala celowniczemu na dokładne zlokalizowanie celu, co kilkakrotnie obniża skuteczność jego ognia.

6. *Systemy rozpoznawczo – uderzeniowe* – to nowoczesne systemy wyposażone w stacje radiolokacyjne pozwalające wykryć określone cele przeciwnika oraz w samonaprowadzające się pociski, które wykorzystują do tego urządzenia radiolokacyjne i głowice cieplne. Działanie tych systemów opiera się na wykorzystaniu promieniowania elektromagnetycznego z zakresu centymetrowego oraz średniej podczerwieni, które nie są ekranowane przez zwykłe

dymy. W związku z tym obłoki aerozolowe jako środek zakłócający działanie tych systemów są mało skuteczne.

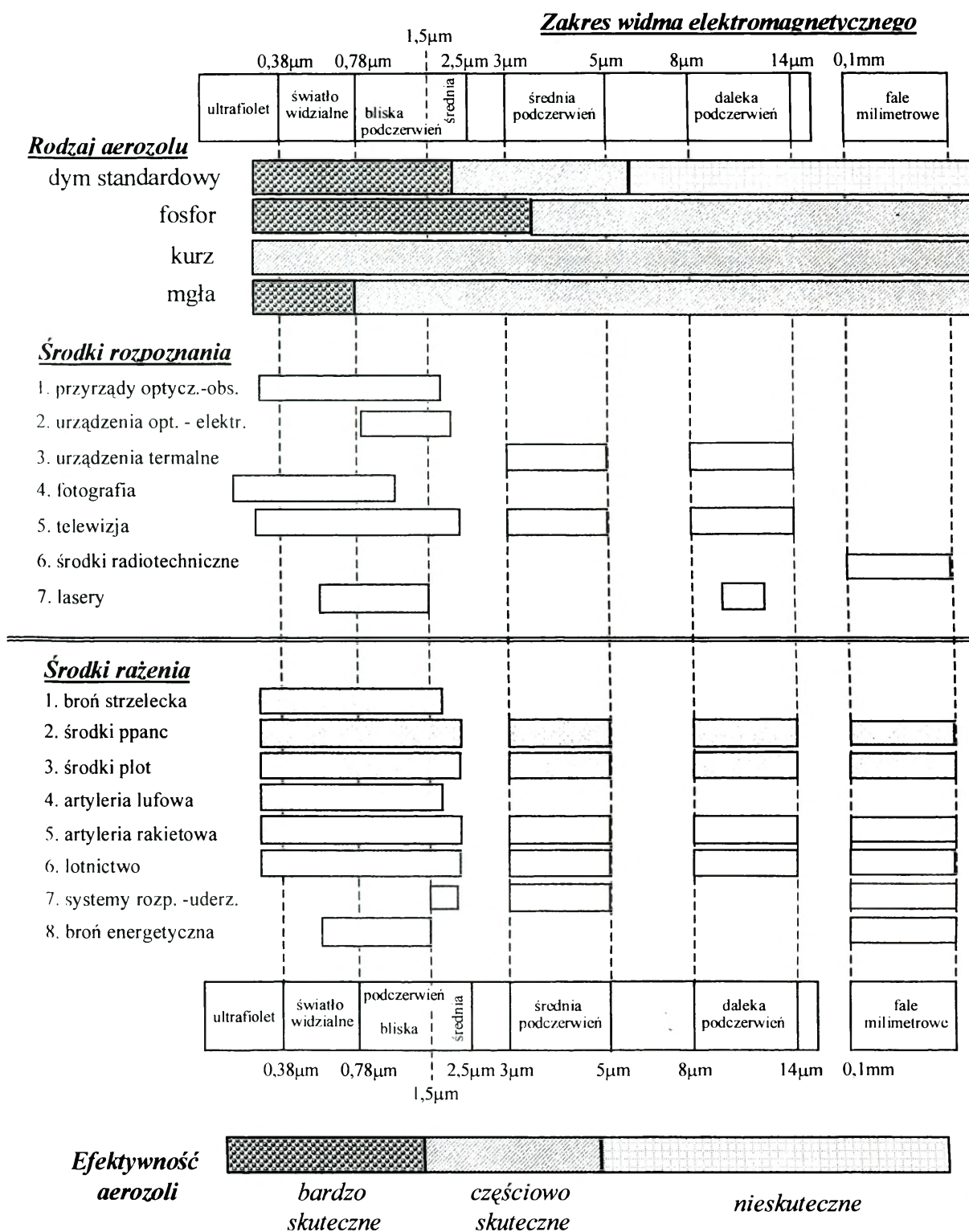
7. *Broń energetyczna*¹³ – to stosunkowo nowy rodzaj broni, której oddziaływanie oparte jest na wykorzystaniu bardzo dużej energii skumulowanej w wąskiej wiązce. Zalicza się do niej lasery, wysokoenergetyczne generatory mikrofal, urządzenia wytwarzające silne strumienie cząstek atomowych oraz generatory impulsu elektromagnetycznego. Stosowanie środków dymnych przeciwko takim urządzeniom może być skuteczne jedynie w przypadku laserów, które są ekranowane przez dymy. W pozostałych przypadkach wykorzystanie aerozoli może spowodować co najwyżej lekkie osłabienie strumienia energii, które w żaden sposób nie daje jednak gwarancji na ochronę obiektu przed trafieniem /i zniszczeniem/. Tym samym dymy nie nadają się do przeciwdziałania tego typu środkom.

8. *Broń jądrowa* – to broń o największej sile rażenia, wykorzystująca energię pochodzącą z reakcji rozczepienia lub syntezy jąder atomowych. Charakteryzuje się takimi czynnikami rażenia jak: fala uderzeniowa, promieniowanie przenikliwe, promieniowanie cieplne, promieniotwórcze skażenie terenu oraz impuls elektromagnetyczny. Zastosowanie środków dymnych przeciwko czynnikom rażenia broni jądrowej może doprowadzić do pochłonięcia pewnej części energii i tym samym ograniczyć trochę skutki użycia broni jądrowej. Mimo to zasłony dymne nie stanowią skutecznej osłony przed tą bronią.

Wykorzystanie widma elektromagnetycznego przez środki rozpoznania i rażenia oraz możliwości wykorzystania aerozoli do zakłócania tych środków przedstawia rysunek 6. Nie uwzględnia on jednak nowych rodzajów środków dymnych, które potrafią ekranować promieniowanie w zakresie średniej i dalszej podczerwieni.

Z powyższych danych wynika, że większość obecnie używanych aerozoli może być skuteczna przeciwko tylko tym środkom, które wykorzystują fale elektromagnetyczne w zakresie ultrafioletowym, widzialnym i w bliższej podczerwieni /0,1 – 1,5µm/. Skuteczne ekranowanie fal o długości powyżej 1,5µm możliwe jest tylko w przypadku wykorzystania nowych rodzajów dymów przeznaczonych do maskowania w zakresie podczerwieni średniej i dalszej.

¹³ Zob. Nowak I., Solarz J., *O nowych środkach i sposobach prowadzenia działań bojowych* [w:] Myśl Wojskowa nr 4, Warszawa 1996r, s.49



Rysunek 6 Wykorzystanie widma elektromagnetycznego przez środki rozpoznania i rażenia oraz możliwości wykorzystania aerozoli do zakłócania tych środków
/Rysunek nie obejmuje broni jądrowej, dotyczy także tylko dymów standardowych nie uwzględniając dymów specjalnych/

3. WPLYW RZEŻBY TERENU ORAZ WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH NA ZACHOWANIE SIĘ ZASŁON DYMNYCH

Na zachowanie obłoków dymnych wpływa wiele czynników. Wśród nich, do ważniejszych należy zaliczyć warunki pogodowe oraz ukształtowanie terenu. Od nich głównie zależy bowiem skuteczność oślepienia przeciwnika oraz maskowania własnych wojsk. W niektórych, sytuacjach / złe warunki atmosferyczne, niekorzystny teren/ użycie środków dymnych nie przyniesie wymiernych korzyści, a czasem może wręcz zaszkodzić. Z tego powodu, planując wykorzystanie środków dymnych, należy każdorazowo rozpatrzyć wszelkie czynniki, które mają na to jakiś wpływ.

3.1. Wpływ warunków atmosferycznych na stosowanie środków dymnych

Czynniki atmosferyczne, które mają największy wpływ na zachowanie obłoków dymnych to przede wszystkim: wiatr, pionowe ruchy powietrza, wilgotność, opady atmosferyczne oraz zachmurzenie.

Wiatr – to czynnik o największym znaczeniu. Zarówno prędkość wiatru jak i jego kierunek odgrywa znaczącą rolę w prawie wszystkich działaniach związanych ze stosowaniem środków dymnych. Wiatr powstaje na skutek nierównomiernego ogrzewania powierzchni ziemi i przylegających do niej warstw powietrza. Powietrze, po ogrzaniu unosi się nad rejonami ciepłymi, a ochłodzone opada nad zimnymi. O ruchach powietrza w poziomie decydują z kolei zmiany ciśnienia. Z miejsc o wyższym ciśnieniu, gdzie powietrze jest bardziej gęste, następuje jego przepływ do rejonów o ciśnieniu niższym, gdzie powietrze jest rzadkie. W zależności od tego, jak duże są różnice w temperaturze oraz ciśnieniu wiatr wieje wolniej lub szybciej. W przypadku zmiany pogody, zmianom ulega również kierunek i prędkość wiatru. Mimo to można z pewnym przybliżeniem ustalić dla każdej prawie miejscowości dobowe zmiany wiatru oraz jego zależność od pory roku.

Szybkość wiatru zmienia się w ciągu doby. Największa jest w ciągu dnia, a najmniejsza w nocy, chociaż w nietypowych sytuacjach, nie można wykluczyć pewnych odstępstw od tej reguły.

Tarcie mas powietrza o ziemię powoduje, że szybkość wiatru przy podłożu jest mała, która wzrasta stopniowo wraz ze wzrostem wysokości. Na pewnej wysokości szybkość wiatru już nie rośnie, przyjmując stałą wartość.

Równocześnie z ruchami powietrza następuje ciągle mieszanie się dużych i małych jego mas, co określa się jako ruchy turbulencyjne. Są one wywołane przypadkowymi zmianami kierunku i prędkości cząstek powietrza, zachodzącymi wskutek różnych prędkości wiatru w sąsiadujących ze sobą warstwach powietrza.

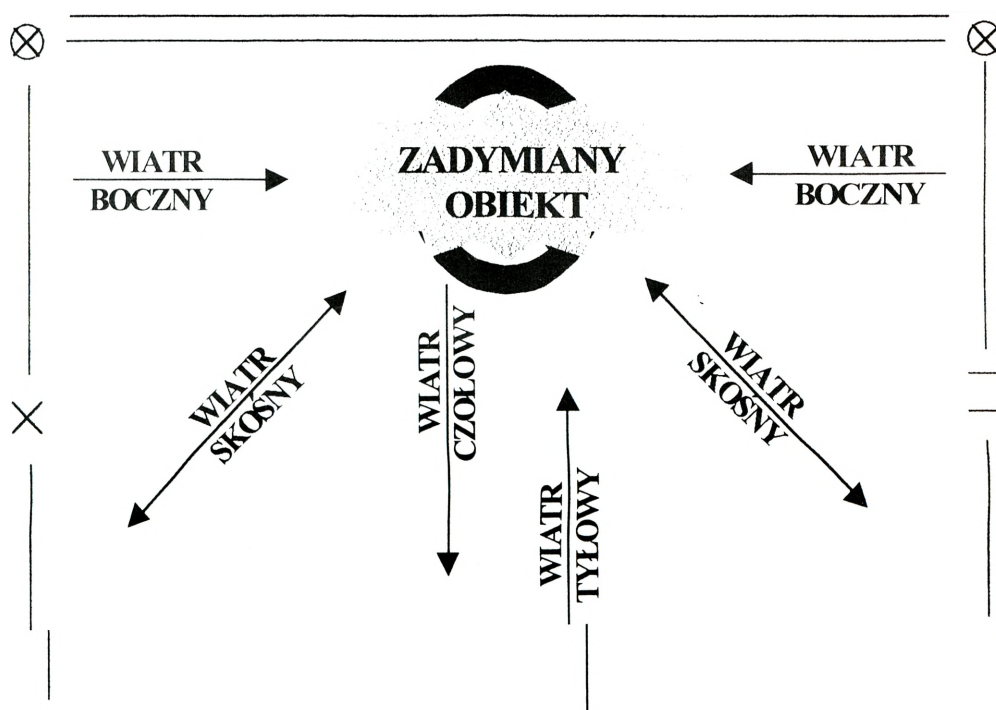
Stosownie do tego kierunek i prędkość wiatru ma ściśle określony wpływ na sposób i warunki użycia środków dymnych. Uwzględniając wpływ kierunku wiatru na stosowanie dymów wiatr dzieli się na:

- wiatr do lub od przeciwnika – wiatr prostopadły lub pod kątem $60^\circ - 90^\circ$;
- wiatr skośny – wiatr pod kątem $30^\circ - 60^\circ$ do lub od linii frontu;
- wiatr boczny – wiatr równoległy do linii frontu lub pod kątem mniejszym od 30° .

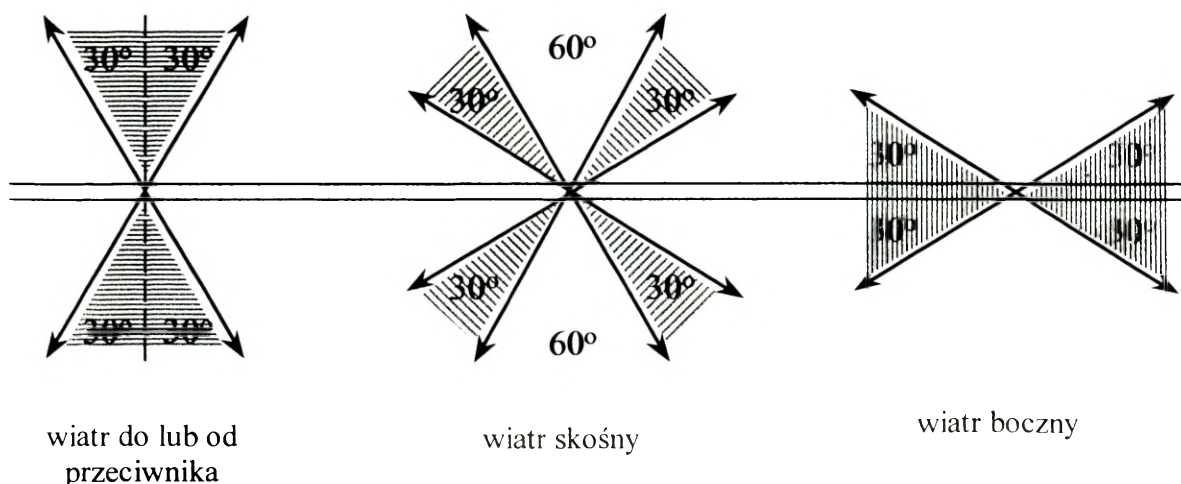
Podobny podział prezentują Amerykanie, wyróżniając:

- wiatr czołowy – wiatr wiejący w kierunku zadymiającego;
- wiatr tyłowy – wiatr wiejący prosto od źródła dymu w kierunku do przeciwnika;
- wiatr boczny – wiatr wiejący dokładnie w poprzek zadymianego obiektu;
- wiatr skośny – wiatr wiejący w kierunkach pomiędzy czołowym, tyłowym i bocznym.

Graficzny obraz kierunków wiatru przedstawiają rysunki 7 i 8.



Rysunek 7 Klasyfikacja kierunków wiatru według *Smoke Operations* Washington 1996 r



Rysunek 8 Kierunki wiatru

Źródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, MON, Warszawa 1980 r, s.32

Wykorzystanie środków dymnych do maskowania wojsk jest możliwe gdy wiatr wieje w kierunku do przeciwnika /tyłowy/, skośnie /w kierunku przeciwnika/ lub jest to wiatr boczny. Wiatr od przeciwnika /czołowy/ wyklucza użycie środków dymnych na linii styczności wojsk. W takiej sytuacji możliwe jest jednak postawienie oślepiającej zasłony dymnej w ugrupowaniu przeciwnika przez artylerię. Kierunek wiatru w sposób istotny wpływa także na zużycie środków dymnych. Najwięcej środków trzeba przewidzieć do postawienia zasłony tyłowej /wiatr do przeciwnika/, a najmniej do zasłony bocznej. Szczegółowe kalkulacje dotyczące zużycia środków dymnych w poszczególnych warunkach przedstawiono w załączniku 2.

Prędkość wiatru, podobnie jak jego kierunek, odgrywa znaczącą rolę podczas stosowania środków dymnych. Wraz ze wzrostem prędkości rośnie prędkość rozprzestrzeniania się obłoku dymnego, lecz jednocześnie, na skutek szybkiego rozpraszania dymu w powietrzu maleje gęstość obłoku. Tym samym trwałość takiej zasłony jest niewielka, co odbija się na dużym zużyciu środków dymnych i małą skutecznością maskowania. Na podstawie doświadczeń przyjmuje się, że najkorzystniejsze warunki do użycia środków dymnych są przy wietrze o prędkości 2 – 4 m/s, najgorsze zaś przy prędkości wiatru powyżej 8 m/s oraz poniżej 1,5 m/s.¹⁴

Pionowe ruchy powietrza /pionowa stateczność powietrza, gradient temperatury/ - to następny, istotny czynnik wpływający na możliwość zastosowania środków dymnych.

¹⁴ Zob. *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, MON Warszawa 1980 r, s.32

W literaturze wyróżnia się trzy stopnie pionowej stateczności powietrza, choć ich charakterystyka i nazewnictwo bywa różne. Zgodnie z tym wyróżnia się inwersję /warunki stabilne/, konwekcję /warunki niestabilne/ i izotermię /warunki neutralne/. Pionowe ruchy powietrza wpływają na gęstość, wysokość i rozmiary zasłon dymnych oraz prędkość ich rozpraszania. Ogólnie uważa się, że sprzyjające warunki do stawiania zasłon dymnych występują przy inwersji i izotermii, a niekorzystne w czasie konwekcji.

Stopień pionowej stateczności powietrza określa się na podstawie gradientu temperatur. Jest to wielkość określająca różnice pomiędzy temperaturą powietrza przy powierzchni ziemi /0,5 m/ a temperaturą na pewnej wysokości¹⁵. Ujemny gradient temperatury wskazuje na obecność inwersji a dodatni konwekcji.

Inwersja /warunki stabilne/ – to stan pionowej stateczności powietrza, w którym temperatura powietrza rośnie wraz z wysokością. Wskutek szybkiego ochładzania się ziemi następuje oziębienie dolnych warstw powietrza, co uniemożliwia im wznoszenie się. Występuje w nocy /1 godzinę przed zachodem słońca do 1 godziny po wschodzie słońca/ przy bezchmurnej pogodzie lub zachmurzeniu średnim. Zimą, przy bezchmurnej pogodzie i silnych mrozach może występować także w dzień. Obłoki dymne postawione w tych warunkach zalegają w niskich warstwach powietrza, co pozwala na skuteczne zadymianie. Wysokość takiego obłoku jest jednak niewielka, co może czasem uniemożliwić maskowanie obiektów wysokich.

Izotermia /warunki neutralne/ - to stan pionowej stateczności powietrza, który charakteryzuje się w miarę stałą temperaturą powietrza na wysokościach do 30 m nad powierzchnią ziemi. Najczęściej izotermia występuje przy pochmurnej pogodzie, gdzie nisko zalegające obłoki przeszkadzają szybkiemu nagrzewaniu się w ciągu dnia dolnych warstw powietrza i ziemi oraz ich ochładzaniu w ciągu nocy. Gdy prędkość wiatru przekroczy 4 m/s, wówczas nawet przy słonecznej pogodzie panuje inwersja. Spowodowane jest to sytuacją, w której duży wiatr nie pozwala na pionowe ruchy powietrza. Dzięki temu izotermia może występować teoretycznie o każdej porze roku i doby, lecz zazwyczaj występuje w godzinach rannych i wieczornych. Ze względu na opisane właściwości izotermia jest zawsze korzystna dla użycia środków dymnych.

Konwekcja /warunki niestabilne/ – to stan pionowej stateczności powietrza, w którym temperatura powietrza maleje wraz z wysokością. Promienie słoneczne silniej nagrzewają

¹⁵ W zależności od kraju temperaturę mierzy się na wysokościach 1m, 2m lub 4m –przyp. autora

ziemię niż powietrze. Dlatego też ogrzana ziemia oddaje swoje ciepło warstwom powietrza do niej przylegającym. Te z kolei po nagraniu stają się lżejsze, co wywołuje pionowe ruchy wstępujące powietrza. Konwekcja powstaje zazwyczaj w dzień 2 godziny po wschodzie słońca, a zanika 2 – 2,5 godziny przed jego zachodem. Największe jej nasilenie przypada na godziny popołudniowe. Ogrzewanie przez ziemię przylegających warstw powietrza odbywa się nierównomiernie, co owocuje powstawaniem licznych prądów miejscowych i turbulencji. Konwekcja jest wyjątkowo niekorzystna dla zadymiania, gdyż na skutek odrywania się obłoku dymnego od powierzchni ziemi następuje powstawanie luk i szybkie rozpraszanie dymu. Z tego powodu w upalny letni dzień, przy silnych prądach wstępujących, utrzymanie obłoku dymnego jest w ogóle niemożliwe. Czasami jednak, może być korzystna na przykład w czasie maskowania obiektów przed obserwacją i uderzeniami z powietrza.

Szczegółową charakterystykę pionowej stateczności powietrza przedstawia tabela 2

Tabela 2

Charakterystyka pionowej stateczności powietrza

	Inwersja /warunki stabilne/	Izotermia /warunki neutralne/	Konwekcja /warunki niestabilne/
Pora doby	noc	dzień, noc	dzień
Godziny występowania	1 godz. przed zachodem słońca do 1 godz. po wschodzie słońca	przy $V_w \geq 4\text{m/s}$, zawsze najczęściej rano i wieczorem	2 godz. po wschodzie słońca do 2 – 2,5 godz. przed zachodem słońca
Zachmurzenie	bezchmurnie lub średnie	silne zachmurzenie, przy $V_w \geq 4\text{m/s}$ zawsze	bezchmurnie lub średnie
Gradient temperatury	ujemny	zero	dodatni
Temperatura powietrza	rośnie wraz z wysokością	temperatura stała do 30 m nad powierzchnią	maleje wraz z wysokością
Pionowe ruchy powietrza	w dół	brak lub bardzo nieznaczne	w górę
Prędkość wiatru	0,5 – 4 m/s	nieograniczona	0,5 – 4 m/s
Zachowanie się obłoku dymnego	kierunek wiatru $\longrightarrow$ 		

Zródło: opracowanie własne

Wilgotność powietrza – czynnik o dużym znaczeniu dla środków dymnych. Praktycznie wszystkie cząstki dymu absorbują wilgoć z powietrza. Powoduje to wzrost wymiarów cząstek oraz ich gęstości, a tym samym tworzenie dymu bardziej efektywnym. Każda z

obecnie znanych amunicji dymnych wytwarza gęściejszy dym wraz ze wzrostem wilgotności. W ten sposób, poprzez wytwarzanie bardziej wydajnego dymu można ograniczyć zużycie środków dymnych, zwiększając jednocześnie trwałość zasłony dymnej.

Opady atmosferyczne – to wilgoć atmosferyczna, która po kondensacji opada na ziemię w różnej postaci deszczu, śniegu lub gradu. Największy wpływ na zachowanie się obłoku dymnego posiada deszcz. W zależności od jego natężenia może zwiększać lub zmniejszać właściwości maskujące dymu. Lekki deszczyk /mżawka/ ogranicza widoczność, zmniejszając przy tym ilość środków dymnych potrzebnych do zamaskowania obiektu. Ciężki deszcz i śnieg z jednej strony znacznie mocniej ogranicza widoczność, lecz z drugiej przyczynia się do szybkiego rozpraszania obłoków dymnych. Krople takiego deszczu podczas spadania porywają cząstki dymu, jednocześnie zwiększając turbulencję powietrza, która powoduje silniejsze mieszanie powietrza. Z opisanych względów stawianie zasłon dymnych w czasie opadów atmosferycznych jest mało prawdopodobne.

Zachmurzenie – to czynnik, który nie wpływa bezpośrednio na zachowanie się obłoków dymnych. Ilość i jakość chmur na niebie jest za to dobrym wskaźnikiem określającym stan pionowej stateczności powietrza. Na tej podstawie można przewidzieć przyszłe warunki atmosferyczne a także to jak obłok dymny będzie się zachowywał w terenie. Można przyjąć ogólną tezę, że obecność chmur na niebie stabilizuje atmosferę, co korzystnie wpływa na warunki zadymiania.

3.2. Wpływ rzeźby terenu na stosowanie środków dymnych

Obłok dymny, podobnie jak czyste powietrze przesuwa się w atmosferze zgodnie z kierunkiem i szybkością wiatru. Przy braku wiatru obłok zalega i utrzymuje się w miejscu, rozprzestrzeniając się dookoła. Ukształtowanie terenu wywiera zasadniczy wpływ na zachowanie się mas powietrza, a tym samym na zachowanie i trwałość obłoków dymnych. Występuje przy tym zasada, że im bogatsza rzeźba terenu, tym częstsze zawirowania powietrza, silne turbulencje i rozproszenie obłoków dymnych.

Spośród elementów terenu, które najmocniej wpływają na zachowanie obłoków dymnych można wymienić: wzniesienia, wąwozy i doliny, masywy leśne, podmokły teren oraz obszary zabudowane. Pomijając teren związany z wodą wszystkie pozostałe elementy terenowe mają charakter przeszkód pionowych bądź wklęsłych.

Do *przeszkód pionowych* zaliczamy różnego rodzaju wzniesienia, obszary zalesione, pojedyncze budynki lub obszary zabudowane. Zagradzając drogę swobodnemu przemieszczaniu się powietrza zmieniają jego kierunek i prędkość, co owocuje powstawaniem potoków wirowych i strumieni powietrza wokół nierówności terenowych i zabudowań. Prowadzi to do rozpraszania obłoków dymnych. Dym przed przeszkodą pionową zaczyna się wznosić, jednocześnie zwiększając prędkość, po czym po jej opłynięciu szybkość wiatru znacznie spada. Bezpośrednio za przeszkodą obłok dymny traci swój równomierny charakter. To miejsce nosi nazwę cienia aerodynamicznego. Jego wielkość zależy od wymiarów przeszkody oraz prędkości i kierunku wiatru. Przy dużej różnicy prędkości wiatru w strefie cienia oraz nad przeszkodą może dojść do oderwania się obłoku dymnego od podłoża. Dodatkowo, gdy takich przeszkód terenowych jest więcej, może nastąpić kumulacja zawirowań, co objawia się znacznym zniekształceniem wielkości i kształtu obłoku dymnego.

Zachowanie się obłoku dymnego przechodzącego przez /ponad/ wzniesieniami zależy od kierunku wiatru w stosunku do osi wzniesienia, jego prędkości, stopnia nachylenia zbocza oraz ruchów pionowych powietrza.

Przy prostopadłym kierunku wiatru zachowanie się obłoku dymnego zależy od stromości zbocza i stateczności atmosfery. Jeśli stoki są łagodne a atmosfera stateczna obłok dymny przesuwa się łagodnie po grzbiecie. Wraz ze wzrostem stromizny wzniesienia następuje znaczny wzrost prędkości wiatru nad jego grzbietem. Jednocześnie po stronie zawietrznej tworzą się zawirowania powietrza mogące częściowo zmienić kierunek przemieszczania się zasłony dymnej. W przypadku, gdy wiatr wieje pod kątem do wzniesienia, zasłona dymna ulega rozdzieleniu na dwa kierunki – prosty nad wzniesieniem oraz boczny, prawie równoległy do wzniesienia. Najmniej rozprasza się zasłona dymna przechodząca wzdłuż wzniesienia.

Przedstawione zasady dotyczą szerokich przeszkód terenowych, gdyż w przypadku pojedynczych pagórków i obiektów o niewielkiej szerokości obłok dymny rozdziela się i opływa przeszkodę po bokach, lub w przypadku niestabilnych warunków atmosferycznych obłok przemieszcza się również nad przeszkodą.

Duże masywy górskie i nierówny teren powodują powstawanie silnych prądów powietrznych. Dzięki temu powstają dziury i nierównomierności w ekranie dymnym. Dodatkowo przez całą dobę, pojawiają się, powstające na skutek różnic temperatury, wiatry ukośne. Takie warunki sprawiają poważne trudności z utrzymaniem w miarę spójnego ekranu dymnego, wymuszając przez to konieczność ciągłego śledzenia i analizowania ruchów powietrza w górach.

Pojedyncze budynki i małe miejscowości nie wpływają w istotny sposób na rozprzestrzenianie się dymu. Mimo to należy pamiętać o występowaniu w miastach lokalnych prądów wiatru, wiejących zazwyczaj wzdłuż ulic.

Do *przeszkód wklęsłych* zalicza się wąwozy, parowy i doliny rzeczne o wysokich brzegach. Jest to zazwyczaj teren mocno urozmaicony, w którym warunki klimatyczne zmieniają się znacznie w ciągu dnia. Również wiatr, w zależności od wzajemnego położenia przeszkody i strumienia przepływającego powietrza, może przybierać różne wartości. Przy prostym kierunku wiatru jego prędkość gwałtownie maleje, ustając niemal całkowicie na dnie wąwozu. Dlatego obłok dymny powoli wypełnia dolinę i po przejściu głównych mas dymu pozostaje w niej przez dłuższy czas. Przy większych prędkościach wiatru obłok dymu może prześlizgnąć się nad doliną. Całkiem odmienna sytuacja występuje, gdy obłok dymny przemieszcza się wzdłuż doliny. Taki stan, sprzyja przemieszczaniu obłoków dymnych na duże odległości.

Masywy leśne, mimo że są pionową przeszkodą, to jednak nie stanowią jednolitej ściany. Przed lasem zasłona dymna unosi się i przesuwa nad wierzchołkami drzew. Na skutek nierównomierności powierzchni wytworzonej przez wierzchołki drzew powstają różnego rodzaju zawirowania, które są przyczyną przenikania części powietrza /dymu/ do wnętrza lasu. Prędkość wiatru w zależności od gęstości lasu zmniejsza się stopniowo, aż powstanie strefa ciszy lub bardzo słabych wiatrów. Za masywem lasu obłok dymny zachowuje się jak po każdej przeszkodzie pionowej. Zalesiony teren sprzyja szybkiemu tworzeniu trwałych zasłon dymnych, Z tego powodu, obfitując w różnego rodzaju przeszkody, jest najdogodniejszym terenem do użycia dymów. Jednocześnie, las powoduje silne rozpraszanie obłoku dymnego, co przeszkadza jego rozprzestrzenianiu się na duże odległości.

Teren podmokły stanowią jeziora, bagna, rzeki i większe akweny wodne. Zachowanie się obłoków dymnych w takim terenie zależy głównie od właściwości fizycznych wody, a konkretnie z faktu, iż woda ogrzewa się i stygnie wolniej niż ziemia. Z tego powodu w czasie porannej inwersji powietrze nad jeziorem lub rzeką jest cieplejsze od powietrza nad brzegiem. W wyniku różnicy temperatur powstają prądy konwekcyjne, które unoszą dym do góry. Szczególnie intensywnie przebiega ten proces w czasie chłodnych nocy. W południe powietrze nad wodą jest chłodniejsze i przez to obłok dymny przylega do powierzchni wody.

Dodatkowym czynnikiem spowalniającym rozpraszanie dymu nad powierzchnią wody jest reakcja substancji dymotwórczych z wilgocą powietrza. Spowodowane jest to, tym, że

powietrze przy powierzchni wody jest nasycone wilgocią i przez to cząstki dymu chłoną dodatkowe ilości pary wodnej, zwiększając dzięki temu swą objętość i ciężar.

Wpływ warunków atmosferycznych i terenu na stosowanie zasłon dymnych przedstawia tabela 3.

Tabela 3

Charakterystyka atmosferycznych i terenowych warunków zadymiania

Czynnik	warunki niekorzystne	warunki średnio korzystne	warunki korzystne
Stabilność atmosfery	konwekcja /niestabilne/	izotermia /neutralne/	inwersja /stabilne/
Wilgotność	niska	średnia	wysoka
Opady	brak	lekkie	para/mgła
Zachmurzenie	brak	rozproszone	mocne /niski pułap chmur/
Teren	równy, płaski /korzystne dla rozprzestrzeniania dymu na duże odległości/	łagodnie pofałdowany	urozmaicony, mocno pofałdowany /niekorzystne dla rozprzestrzeniania dymu na duże odległości/
Roślinność	brak lub rzadka	średnio gęsta	bujna, urozmaicona
Pora dnia	późny ranek do późnego popołudnia	rano	noc lub wczesny ranek
Temperatura ziemi	cieplejsza od powietrza	-	chłodniejsza od powietrza
Prędkość wiatru	do 1,5 m/s i ponad 8 m/s	5 – 7 m/s	2 – 4 m/s
Charakter wiatru	niestały, porywisty lub cisza	stały co do kierunku i szybkości	stały co do kierunku i szybkości

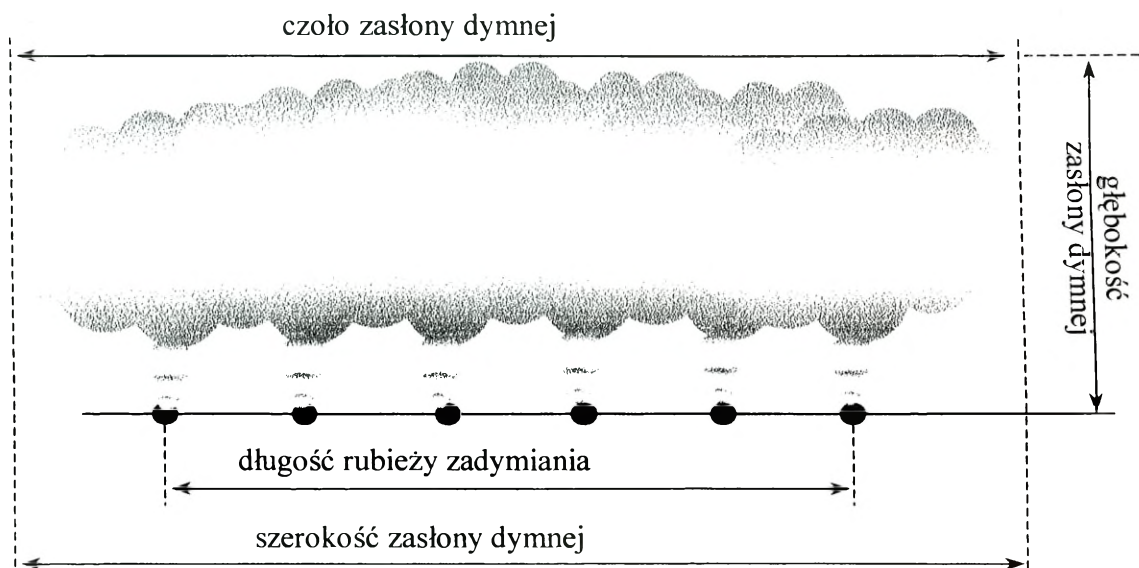
Źródło: opracowanie własne

Przedstawiona powyżej tabela charakteryzuje wpływ warunków terenowych i atmosferycznych na stawianie zasłon dymnych. Obejmuje ona wszystkie podstawowe czynniki, które w jakimś stopniu wpływają na zachowanie się obłoków dymnych. Mimo to nie można jej traktować jako rozwiązanie uniwersalne, pasujące do każdej sytuacji. Rozpatrując bowiem wpływ terenu na zachowanie obłoków dymnych należy pamiętać o tym, iż inaczej wpływa on na rozprzestrzenianie obłoku a inaczej na jego trwałość. Planując postawienie zasłon dymnych w określonym terenie trzeba więc jednoznacznie określić czy zależy nam na dużym zasięgu zasłony czy na jej trwałości. W podobny sposób należy podchodzić do zagadnień związanych z opadami atmosferycznymi lub roślinnością. Takie elastyczne, nieszablonowe spojrzenie na problem zadymiania pozwoli uniknąć wielu niepotrzebnych pomyłek.

4. CHARAKTERYSTYKA ZASŁON DYMNYCH

Właściwości ekranujące aerozoli są znane od najdawniejszych czasów. Nie dziwi więc fakt, że bardzo często obłoki dymne są wytwarzane sztucznie w celu maskowania obiektów, wojsk i sprzętu.

Według podręcznika „*Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*” **zasłoną dymną** nazywamy – *sztucznie wytworzony obłok dymu lub mgły mający właściwości maskujące i przemieszczający się z prądami powietrznymi*. Wyróżnia się przy tym: rubież zadymiania, długość, szerokość, głębokość oraz czoło zasłony dymnej.



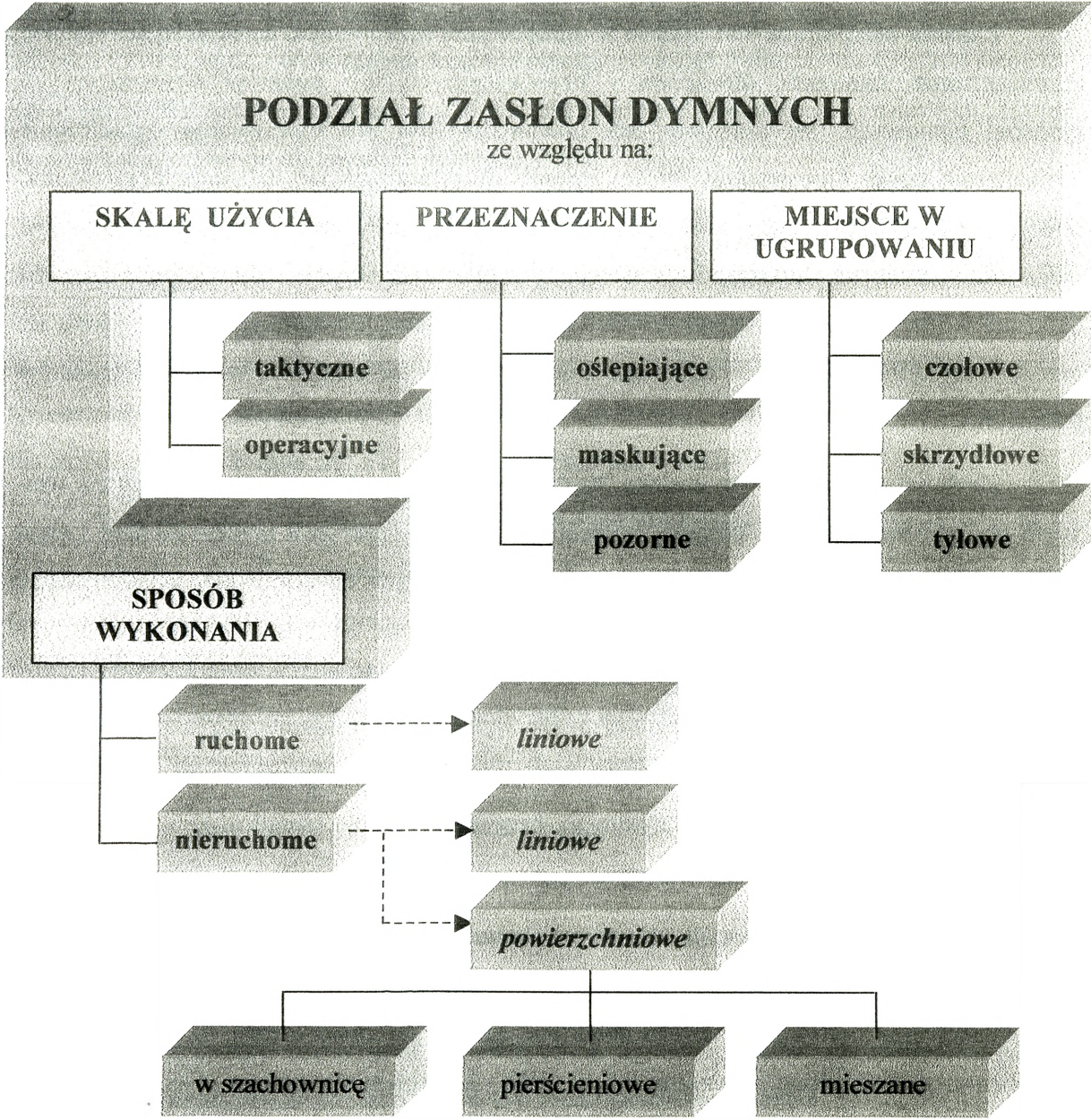
Rysunek 9 Elementy zasłony dymnej

Źródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, Warszawa MON 1980r

Rubież zadymiania – to linia w terenie, na której rozmieszczono stanowiska zadymiania. Może być podzielona na odcinki, lub przy pierścieniowym sposobie zadymiania na sektory.

Długość rubieży zadymiania to odległość między pierwszym i ostatnim stanowiskiem zadymiania. Zazwyczaj powinna 2 – 3 krotnie przekraczać długość maskowanego odcinka /obiektu/. Czołem zasłony dymnej nazywamy jej przednią granicę, a głębokością zasłony – odległość pomiędzy rubieżą zadymiania a czołem zasłony.

W literaturze wojskowej funkcjonuje wiele różnorodnych zasłon dymnych. Ich rodzaj zależy od takich czynników jak: skala użycia środków dymnych, ich przeznaczenie, miejsce, sposób wykonania zasłony, a także od narodowych zasad użycia środków dymnych. Podział zasłon dymnych według podręcznika Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych przedstawia rysunek 10.



Rysunek 10 Rodzaje zasłon dymnych

Skala użycia zasłon dymnych dzieli je na zasłony taktyczne i operacyjne. Te pierwsze są wykonywane przez pojedynczych żołnierzy, wozy bojowe i pododdziały. W skali

operacyjnej zasłony wykonywane są na dużych obszarach /szerokim froncie/, przy użyciu znacznych sił /oddziały, pododdziały/ oraz według planów nadrzędnego sztabu.

Najczęściej spotykanym podziałem i jednocześnie najprzydatniejszym jest klasyfikacja zasłon dymnych według przeznaczenia. Obejmuje ona następujące zasłony: oślepiającą, maskującą oraz pozorną.

Zasłona oślepiająca – to zasłona w ugrupowaniu przeciwnika, najczęściej w rejonach rozmieszczenia stanowisk dowódczo – obserwacyjnych lub punktów obserwacyjnych środków ogniowych. Jej zadaniem jest uniemożliwienie lub maksymalne ograniczenie prowadzenia ognia i obserwacji. W ten sposób dezorganizuje się działania przeciwnika, podczas gdy wojska własne dysponują pełną swobodą działań. Zaletą takiego zadymiania jest pełna niezależność od warunków atmosferycznych oraz brak negatywnego wpływu dymu na działania wojsk własnych. Do wytworzenia oślepiających zasłon dymnych wykorzystuje się przede wszystkim artyleryjskie i lotnicze środki dymne oraz czołgowe wyrzutnie granatów dymnych.

Zasłona maskująca – to zasłona najczęściej stosowana, stawiana zazwyczaj we własnym ugrupowaniu lub pomiędzy ugrupowaniem wojsk własnych a przeciwnikiem. Celem takiej zasłony jest ukrycie /zamaskowanie/ wojsk i ważnych obiektów przed obserwacją i ogniem przeciwnika. Skuteczność takiej zasłony zależy przede wszystkim od rodzaju użytych środków dymotwórczych, warunków terenowych i atmosferycznych oraz od możliwości środków rozpoznania i rażenia przeciwnika. Do wytworzenia maskujących zasłon dymnych wykorzystuje się wszelkie dostępne środki, np.: granaty i świece dymne, termiczną aparaturę dymotwórczą, wyrzutnie granatów dymnych, generatory dymne, śmigłowcowe wytwornice dymów zasłonowych i środki podręczne.

Pozorna zasłona dymna – to zasłona mająca na celu zmylenie przeciwnika, poprzez wprowadzenie go w błąd co do rozmieszczenia własnych wojsk, jego ugrupowania, kierunków działań oraz położenia ważnych obiektów. Zazwyczaj zasłonę taką stawia się między przeciwnikiem a wojskami własnymi lub w głębi własnego ugrupowania. Aby zasłona była skuteczna musi być wykonywana jednocześnie z zasłonami maskującymi lub oślepiającymi i to w kilku miejscach naraz. Jedynie w ten sposób przeciwnik nie mając wiarygodnej informacji, nie będzie w stanie przewidzieć naszych zamiarów, a tym samym uzyskamy zaskoczenie tak przydatne do wykonania każdego zadania. Do wykonania pozornych zasłon dymnych wykorzystuje się takie same środki jak w przypadku zasłon oślepiających i maskujących.

Kolejny podział zasłon dymnych dotyczy miejsca w ugrupowaniu wojsk własnych. W zależności od niego zasłony dzieli się na: czołowe, skrzydłowe oraz tyłowe.

Zasłona czołowa – to zasłona wykonywana poza ugrupowaniem wojsk własnych przed przeciwnikiem lub w jego ugrupowaniu. Celem takiej zasłony jest przeciwdziałanie obserwacji oraz uniemożliwienie przeciwnikowi prowadzenie celnego ognia od czoła. Aby to było możliwe konieczne jest postawienie zasłony równolegle do przedniego skraju wojsk, na odcinku 2 – 3 razy dłuższym niż maskowane obiekty /wojska/. Zabezpiecza to przed nieoczekiwanym oddziaływaniem przeciwnika ze skrzydeł. Do wykonania czołowych zasłon dymnych wykorzystuje się wszelkie dostępne środki.

Zasłona skrzydłowa – to zasłona wytwarzana na skrzydłach ugrupowania bojowego wojsk własnych, w tym również w ugrupowaniu przeciwnika. Do tego celu można wykorzystać zarówno zasłony maskujące, oślepiające jak i pozorne. Niezbędnym warunkiem takiej zasłony jest jej postawienie prostopadle lub skośnie w stosunku do frontu wojsk własnych. Celem zasłony jest zabezpieczenie skrzydeł wojsk własnych, zwłaszcza podczas wykonywania manewrów. Wykonuje się je przy użyciu wszystkich środków dymnych.

Tyłowa zasłona dymna – to zasłona stawiana w głębi ugrupowania wojsk własnych, przeważnie na dużych powierzchniach, w celu zamaskowania elementów ugrupowania bojowego i ważnych obiektów tyłowych. Można przy tym wykorzystać jedynie zasłony maskujące, pamiętając aby jednocześnie postawić kilka zasłon pozornych. Do przygotowania takich zasłon niezbędne jest zgromadzenie dużej ilości środków dymnych, najczęściej w postaci świec dymnych, termicznej aparatury dymotwórczej lub generatorów dymnych.

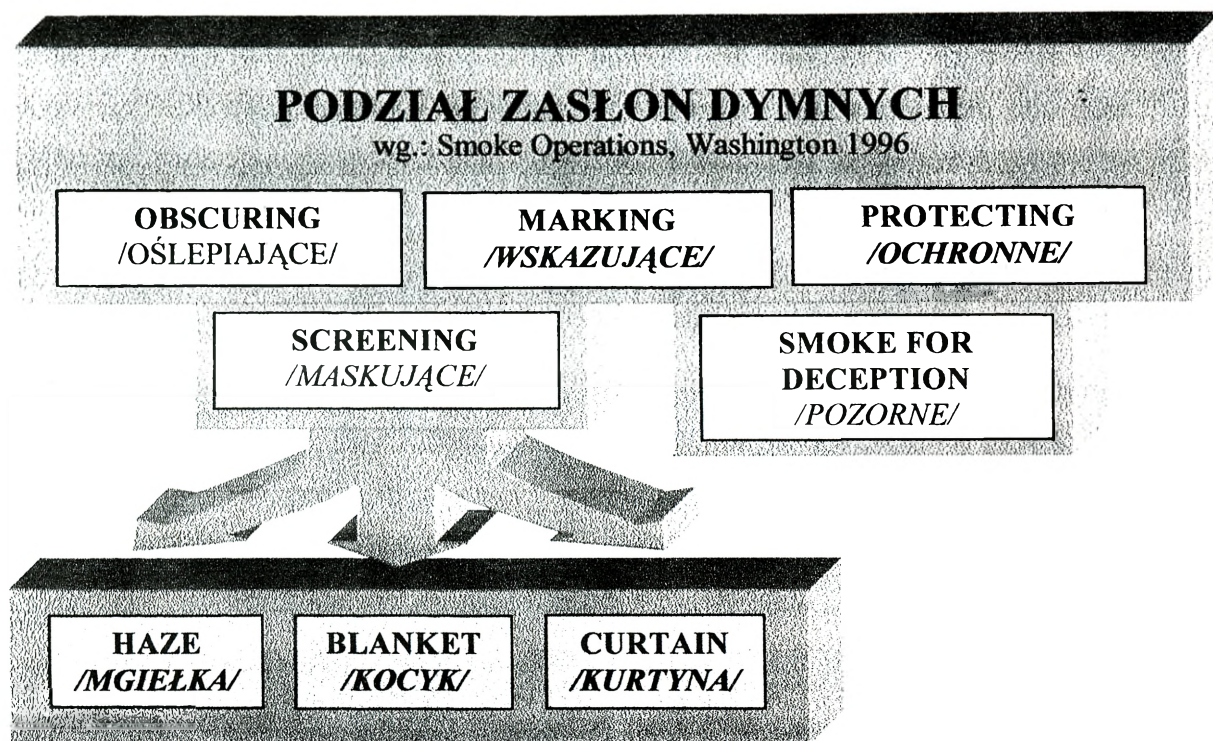
Podział zasłon dymnych ze względu na sposób ich wykonania ma charakter bardziej systematyczny niż praktyczny, dlatego nie wymaga głębszych uzasadnień.

Zasłony ruchome różnią się od *nieruchomych* tylko faktem przemieszczania się rubieży zadymiania. W zasłonach nieruchomych rubież znajduje się ciągle w tym samym miejscu.

Zasłona liniowa – to zasłona, w której środki dymne są rozmieszczone w linię na jednej lub kilku rubieżach zadymiania. Może być ruchoma lub nieruchoma.

Zasłona powierzchniowa – to nieruchoma zasłona dymna ustawiona na dużej powierzchni, na ogół w rejonie ześrodkowania wojsk lub przy ważnych obiektach. Środki dymne rozmieszcza się w „szachownicę”, „pierścieniowo” lub w sposób mieszany. W większości przypadków takie zasłony są zasłonami tyłowymi, gdyż wymagają ogromnego nakładu czasu i środków, niemożliwych przy stawianiu zasłon w kontakcie z przeciwnikiem.

Dobrym uzupełnieniem przedstawionego podziału może być klasyfikacja amerykańska. Według niej zasłony dymne można podzielić na obscuring smoke, screening smoke, marking smoke, protecting smoke oraz Smoke for deception. Ilustruje to rysunek 11.



Rysunek 11 Rodzaje zasłon dymnych

Obscuring smoke – to zasłony stawiane w ugrupowaniu przeciwnika lub bezpośrednio przed nim. Spełniają tą samą rolę co zasłony oślepiające. Trafne użycie takich zasłon może ograniczyć możliwości przeciwnika podczas namierzania i naprowadzania pocisków na cel. Ponadto, postawienie zasłony na atakujących pododdziałach może doprowadzić do zredukowania szybkości ataku, niezamierzonej zmiany kierunku ataku, przedwczesnego rozwinięcia oraz przejścia na niewizualne środki dowodzenia.

Screening smoke – to zasłony przeznaczone do maskowania wojsk. Mają zapobiegać dokładnej obserwacji oraz prowadzeniu celnego ognia przez przeciwnika. Wyróżnia się trzy rodzaje takich zasłon:

- smoke haze /mgiełka/ - to zasłona dymna utworzona z dymu o niskiej koncentracji zalegająca ponad obszarem własnych wojsk. Ma zapobiegać dokładnej obserwacji z ziemi i powietrza oraz prowadzeniu celnego ognia. Niska gęstość dymu umożliwia działanie własnych wojsk, jednocześnie przeszkadzając przeciwnikowi. Przyjmuje się, że mgiełka powinna umożliwiać widoczność małych pojazdów w zakresie 50 – 150 metrów, lecz nie więcej.

- smoke blanket /kocyk/ - to gęsta pozioma zasłona dymna zalegająca ponad obszarem własnych wojsk. Poprzez dużą konsystencję dymu dobrze chroni przed obserwacją z ziemi i powietrza, może jednak ograniczać aktywność i możliwości bojowe wojsk własnych. Dostarcza maksymalnego ukrycia. Przyjmuje się, że kocyk powinien umożliwiać widoczność małych pojazdów na odległość nie więcej niż 50 metrów.
- smoke curtain /kurtyna/ - to gęsta pionowa zasłona dymna postawiona pomiędzy przeciwnikiem a własnymi wojskami. Ma na celu zapobiec lub przynajmniej obniżyć możliwości przeciwnika w zakresie obserwacji naziemnej. Jeżeli zasłona nie jest postawiona nad własnymi wojskami to tym samym nie ogranicza ich możliwości bojowych. Powinna być używana tylko w przypadku osiągnięcia panowania w powietrzu, gdyż nie zabezpiecza przed oddziaływaniem lotnictwa. Pośrednio wpływa jednak na lotnictwo przeciwnika, zmuszając je do latania wyżej ponad kurtyną dymu, a tym samym zwiększa możliwości obrony przeciwlotniczej.

Protecting smoke – to dym wykorzystywany do przeciwdziałania systemom naprowadzania i rażenia na polu walki. W połączeniu z czujnikami opromieniowania laserem lub innym rodzajem energii urządzenia dymne mają zapobiec namierzeniu pojazdu albo przynajmniej nie dopuścić do skutecznego naprowadzenia rakiety na cel. Oprócz tego zasłony dymne mogą w znaczny sposób ograniczyć rażące działanie energii cieplnej wybuchu jądrowego oraz broni energetycznej /lasery, mikrofałe wielkiej mocy, impuls elektromagnetyczny, itp./.

Marking smoke- to dym wykorzystywany do zaznaczania celi, identyfikowania swoich pozycji oraz przekazywania przedbitewnych sygnałów. Do postawienia takich zasłon dymnych wykorzystuje się przede wszystkim środki artyleryjskie oraz ręczne granatniki dymu.

Smoke for deception – to rodzaj pozornych zasłon dymnych, których celem jest wprowadzenie przeciwnika w błąd. Ich zadaniem jest zwrócenie jego uwagi na małoważne rejonry lub całkiem bez znaczenia, pozorując działania w obszarach, w których nic się nie dzieje. Ma to zmusić przeciwnika do marnowania sił i czasu na dokładne rozpoznanie sytuacji, jednocześnie odwracając jego uwagę od rejonów najważniejszych.

5. CHARAKTERYSTYKA ŚRODKÓW DYMOTWÓRCZYCH

5.1. Klasyfikacja środków dymotwórczych

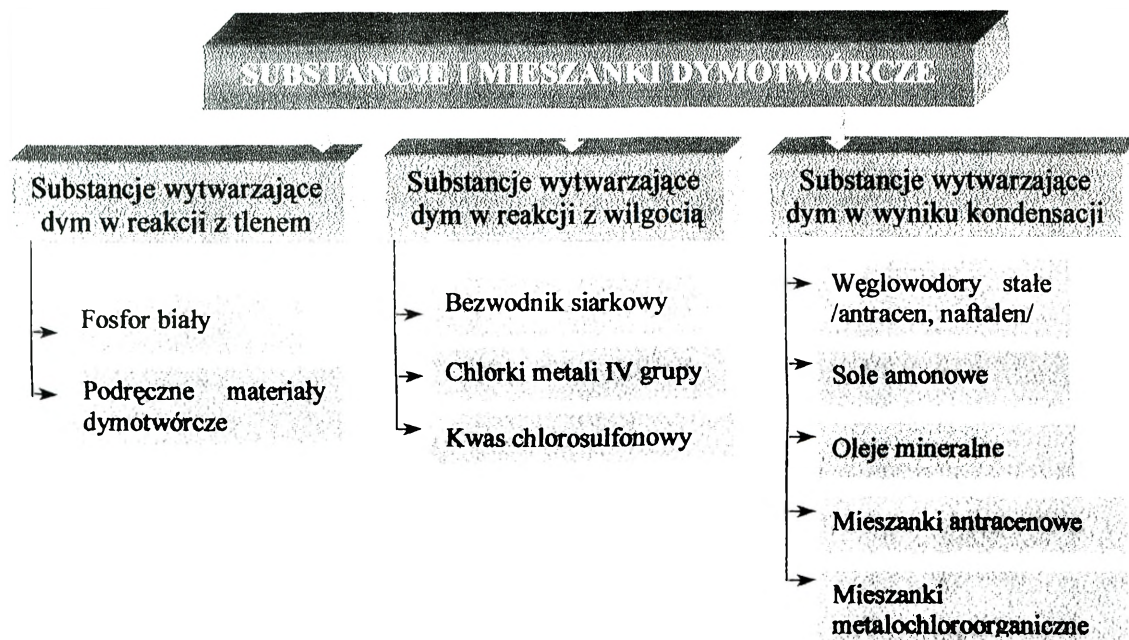
Środki /substancje/ dymotwórcze to takie substancje chemiczne, które po wprowadzeniu do atmosfery tworzą trwały dym lub mgłę i dzięki właściwościom optycznym mogą być zastosowane do maskowania i oślepiania na polu walki.

Przedstawiona definicja zawiera w sobie zarówno środki dymiące samorzutnie, jak również te, które wymagają pewnych zabiegów pomocniczych. Zabiegi takie polegają w zasadzie na wspomaganiu wprowadzania dużych ilości środka dymotwórczego do atmosfery, co w praktyce oznacza odparowanie środka.

Biorąc pod uwagę fakt, iż w etapie wytwarzania dymu mogą zachodzić różnorodne zjawiska, za podstawę klasyfikacji substancji dymotwórczych przyjęto procesy zachodzące podczas otrzymywania dymu. Zgodnie z tym dzieli się je na następujące kategorie:

- Substancje wytwarzające dym po ochłodzeniu gorących par otrzymanych w wyniku sublimacji;
- Substancje wytwarzające dym w wyniku reakcji swoich par z wilgocią powietrza;
- Substancje wytwarzające dym w wyniku reakcji z tlenem atmosferycznym.

Klasyfikację substancji dymotwórczych uwzględniającą sposób wytwarzania dymu ilustruje rysunek 12.



Rysunek 12 Klasyfikacja substancji dymotwórczych

Źródło: Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych, MON Warszawa 1980r

Praktycznie wszystkie przedstawione wyżej substancje dymotwórcze wytwarzają dym metodą kondensacyjną, która polega na wprowadzeniu do atmosfery substancji dymotwórczej w postaci pary, stworzeniu pary przesyconej i ostatecznie na jej kondensacji na krople mgły lub cząstki dymu.

5.2. Wymagania stawiane środkom dymotwórczym

Pomimo istnienia szeregu dostępnych środków dymotwórczych, ich wykorzystanie nie jest łatwe. Okazuje się bowiem, że tylko niewielka grupa środków dymotwórczych może być wykorzystana do wytwarzania dymów na polu walki. Aby to było możliwe muszą być spełnione dwa nadrzędne warunki i szereg pomniejszych. Należą do nich:

1. Prosty sposób przechodzenia substancji w stan aerozolu;
2. Duża trwałość otrzymanego obłoku dymnego.

a ponadto:

- duża zdolność maskująca – stężenie środka dymotwórczego zapewniające całkowitą niewidoczność przedmiotu;
- duża zdolność dymotwórcza – stosunek wagowy fazy rozproszonej otrzymanego dymu do masy użytego środka dymotwórczego;
- nietoksyczność dymu;
- bezpieczeństwo użycia oraz łatwość przechowywania i przewożenia materiału dymotwórczego;
- taniość i możliwość masowej produkcji.

Zdolność dymotwórcza to wielkość, która określa stosunek masy fazy rozproszonej otrzymanego dymu do masy użytego środka dymotwórczego¹⁶. Im większa jest zdolność dymotwórcza, tym więcej powstaje dymu i tym lepsza jest zdolność maskująca substancji. Praktycznym miernikiem zdolności dymotwórczej jest współczynnik wykorzystania substancji dymotwórczej, czyli ilość substancji, która tworzy fazę rozproszoną.

W zależności od rodzaju substancji zdolność dymotwórcza może być mniejsza lub większa od jedności. Do tych pierwszych należą substancje, które tworzą dym w wyniku kondensacji, do drugich zaś substancje reagujące z tlenem lub wilgocią atmosferyczną.

¹⁶ Zob. *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, Warszawa 1980r, s.44

Zdolność dymotwórcza zależy nie tylko od współczynnika wykorzystania substancji dymotwórczej lecz także od różnorodnych procesów fizyko – chemicznych z udziałem tlenu i wilgoci powietrza.

Zdolność maskująca to właściwość środków dymotwórczych o największym znaczeniu. Jest to wielkość powierzchni obiektu w m^2 , którą można zamaskować warstwą dymu otrzymanego z 1 grama substancji dymotwórczej, przy optycznej gęstości dymu równej jedności¹⁷. Inaczej mówiąc zdolność maskująca to zdolność do zapewnienia całkowitej niewidoczności przedmiotu; im mniejsze jest to stężenie tym większa zdolność dymotwórcza. Jako miarę zdolności maskującej środków dymotwórczych przyjmuje się współczynnik osłabienia światła obłoku dymnego, otrzymanego po wprowadzeniu 1 g substancji dymotwórczej do 1 m^3 powietrza. Współczynnik osłabienia światła jest przy tym jedynym czynnikiem, którego wielkość jest charakterystyczna dla każdej substancji dymotwórczej. Jednostką zdolności maskującej jest m^2/g .

Czasami operuje się pojęciem „całkowita zdolność maskująca”, które występować będzie jedynie w przypadku gdy środek dymotwórczy został wykorzystany w całości. Pojęcie to dość ściśle charakteryzuje każdą substancję dymotwórczą. Jednak w przeważającej większości wypadków środek dymotwórczy nie jest wykorzystany w całości toteż do obliczeń wygodniej stosować pojęcie „zdolność maskująca”.

Masa maskująca¹⁸ to wielkość określająca ilość substancji dymotwórczej niezbędnej do zamaskowania przedmiotu o powierzchni przekroju poprzecznego 1 m^2 . Jednostką jest g/m^2 . Z przytoczonej definicji wynika, że substancja dymotwórcza jest tym lepsza im mniejsza jest masa dymotwórcza.

Nietoksyczność dymu, bezpieczeństwo użycia, łatwość przechowywania i przewożenia materiału dymotwórczego oraz taniość i możliwość masowej produkcji to obok przedstawionych wcześniej, kolejne istotne czynniki warunkujące wykorzystanie środków dymotwórczych do wytwarzania dymu. Przestrzeganie opisanych warunków pozwoli wyselekcjonować te środki, które zapewnią dużą skuteczność zadymiania przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa i łatwości użycia.

¹⁷ Tamże, s. 45

¹⁸ Tamże, s. 45

Właściwości maskujące niektórych substancji i mieszanek dymotwórczych przy średniej wilgotności powietrza przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Właściwości substancji i mieszanek dymotwórczych

Substancja /mieszanka dymotwórcza/	zdolność dymotwórcza	zdolność maskująca (m ² /g)	masa maskująca (g/m ²)
fosfor biały	6,32	13,6	0,34
trójtlenek siarki	5,0	12,6	0,35
kwask chlorosulfonowy	niewielka	1,4	3,15
czterochlorek tytanu	2,0	6,0	0,73
mieszanka antracenowa	1,0	1,9	2,3
mieszanka metalochloroorganiczna	1,0	2,0	2,2

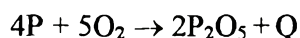
Źródło: Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych, Warszawa 1980 r, s.46

5.3. Charakterystyka środków dymotwórczych

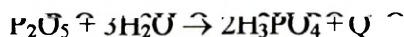
Z klasyfikacji substancji dymotwórczych przedstawionej na rysunku 12 wynika, że najmniejszą grupę stanowią środki tworzące dym w wyniku palenia /reakcji z tlenem atmosferycznym/. Nie znaczy to jednak, iż takich związków chemicznych jest w przyrodzie niewiele. Istnieje bowiem dość znaczna ich reprezentacja, która jak na razie nie znalazła jednak większego zastosowania.

Fosfor to jedyny, obok materiałów podręcznych, przedstawiciel tej grupy o bardzo dużym znaczeniu. W praktyce wojskowej znajduje zastosowanie jako środek dymotwórczy bomb lotniczych i pocisków artyleryjskich. Fosfor posiada wysokie zdolności dymotwórcze dzięki temu, że produkty spalania reagują energicznie z wilgocią atmosferyczną. Ze względu na zdolności maskujące zajmuje on pierwsze miejsce wśród wszystkich środków dymotwórczych.

W wyniku spalania fosforu w powietrzu powstaje szereg tlenków, spośród których największą rolę odgrywa pięciotlenek fosforu P₂O₅ – bezwodnik kwasu fosforowego. W powietrzu ulega on kondensacji tworząc dużo białego dymu. Proces spalania fosforu przebiega następująco:



Powstały pięciotlenek reaguje dalej z parą wodną doprowadzając do powstania kwasu fosforowego:

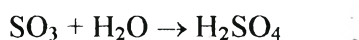


Rezultatem drugiej reakcji jest kwas fosforowy, który jako substancja silnie higroskopijna pochłania określoną ilość pary wodnej z atmosfery wytwarzając z kropelek kwasu gęstą mgłę. Reakcja utleniania jest silnie egzotermiczna, dlatego obłok aerozolu unosi się do góry osłabiając efekt maskowania. Fosfor czerwony jest nietoksyczny, toteż jego mieszaniny z odpowiednimi utleniaczami wykorzystuje się głównie do elaboracji artyleryjskich pocisków dymno – zapalających.

Podręczne materiały dymotwórcze to inaczej mówiąc ogólnie dostępne środki, które można wykorzystać do wytwarzania dymu. Należy do nich szeroki asortyment przedmiotów i materiałów takich jak np.: gałęzie sosnowe, świeże liście brzozy lub olszyny, wilgotna słoma i siano, surowe drewno brzozy lub świerku, rozpuszczalniki, kauczuk, guma, opony i wiele innych. Możliwości postawienia i utrzymania zasłony dymnej przy użyciu tych środków są różnorodne. Największe efekty daje stosowanie kilku wymienionych materiałów jednocześnie, w przygotowanych paleniskach, przy ograniczonym dostępie powietrza.

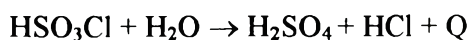
Następną grupę środków dymotwórczych tworzą substancje wytwarzające dym w reakcji z wilgocią atmosferyczną. Substancje te są ciałami higroskopijnymi, które reagują burzliwie z wodą i dymią w zetknięciu z powietrzem. Do najważniejszych zaliczamy: bezwodnik kwasu siarkowego, kwas chlorosulfonowy oraz czterochlorki tytanu, krzemu, cyny i innych metali.

Bezwodnik kwasu siarkowego /trójtlenek siarki/ to substancja chemiczna występująca w kilku odmianach alotropowych. Zazwyczaj jest to ciało stałe, krystaliczne, lotne w temperaturze pokojowej. Pary trójtlenku siarki reagując z wilgocią powietrza tworzą kwas siarkowy:



Powstały kwas parując łączy się intensywnie z wilgocią a następnie kondensuje się w kropelki mgły kwasu siarkowego. Efektywność powstawania dymu zależy przy tym od kilku czynników tj.: rozdrobnienia trójtlenku siarki, intensywności parowania oraz od najważniejszego - względnej wilgotności powietrza.

Kwas chlorosulfonowy to produkt powstający po przyłączeniu chlorowodoru do bezwodnika siarkowego. Jest to bezbarwna ciecz o ostrym zapachu, lotna i dymiąca na powietrzu. Ponadto jest związkiem chemicznym bardzo aktywnym chemicznie. W burzliwej reakcji z wodą powstaje kwas siarkowy i solny.



Powyższa reakcja jest podstawą wytwarzania dymu przez kwas chlorosulfonowy. Ma on przy tym wysoką temperaturę wrzenia i niewielką lotność, co ogranicza jego zastosowanie jako środka dymnego. Może jednak pełnić rolę rozpuszczalnika dla trójtlenku siarki oraz drugorzędowego składnika dymotwórczego. Taki właśnie układ występuje na przykład w niestosowanej już mieszance dymotwórczej S-IV. Dym powstający z tej mieszanki ma jednak silne właściwości korodujące oraz żrące, co jest pochodną właściwości kwasu chlorosulfonowego. Z tego powodu przebywanie w takim dymie jest możliwe tylko w maskach przeciwgazowych.

Chlorki metali IV grupy to najważniejsze środki dymotwórcze, wytwarzające dym w wyniku reakcji z wilgocią powietrza. Są to łatwo lotne ciecze, zdolne do reakcji z wodą. Największe znaczenie mają chlorki tytanu, krzemu i cyny. Posiadają szereg zalet m.in. nie drażnią skóry, nie niszczą broni i umundurowania, są nietoksyczne.

Najlepszym z nich jest czterochlorek tytanu, którego zdolność maskująca przewyższa mieszanki zawierające bezwodnik siarkowy. Pozostałe chlorki posiadają gorszą zdolność maskującą, lecz w połączeniu z amoniakiem dają dość dobry dym. Reakcje zachodzące w trakcie przyłączania pary wodnej są dość skomplikowane i zależą głównie od temperatury i wilgotności powietrza.

Trzecią i ostatnią grupę środków dymotwórczych tworzą substancje i mieszaniny wytwarzające dym w wyniku kondensacji lub sublimacji. Należą do nich m.in.: węglowodory stałe takie jak antracen i naftalen, sole amonowe, oleje mineralne, mieszanki antracenowe oraz mieszanki metalochloroorganiczne. Wymienione związki chemiczne nie rozkładają się pod wpływem wysokiej temperatury. Do atmosfery wprowadza się je po uprzednim ogrzaniu, gdzie następnie są ochładzane przez zimne powietrze. Wynikiem tego następuje przesycenie par, ich kondensacja i wytworzenie dymu.

Węglowodory stałe takie jak antracen lub naftalen zazwyczaj występują jako składniki mieszanek dymotwórczych, chociaż równie dobrze mogą stanowić osobny środek dymotwórczy stosowany w instalacjach lub przyrządach.

Antracen to stały węglowodór aromatyczny o krystalicznej, żółtej barwie. Otrzymuje się go w procesie suchej destylacji węgla kamiennego. Jego przydatność polega na wytwarzaniu wysokiej temperatury spalania, niezbędnej do odparowania innych składników mieszanki dymotwórczej. Dodatkowo, po zetknięciu się zimnym powietrzem, sublimuje tworząc dym.

Oleje mineralne to produkty otrzymywane z ropy naftowej, zawierające głównie węglowodory wyższe. Mogą działać samodzielnie lub po umieszczeniu w specjalnych instalacjach. Dym powstaje w wyniku odparowania oleju w strumieniu gorących gazów, a następnie kondensacji par w powietrzu. Nie wykazują przy tym szkodliwego działania dla człowieka oraz na materiały.

Sole amonowe to związki chemiczne stanowiące podstawowy składnik świec i granatów dymnych. Do najczęściej stosowanych zaliczyć należy: chlorek amonowy, siarczan amonowy i azotan amonowy. Spośród nich najszerze zastosowanie znalazł chlorek amonowy /salmiak/. Jest to biała, krystaliczna substancja o gorzko – słonym smaku, która znalazła zastosowanie głównie w mieszankach antracenowych.

Podczas ogrzewania soli amonowych następuje rozkład termiczny substancji na dwa produkty gazowe, które następnie reagują ze sobą tworząc tą samą sól lecz w postaci bardzo rozdrobnionej. Przykładowy przebieg tych reakcji przedstawiają równania:



Dym powstający w wyniku kondensacji gazów wytworzonych w czasie ogrzewania chlorku amonowego składa się z cząstek tej soli.

Mieszanki antracenowe to specjalne mieszaniny składające się z substancji dymotwórczej, substancji palnej i utleniacza. Są przeznaczone do napełniania granatów i świec dymnych. Mają ściśle określony skład, gdzie zazwyczaj substancją dymotwórczą jest chlorek amonowy, substancją palną i dymotwórczą – antracen, a utleniaczem – chloran potasu. Przykładowy skład takiej mieszanki wygląda następująco:

chlorek amonowy	23%
antracen	42%
chloran potasowy	35%

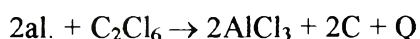
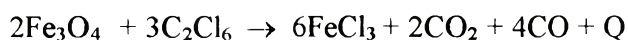
Mieszanki te pozwalają na maskowanie wojsk i obiektów jedynie w paśmie widzialnym i bliższej podczerwieni. Mimo to, ze względu na trwałość oraz bezpieczeństwo przechowywania, mieszanki antracenowe znajdują dość duże zastosowanie w produkcji świec i granatów dymnych.

Mieszanki metalochloroorganiczne to specjalne mieszaniny sproszkowanych metali /lub ich tlenków/ oraz chloropochodnych związków organicznych. W charakterze składników metalicznych mogą występować tylko takie metale, które w wysokiej temperaturze reagują

energicznie ze składnikami chloroorganicznymi. Równocześnie ważne jest aby powstający chlorek posiadał właściwości higroskopijne. Ponadto użyty metal powinien być odporny na długotrwałe przechowywanie w powietrzu. Ostatecznie okazuje się, że najlepszymi do tego celu metalami są: cynk, glin i żelazo.

Również składniki chloroorganiczne muszą sprostać określonym wymaganiom. Po pierwsze w wysokiej temperaturze substancja musi energicznie reagować z metalem i oddawać mu swój chlor. Po drugie zaś, w przeciętnej temperaturze substancja powinna być trwała. Do najbardziej znanych związków chemicznych spełniających te kryteria należą: czterochlorek węgla, czterochloroetan, sześciochloroetan oraz chlorobenzen.

Podstawowe reakcje zachodzące w czasie spalania się mieszanek metalochloroorganicznych można przedstawić następująco:



Do zapoczątkowania reakcji konieczne jest ogrzanie mieszaniny, co w efekcie prowadzi do powstania chlorków metali. W czasie reakcji wydzielają się znaczne ilości ciepła, które powodują przejście chlorków w stan pary. Po ochłodzeniu chlorki kondensują tworząc cząstki dymu. Jako przykład mieszanek metalochloroorganicznych mogą służyć:

- mieszanka Bergera.

czterochlorek węgla	50%
pył cynkowy	25%
tlenek cynku	20%
ziemia krzemkowa	5%

- amerykańska mieszanka HC

sześciochloroetan	50%
tlenek cynku	22%
pył aluminiowy	28%

Użycie mieszanek metalochloroorganicznych na polu walki może być bardzo przydatne ze względu na to, iż istnieje możliwość takiego kształtowania ładunków dymnych, które pozwolą na maskowanie zarówno w świetle widzialnym jak i w podczerwieni.

Mimo to, należy pamiętać, że produktem ubocznym tych mieszanek jest trujący fosgen a sama mieszanka jest rakotwórcza. Z tego powodu przebywanie w dymie jest możliwe tylko w maskach przeciwgazowych. Ponadto wadą tych mieszanek jest występowanie

podczas dymienia niewielkiego płomienia, który demaskuje rubież zadymiania i może być przyczyną pożaru.

Podstawowe dane taktyczno – techniczne wybranych środków dymotwórczych przedstawia tabela 5.

Tabela 5

Dane taktyczno – techniczne środków dymotwórczych

Nazwa	Oznaczenie	Charakterystyka	Zastosowanie
Biały fosfor	WP	Biało-żółte półprzezroczyste ciało stałe, zapalające się samorzutnie w powietrzu, wytwarzające w czasie spalania dużą ilość białego dymu	Pociski artyleryjskie, granaty, bomby lotnicze, pociski raketowe
Biały fosfor plastyczny	PWP	Szara substancja podobna do kauczuku o właściwościach białego fosforu	Jak wyżej
Roztwór trójtlenku siarki w kwasie chlorosulfonowym	FS	Biała ciecz, dymiąca na powietrzu	Lotnicze przyrządy wylewcze
Czterochlorek tytanu	FM	Bezbarwna ciecz o ostrym zapachu	Jak wyżej
Sześciochloroetanowa mieszanka dymotwórcza	HC	Ciało stałe o zapachu kamfory	Pociski artyleryjskie, bomby dymne, świece i granaty
Oleje mineralne	SGF-1 SGF-2	Ciecze oleiste	Granaty, świece dymne
Kolorowe mieszanki dymotwórcze	RSYS GSVS	Ciała stałe	Granaty, naboje, pociski dymne

Źródło: Wieczorek K., Garstka J., *Współczesne środki maskowania* [w:] Myśl Wojskowa nr 5-6, MON, Warszawa 1990 r

5.4. Składniki mieszanek dymotwórczych

Mieszanki dymotwórcze prawie nigdy nie stanowią jednorodnej mieszaniny. Jako materiały wyjściowe do produkcji mieszanek służą omówione wcześniej substancje dymotwórcze oraz materiały palne, utleniające i składniki pomocnicze.

Jako **środków palnych** używa się przeważnie różnych gatunków węgla oraz związków bogatych w węgiel. Niekiedy można wykorzystać siarkę, skrobię lub inne substancje. Ponadto wiele omówionych już środków dymotwórczych można z powodzeniem wykorzystać w charakterze materiałów palnych np.: fosfor, naftalen, antracen, oleje mineralne i inne.

Do **składników utleniających** zaliczamy zazwyczaj azotany i chlorany metali alkalicznych. Najbardziej znanym jest chloran potasu czyli tzw. sól Bertholleta $KClO_3$. Jest to bezbarwna, krystaliczna substancja o właściwościach wybuchowych. Wśród innych substancji utleniających należy wyróżnić chloran sodu oraz azotan potasu, tzw. saletrę potasową.

Działanie tych środków polega na wydzielaniu odpowiedniej ilości tlenu niezbędnego do utlenienia substancji dymotwórczych.

Osobną grupę materiałów stanowią *składniki pomocnicze*. Są to substancje, bez których palenie mieszanki dymotwórczej przebiega w sposób niezadowalający. Stosowanie tych składników nie zawsze jest jednak konieczne i wiele mieszanek ich nie wymaga.

Flegmatyzatory to substancje chemiczne przeznaczone do spowolnienia palenia w sytuacji gdy mieszanka pali się zbyt burzliwie. Ich działanie wymusza bardziej równomierne i spokojne spalanie się mieszanki. Jako flegmatyzatory wykorzystuje się takie substancje jak: sole amonowe, kwas szczawiowy, mocznik, niektóre węglany, siarczany i borany.

Spulchniacze to materiały porowate posiadające właściwość pochłaniania większej ilości cieczy i zapobiegania w ten sposób rozwarstwiania się mieszanki dymotwórczej. Materiały te mają zastosowanie jedynie w przypadku występowania półpłynnych lub ciekłych środków dymotwórczych. Szczególnie ważna jest obecność spulchniaczy w mieszanekach metalochloroorganicznych, zwłaszcza w tych, które zawierają czterochlorek węgla lub inne ciekłe związki chloroorganiczne. Jako spulchniaczy używa się: ziemi okrzemkowej, węglanu magnezu, drobnych opiłków drewna i wiele innych.

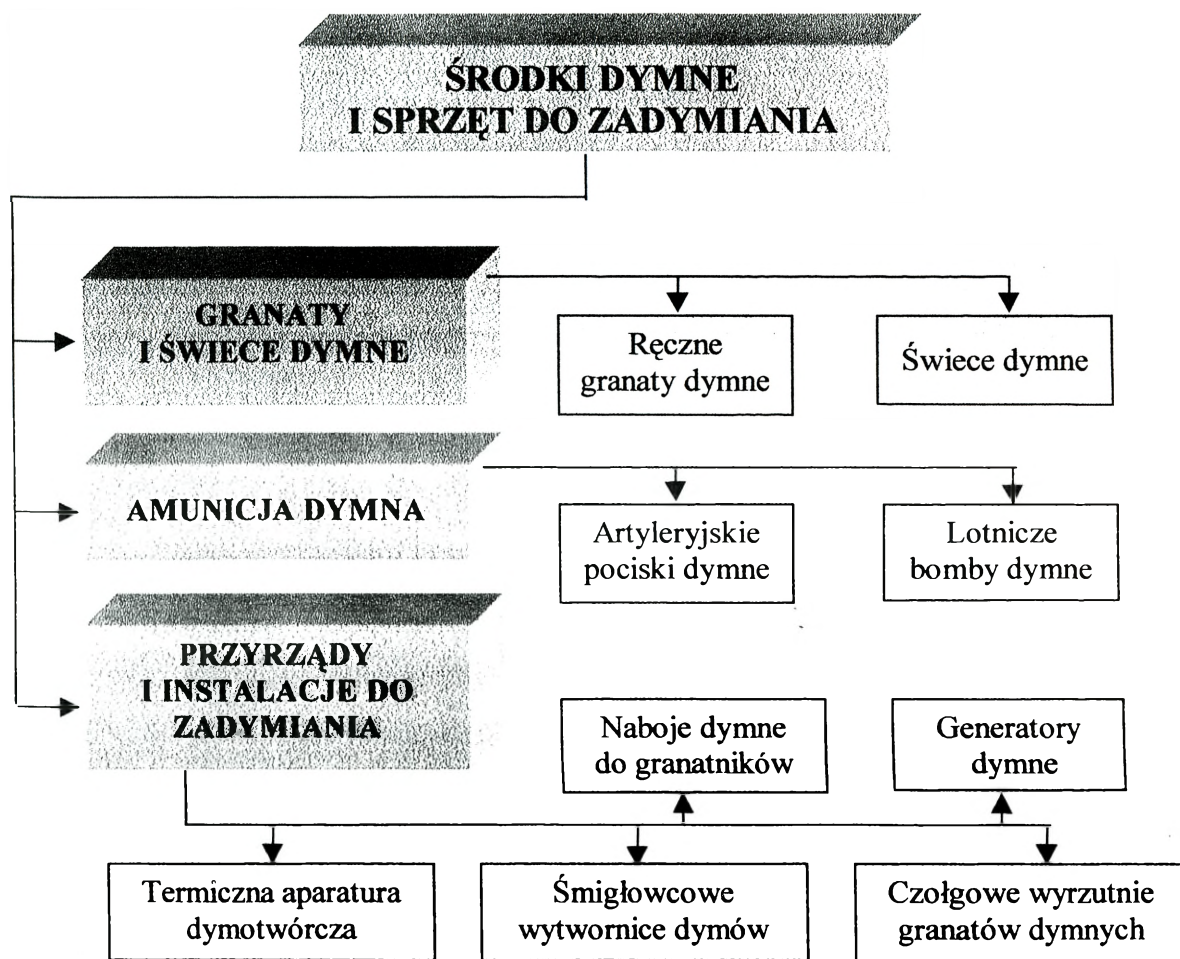
Napełniacze to sypkie, obojętne pod względem chemicznym substancje o dużej gęstości. Przeznaczone są do wypełniania luk i porów występujących w niektórych mieszanekach dymotwórczych. Takie puste miejsca w mieszanke dymotwórczej mogą być przyczyną gromadzenia się znacznych ilości powietrza, które stwarza niebezpieczeństwo niepożądanego samozapłonu i nierównomiernego spalania. Do napełniania mieszanek służą takie substancje chemiczne jak: kaolin, kreda, boraks, glina, tlenek żelazowy i niektóre siarczany.

Materiały tłumiące płomień to rodzaj filtru gaszącego, który przeznaczony jest do tłumienia samozapłonu. Niepożądany płomień może czasem spowodować nierównomierność palenia się świecy lub nawet zdemaskować własną pozycję. W charakterze takiej gaśnicy wykorzystuje się mieszaniny chlorku amonowego z kredą, węglanem magnezu albo talkiem.

6. ŚRODKI DYMNE I SPRZĘT DO ZADYMIANIA

Do stawiania zasłon dymnych można wykorzystywać wszelkie dostępne środki zdolne produkować dym o odpowiednim stężeniu i parametrach. Najlepszym jednak sposobem jest wykorzystanie specjalnych środków, które zostały przewidziane do wykonywania zasłon dymnych przez wprowadzanie do atmosfery odpowiedniej ilości substancji dymotwórczej w postaci aerozolu. Mogą to być zarówno *środki wyrzucane* np.: artyleryjskie pociski dymne, rakiety, bomby; *środki do samoosłony* np.: granatniki z pociskami dymnymi, termiczna aparatura dymotwórcza, a także specjalny *sprzęt i środki generujące dym* np.: generatory dymne, śmigłowcowe wytwornice dymów oraz granaty i świece dymne.

Nieco inny, bardziej rozbudowany podział środków dymnych i sprzętu do zadymiania przedstawia rysunek 13.



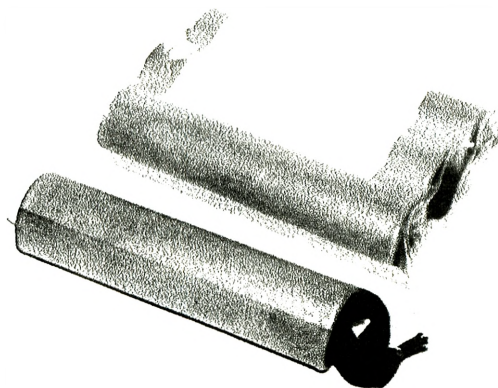
Rysunek 13 Podział środków dymnych i sprzętu do zadymiania

Źródło: Opracowano na podstawie *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, MON, Warszawa 1980 r, s. 60

Przedstawione wcześniej podziały środków dymnych i instalacji do zadymiania, mimo że w pewien sposób systematyzują kryteria doboru środków dymnych, nie mają jednak większego zastosowania. Dużo lepszym podejściem do tego problemu charakteryzuje się podział środków i sprzętu do maskowania ze względu na sposób ich wykorzystania. Przedstawia się to w następujący sposób:

- świece i granaty dymne, naboje dymne do granatników, termiczna aparatura dymotwórcza oraz wyrzutnie granatów dymnych zamontowane na czołgach i bojowych wozach piechoty – pododdziały i oddziały ogólnowojskowe i rodzajów wojsk;
- generatory dymu /samobieżne i ciągnione/ oraz dodatkowo świece dymne – pododdziały zadymiania wojsk obrony przeciwchemicznej;
- wysokowydajne urządzenie do likwidacji skażeń WUS-3 – pododdziały likwidacji skażeń wojsk obrony przeciwchemicznej;
- śmigłowce z wytwornicami dymu /WDZ-80 oraz PWD „PYLIA”/ - na szczeblu korpusów oraz Dowództwa WLOP.

Granaty dymne RGD-2 *dym biały* są przeznaczone do stawiania krótkotrwałych zasłon dymnych w celu maskowania działań pojedynczych żołnierzy i małych pododdziałów (grup) we wszystkich rodzajach walki oraz do oślepiania punktów ogniowych nieprzyjaciela. Zasłona dymna wytworzona przy ich użyciu może skutecznie obniżyć efektywność prowadzonej przez przeciwnika obserwacji lub skutecznego ognia, zwłaszcza z broni strzeleckiej i niektórych środków przeciwpancernych starszego typu. Mogą być także używane do wzmacniania zasłon dymnych i likwidowania powstających w nich luk.



Fot. 1 Granaty dymne RGD-2
Źródło: Archiwum WICHiR

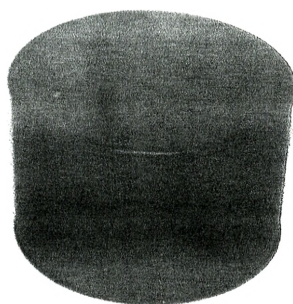
Nie stanowią jednak poważnej przeszkody dla środków wykorzystujących podczerwień i mikrofałę.

Granaty dymne można również wykorzystać jako nasadkowe granaty dymne. wystrzeliwując się je na odległość do 150 m. Do miotania służy nabój miotający UNN do granatów nasadkowych.

Są wykonane w postaci cylindra z tektury o masie około 0,5 kg. Składają się z kadłuba, górnej i dolnej diafragmy, pokrywki, dna z taśmą, rurki, zapłonnika, potarki i mieszanki dymotwórczej. Pojedynczy granat może wytworzyć zasłonę dymną o długości do 30 m i szerokości 5-8 m. Czas intensywnego dymienia granatu wynosił 60 s.

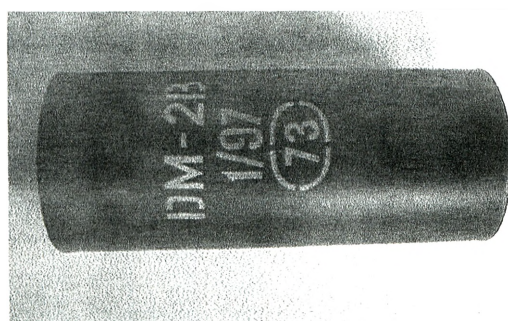
Granaty dymne RGD-2 dym czarny są przeznaczone do pozorowania pożarów wozów bojowych /lub innych obiektów/ w celu wprowadzenia przeciwnika w błąd. Budowa i parametry tych granatów są analogiczne jak granatów - dym biały, inny jest jednak skład mieszanki dymotwórczej.

Świeca dymna DM-11M jest przeznaczona do stawiania zarówno liniowych jak i powierzchniowych zasłon dymnych przez wszystkie rodzaje wojsk, w tym również krótkotrwałych i na szerokim froncie. Wykorzystuje się je do maskowania działań, głównie na szczeblu taktycznym. Ponadto używane są do wzmacniania zasłon dymnych stawianych przy pomocy innych bardziej wydajnych środków zadymiania. Postawienie odpowiednio dużej zasłony wymaga jednak dość znacznego nakładu czasu i środków /żołnierzy/ wytwarzających i podtrzymujących dymienie. Z tego powodu są bardzo trudne do wykorzystania na masową skalę. Świeca dymna składa się z: kadłuba, diafragmy, mieszanki dymotwórczej i zapłonnika. Długość zasłony dymnej postawionej za pomocą tej świecy może dochodzić do 100 m, przy szerokości 10 –15 m. Czas intensywnego dymienia około 5 – 7 minut.



Fot. 2 Świeca dymna DM-11M
Źródło: Archiwum WChiR

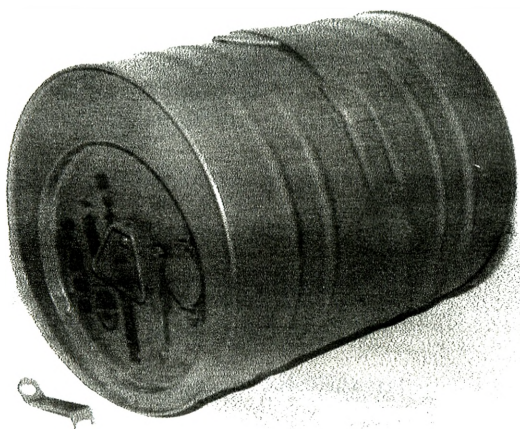
Świeca dymna DM-2B to świeca, której przeznaczenie i zasady wykorzystania nie różnią się wiele od świecy DM-11M. Posiada jednak dużo lepsze parametry maskujące w podczerwieni. Służy do wytwarzania zasłon dymnych maskujących w zakresie promieniowania widzialnego oraz podczerwonego o długości fali do 14 μ m, a także do pozorowania pojedynczych obiektów techniki wojskowej dla urządzeń obserwacyj-



Fot. 3 Świeca dymna DM-2B
Źródło: Archiwum WChiR

nych lub naprowadzających wykorzystujących promieniowanie podczerwone. W niewielkiej odległości od punktu dymienia świeca generuje gorący dym. Umożliwia to jej zastosowanie jako celu pozornego. Jest to świeca produkcji polskiej i aktualnie wchodzi na wyposażenie wojsk. Przy jej pomocy można postawić zasłonę dymną o wymiarach 100 x 8 m w świetle widzialnym oraz 15 x 4 m w podczerwieni. Czas intensywnego dymienia wynosi ponad 80 sekund.

Świeca dymna BDSz – 5 /MDSz – 5/ jest przeznaczona do stawiania liniowych i powierzchniowych zasłon dymnych. W odróżnieniu od świecy DM – 11M lub DM – 2B charakteryzuje się znacznie większą intensywnością i dłuższym czasem dymienia. Ze względu na znacznie większe możliwości mogą być stosowane zarówno na szczeblach taktycznych jak i operacyjnych. Szczególnie przydatna może być w przypadku stawiania



Fot. 4 Świeca dymna BDSz-5

Źródło: Archiwum WICHiR

zasłon powierzchniowych przeznaczonych do maskowania ważnych obiektów wojskowych i gospodarczych. Składa się z kadłuba, cylindra perforowanego, dna górnego i dolnego, urządzenia zapłonowego oraz zapłonników i mieszanki dymotwórczej. Może być odpalana ręcznie /mechanicznie/ lub elektrycznie. Jej właściwości pozwalają na posta-

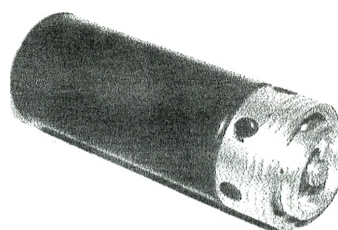
wienie 300 metrowej zasłony dymnej o szerokości 50 – 60 metrów przez około 5 – 7 minut.

Odmianą świecy BDSz jest **świeca MDSz – 5**. Stosuje się ją do stawiania zasłon dymnych na powierzchni wody, na morzach, jeziorach i rzekach. Jest zbudowana podobnie jak świeca BDSz, lecz ma ponadto komorę ochronną, przeciwwagę, urządzenie do zatapiania oraz dodatkowy otwór dymny. Powoduje to, że jej możliwości dymne są nieco większe od świecy BDSz – 5 i wynoszą: długość zasłony około 500 m, szerokość 100 m, czas dymienia 8 – 11 minut.

Termiczna aparatura dymotwórcza TAD jest zamontowana na czołgach i bojowych wozach piechoty, stanowiąc integralną część ich wyposażenia. Jest przeznaczona do stawiania krótkotrwałych zasłon dymnych w czasie działań bojowych. Szczególnie przydatna może być

podczas osłony skrzydeł własnego ugrupowania lub samoosłony wozów bojowych przed atakiem broni przeciwpancernej. Jako czynnik dymotwórczy wykorzystuje się olej napędowy z układu zasilającego silnik. Z tego powodu wytworzenie zasłony dymnej jest możliwe wyłącznie przy pracującym silniku. Paliwo wtryskiwane jest do kolektora wylotowego, gdzie w gorących spalinach następuje jego odparowanie i utworzenie mieszanki parowo – gazowej. Przy zetknięciu z powietrzem następuje jej kondensacja tworząc obłok dymu. Zużycie paliwa wynosi około 100 litrów przez 10 minut, co znacznie ogranicza długotrwałość dymienia.

Czołgowe granaty dymne PD - 1U są przeznaczone do maskowania czołgów i wozów bojowych poprzez oślepianie stanowisk ogniowych przeciwnika. Umieszcza się je w wyrzutniach montowanych na wieżach czołgów i bojowych wozów piechoty. Ze względu na fakt wykorzystania standardowej mieszanki dymotwórczej możliwości tych granatów są ograniczone tylko do maskowania w zakresie światła widzialnego. Są skuteczne jedynie przeciwko broni strzeleckiej i starszym typom broni przeciwpancernej. Parametry techniczne granatów są następujące: kaliber 81 mm, rozmiar zasłony dymnej w świetle widzialnym 10 x 50 metrów, czas intensywnego dymienia około 120 sekund.



Fot. 5 Czołgowy granat dymny PD-1
Źródło: Archiwum WICHiR

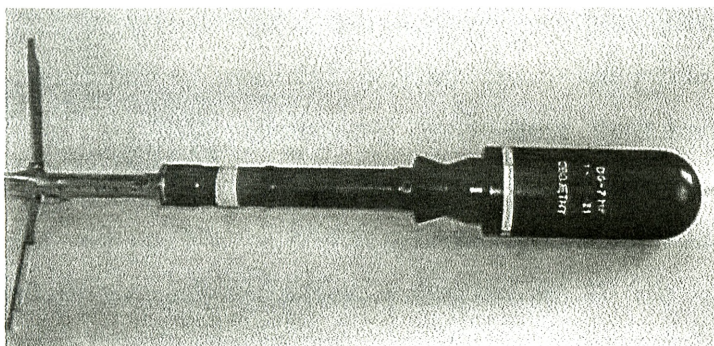
Czołgowe granaty dymne WGD – 2M są przeznaczone do szybkiej samoosłony czołgów i wozów bojowych poprzez wybuchowe wytwarzanie zasłon dymnych. Zasłony dymne uzyskane z tych granatów charakteryzują się dużą zdolnością dymotwórczą, bardzo dobrymi właściwościami ekranującymi promieniowanie podczerwone oraz możliwością zastosowania obłoków dymnych jako wielkogabarytowych celów pozornych. Są dostosowane do wystrzeliwania z wyrzutni typu 902 /A (/montowanych na czołgach T-72 oraz PT-91), a także do wyrzutni TELLUR (montowanej na czołgu T-55).



Fot. 6 Czołgowy granat dymny WGD-2M
Źródło: Archiwum WICHiR

Wyrzutnia składa się z zespołu luf rozmieszczonych po obu stronach wieży czołgowych. Pulpit kierowniczy jest stale połączony z pulpitem wykrywacza laserowego i stanowi jego integralny element. Urządzenie zapewnia zarówno ręczne jak i automatyczne odpalenie pocisków dymnych bezpośrednio po wykryciu opromienienia wozu bojowego wiązką laserową. Największą ich zaletą jest wytworzenie obłoku dymnego natychmiast po otrzymaniu informacji o opromienieniu, co pozwala skutecznie osłonić wóz bojowy przed trafieniem pociskiem przeciwpancernym.. Przy pomocy jednego granatu można postawić zasłonę dymną o wielkości ponad 40 m² przez 8 – 10 sekund.

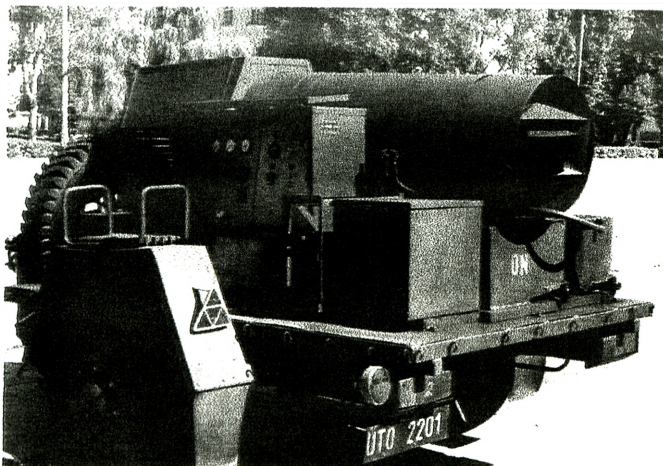
Nabój dymny DG - 7M do granatnika RPG – 7 jest przeznaczony do stawiania maskujących zasłon dymnych przez pododdziały piechoty oraz oślepiania stanowisk obserwacyjnych przeciwnika w zakresie promieniowania widzialnego i podczerwonego. Stanowi dobre uzupełnienie wyposażenia dla małych grup żołnierzy, szczególnie po stwierdzeniu prowadzenia przez przeciwnika obserwacji w świetle widzialnym i podczerwieni. Wystrzelenie naboju na odległość prawie 1600 m umożliwia postawienie zasłony dymnej o rozmiarach dla światła widzialnego 3 x 80 m oraz w podczerwieni 2,5 x 15 m. Czas intensywnego dymienia wynosi ponad 2 minuty.



Fot. 7 Nabój dymny DG-7M do granatnika RPG-7

Źródło: Archiwum WICHiR

Generator dymu GD – 1 jest przeznaczony do maskowania wojsk i obiektów, głównie na szczeblu operacyjnym. Generatory takie znajdują się w wyposażeniu pododdziałów zadymiania występujących w wojskach obrony przeciwchemicznej. Pracują na zasadzie termicznego odparowania czynników dymotwórczych w strumieniu gorących

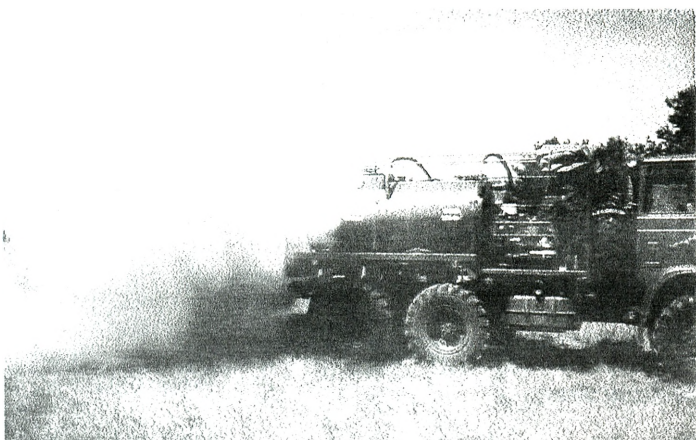


Fot. 8 Generator dymu GD-1

Źródło: Archiwum WICHiR

gazów, a następnie kondensacji tych par w atmosferze. Są montowane są na dwuosiowej przyczepie ciągnionej przez samochód ciężarowo - terenowy. Mogą być wykorzystane zarówno do stawiania zasłon liniowych jak i powierzchniowych.

Generator dymu GD – 2 podobnie jak generator GD – 1 służy do stawiania dużych zasłon dymnych na szczeblu operacyjnym. Znajduje się również na wyposażeniu pododdziałów zadymiania wojsk obrony przeciwchemicznej. Dzięki zamontowaniu na podwoziu samochodu Star 266 jest sprzętem mobilnym, a przez to łatwym i skutecznym w użyciu. Oba rodzaje generatorów charakteryzują się dużymi możliwościami, które wraz z danymi taktyczno - technicznymi przedstawiono w załączniku 1



Fot. 9 Generator dymu GD-2

Źródło: Archiwum WChiR

Wysokowydajne urządzenie specjalne WUS – 3 przeznaczone jest do likwidacji skażeń powstałych po użyciu broni masowego rażenia. Znajduje się w wyposażeniu pododdziałów likwidacji skażeń wojsk obrony przeciwchemicznej. Oprócz tego urządzenie zostało dostosowane do stawiania zasłon dymnych, które charakteryzują się dobrymi parametrami taktyczno – technicznymi. Dzięki temu, w niektórych przypadkach mogą zapewnić skuteczną osłonę przed ogniowym oddziaływaniem przeciwnika lub stanowić uzupełnienie innych środków maskowania.



Fot. 10 Urządzenie specjalne WUS-3

Źródło: Archiwum autora

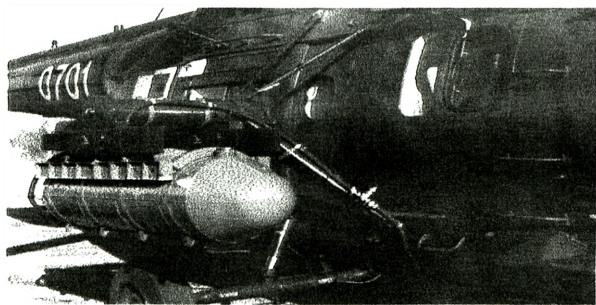
Ich mankamentem są jednak duże koszty

eksploatacji, co znacznie ogranicza ich wykorzystanie do tego celu.

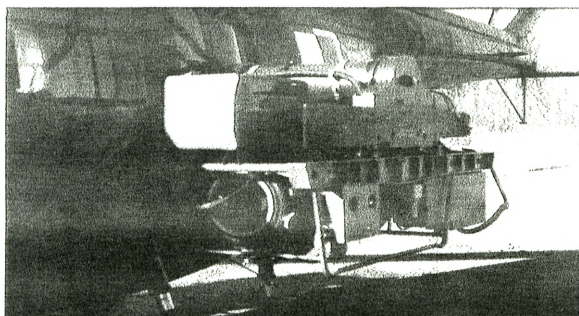
Wytwornica dymu zasłonowego WDZ – 80 to urządzenie dostosowane do współpracy ze śmigłowcami Mi-2. Przeznaczona jest do manewrowego stawiania maskujących zasłon

dymnych na dużych obszarach. Jest dodatkowym urządzeniem stanowiącym wyposażenie specjalne śmigłowców wersji chemicznej. Przewozi się ją na środkach transportowych rzutu naziemnego eskadry. Na śmigłowcu montuje się ją bezpośrednio przed wykorzystaniem go do celów zadymiania. Wytwornica działa na zasadzie wykorzystania ciepła gazów wylotowych silnika turbinowego śmigłowca do odparowania substancji dymotwórczej, którą może być olej maszynowy, olej napędowy, olej solarowy albo ich mieszaniny. Rolę pojemników na substancję dymotwórczą stanowią dodatkowe zbiorniki paliwa, podwieszone na zewnątrz śmigłowca. Ich pojemność wynosi 476 dm^3 ($2 \times 238 \text{ dm}^3$) i stanowi jednostkę napełnienia substancji dymotwórczej. Wytwornica jest uruchamiana z pulpitu sterowniczego umieszczonego w kabinie śmigłowca. Proces dymienia można dowolnie przerywać i ponownie inicjować. Jednostka napełnienia substancją dymotwórczą pozwala na 20-25 minut nieprzerwanego dymienia. W średnich warunkach atmosferycznych zasłona osiąga rozmiary: szerokość 30-40 m, wysokość 30-40 m, trwałość 2-3 minuty. Zasłona może być wykonana przy prędkości lotu śmigłowca od 0 (z zawisu) do 150 km/h. Optymalne parametry lotu podczas zadymiania wynoszą: prędkość 60-100 km/h, wysokość 10-20 m. Jeden śmigłowiec może postawić i podtrzymywać zasłonę liniową długości 4-6 km lub maskować powierzchnię $0,5 - 1 \text{ km}^2$. Kluczem śmigłowców (4 śmigłowce) można zadymić rubież o długości do 20 km lub zamaskować powierzchnię $2-2,5 \text{ km}^2$.

Panelowa wytwornica dymu PWD „PYLIA”, podobnie jak WDW - 80, przeznaczona jest do stawiania powierzchniowych i liniowych zasłon dymnych na dużych obszarach. Dostosowana została do nowego typu śmigłowców W-3WA. Składa się z zasobników podwieszanych na zaczepach



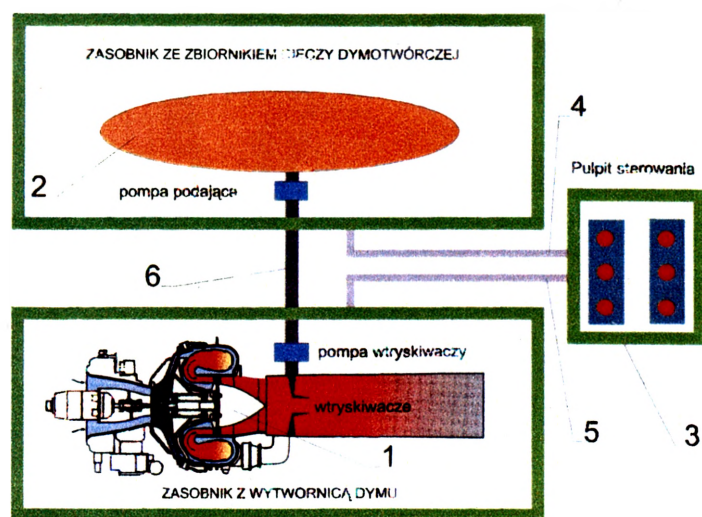
Fot. 11 Zasobnik z czynnikiem dymotwórczym na belce uzbrojenia śmigłowca W3-WA
Źródło: Archiwum WICHiR



Fot. 12 Zasobnik z wytwornicą PWD na belce uzbrojenia śmigłowca W3-WA
Źródło: Archiwum WICHiR

uzbrojenia śmigłowca oraz pulpitu sterującego. W zależności od potrzeb zbiorniki można montować lub demontować. Dzięki zastosowaniu gazów wylotowych silnika wraz z dodatkami umożliwia

maskowanie w zakresach światła widzialnego oraz podczerwonego. Podstawowe dane taktyczno – techniczne przedstawiono w załączniku 1. Uproszczony schemat urządzenia przedstawia rysunek 13.



- 1 – zasobnik z wytwornicą dymu podwieszony na lewym zaczepie uzbrojenia śmigłowca, zawierający silnik turbinowy, urządzenie dymotwórcze, zbiornika paliwa dla silnika, akumulator – masa 150kg;
- 2 – zasobnik z cieczą dymotwórczą podwieszony na prawym zaczepie uzbrojenia śmigłowca, zawierający zbiornik i pompę podającą ciecz dymotwórczą – masa z pustym zbiornikiem 57 kg, masa z pełnym zbiornikiem 325 kg, objętość zbiornika cieczy dymotwórczej 335 dm³;
- 3 – pulpit sterujący montowany w kabinie śmigłowca;
- 4 – wiązka elektryczna łącząca pulpit z zasobnikiem cieczy dymotwórczej;
- 5 – wiązka elektryczna łącząca pulpit z zasobnikiem wytwornicy dymu;
- 6 – przewód hydrauliczny cieczy dymotwórczej łączący oba zbiorniki.

Rysunek 14 Schemat ideowy Panelowej Wytwornicy Dymu PWD „PYLIA”

Źródło: Archiwum WICiR

Artyleryjskie pociski dymne stosuje się do postawienia oślepiających lub pozornych zasłon dymnych, najczęściej poza ugrupowaniem wojsk własnych. Składają się z kadłuba, ładunku wybuchowego, substancji dymotwórczej oraz zapalnika. Możliwości wykonania zasłon zależą w znacznym stopniu od warunków meteorologicznych. Na przykład wielkość odcinka skutecznie zadymianego przez jedną baterię (6 dział) wynosi: 150-200 m przy wietrze w kierunku (od) nieprzyjaciela i 500-700 m przy wietrze bocznym. Artyleria zadymianie odcinka rozpoczyna ogniem szybkim po 4-6 pocisków na dział. Utworzoną zasłonę podtrzymuje się ogniem ciągłym o ustalonym czasie. Podtrzymanie zasłony przez minutę na odcinku 100 m wymaga zużycia 2-6 pocisków przy wietrze w kierunku (od) nieprzyjaciela i 1-4 przy wietrze bocznym. Pociski dymne mogą być napełnione różnymi mieszankami dymotwórczymi pozwalającymi na maskowanie w zakresie światła widzialnego. Istnieje jednak możliwość wprowadzenia do wojsk moździerzowych pocisków dymnych skutecznie ekranujących promieniowanie także w podczerwieni.

Lotnicze bomby dymne są stosowane do oślepienia punktów obserwacyjnych i środków ogniowych przeciwnika. Jako substancję dymotwórczą wykorzystuje się białe

fosfor. Jego właściwości powodują automatyczny samozapłon zaraz po zetknięciu się z powietrzem, doprowadzając często do zapalenia się środowiska. Mimo, że możliwości dymne bomb lotniczych są dość dobre to jednak ich zastosowanie na szerszą skalę jest mało prawdopodobne.

7. ZASADY STOSOWANIA ŚRODKÓW DYMNYCH W DZIAŁANIACH BOJOWYCH

7.1. Zasady ogólne

Dym to środek bardzo uniwersalny, który z powodzeniem może być używany w wielu, bardzo różnorodnych okolicznościach. Może być stosowany we wszystkich rodzajach działań bojowych /operacyjnych/, przez wszystkie rodzaje wojsk i sił zbrojnych na każdym szczeblu. Podobnie zakres jego użycia może być bardzo różnorodny, zależnie od roli jaką ma spełnić w danej sytuacji. Zgodnie z tym, użycie dymów na polu walki musi być podporządkowane konkretnemu, ściśle określone mu celowi, który z kolei będzie determinował sposób użycia sił i środków do zadymiania. Należy przy tym pamiętać, że użycie dymów zależy także od innych czynników takich jak pogoda, teren czy aktualna sytuacja taktyczna.

Uwzględniając doświadczenia minionych wojen oraz realia współczesnych działań celem użycia dymów może być:

1. Oślepienie:

- przeciwdziałanie rozpoznaniu;
- degradacja możliwości namierzania i naprowadzania pocisków na cel;
- dezorganizacja ruchu oślepianych wojsk;
- izolowanie od siebie poszczególnych pododdziałów przeciwnika;
- obezwładnienie środków przeciwlotniczych na trasie przelotu desantów taktycznych;
- zmuszenie przeciwnika do korzystania z niewizualnych środków dowodzenia.

2. Maskowanie:

- ukrycie ruchu własnych wojsk;
- ukrycie ważnych obiektów i jednostek;
- ograniczenie skuteczności ognia przeciwnika;
- osłona własnych skrzydeł;
- maskowanie desantów powietrznych na trasie przelotu oraz w rejonach załadunku i lądowania;
- osłona pododdziałów wykonujących prace inżynieryjne lub w czasie przepraw przez przeszkody wodne.

3. Pozorowanie:

- wprowadzanie przeciwnika w błąd co do położenia i wielkości sił;
- uzyskanie zaskoczenia.

4. Wskazywanie:

- zaznaczanie /wskazywanie/ celi;
- identyfikacja własnych pozycji;
- przekazywanie sygnałów.

Użycie dymów w walce powinno być ściśle powiązane z ogniem i manewrem wojsk. Skuteczność takich działań zależy jednak od skali i umiejętności użycia środków dymnych. Epizodyczne wykonywanie zasłon dymnych, wyłącznie do maskowania obiektów rzeczywistych, może ułatwić przeciwnikowi wykrycie obiektu i jego zniszczenie. Do każdej rzeczywistej zasłony dymnej należy dodać 2 – 3 zasłony pozorne.

Kluczową sprawą we wszystkich działaniach z użyciem środków dymnych jest niezawodna łączność oraz ciągłe i dokładne współdziałanie pomiędzy jednostkami wytwarzającymi dym, jednostkami z niego korzystającymi, a także z elementami systemów ostrzegania i obrony powietrznej.

7.2. Dymy w działaniach obronnych

Działania obronne mają na celu utrzymanie terenu, zyskanie na czasie, nie dopuszczenie przeciwnika do kluczowych obiektów i terenu oraz zniszczenie lub obezwładnienie jego wojsk. Użycie środków dymnych może zwielokrotnić możliwości broniącego się dowódcy w zakresie załamania ataku przeciwnika, przejęcia inicjatywy i wprowadzenia nowej siły bojowej w krytycznym momencie. Właściwe wykorzystanie dymów we wszystkich rodzajach działań obronnych może zniwelować początkową przewagę atakującego.

Zasłony dymne można wykorzystać w działaniach obronnych do:

- wsparcia manewru poprzez
 - ⇒ ukrycie wyjścia z walki oraz ruchu wojsk;
 - ⇒ spowolnienia lub załamania natarcia przeciwnika;
 - ⇒ izolację poszczególnych rzutów przeciwnika;
 - ⇒ ukrycie prac inżynierskich oraz przygotowań do obrony.
- dostarczenia dodatkowej siły bojowej poprzez:
 - ⇒ obezwładnienie systemu dowodzenia przeciwnika;
 - ⇒ zmuszenie przeciwnika do zmasowania wojsk stanowiących w ten sposób łatwy cel

- ⇒ zmiana stosunku sił na korzystniejszy dla obrońcy po przejściu na niewizualne celowniki i wizjery;
- ⇒ zwiększenie możliwości rażenia własnych wojsk polegające na wskazywaniu sylwetek bojowych przeciwnika na tle dymu;
- ⇒ ograniczenie możliwości manewrowych przeciwnika.
- ochrony własnych wojsk poprzez:
 - ⇒ ukrycie działań wojsk wspierających;
 - ⇒ zamaskowanie przejść lub luk w zaporach inżynieryjnych;
 - ⇒ osłabienie skuteczności systemów rozpoznania i rażenia przeciwnika;
 - ⇒ ograniczenie skutków działania broni energetycznej przeciwnika.

Wykorzystanie dymów w działaniach obronnych przybiera różnorodne formy w zależności od etapu działań. Obecnie można wyróżnić pięć takich etapów: działania głębokie, działania sił osłonowych, działania obronne w głównym obszarze walki, działania odwodów oraz działania tyłowe.

7.2.1. Działania głębokie

Działania głębokie na współczesnym polu walki odgrywają bardzo istotną rolę. Poprzez przeniesienie części wysiłku poza linie przeciwnika zmusza się go do angażowania wielu sił z daleka od głównego obszaru obrony. Utrudnianie manewrów, niszczenie szczególnie ważnych celów oraz zakłócanie systemu dowodzenia i łączności to kluczowe zadania dla wojsk działających w głębi. Oczywiście jest, że wykorzystanie dymów w tym obszarze na dużą skalę nie będzie możliwe. Wysiłek zadymiania skupiony będzie głównie na ukryciu niewielkich pododdziałów oraz ich osłonie w trakcie wykonywania zadania i bezpośrednio po nim. Do środków dymnych, które można wykorzystać w tym etapie działań obronnych zaliczamy: granaty i małe świece dymne, naboje do granatników dymnych, artyleryjskie pociski dymne, termiczną aparaturę dymotwórczą, czołgowe granaty dymne, a w szczególnych przypadkach także generatory dymne pododdziałów zadymiania.

Granatniki ze środkiem dymnym mogą skutecznie zakłócać prowadzenie obserwacji oraz namierzanie celi. Dodatkowo ich użycie mogą być przydatne podczas wskazywania celi dla lotnictwa i artylerii. Obecnie posiadane artyleryjskie środki dymne rzadko będą stosowane podczas prowadzenia działań głębokich. Wynika to z ich niewielkich możliwości ekranowania widma elektromagnetycznego. Zakłada się jednak, w niedalekiej przyszłości, użycie

artyleryjskich środków dymnych zdolnych do ekranowania szerszego zakresu widma, a szczególnie promieniowania podczerwonego i mikrofalowego. Użycie nowych środków dymnych podczas uderzeń rakietowych na stacje radarowe oraz centra dowodzenia będzie dużo bardziej skuteczne niż przy użyciu amunicji dotychczas stosowanej.

Żywotność pododdziałów działających w głębi zależy będzie w dużej mierze od ich ruchliwości i umiejętności „gubienia” przeciwnika. Do tego celu można wykorzystać systemy samoosłony wozów bojowych, w tym czołgowe wyrzutnie granatów dymnych oraz termiczną aparaturę dymotwórczą. Granaty i świece dymne mogą z kolei stanowić przydatne uzupełnienie w każdej sytuacji.

W szczególnych sytuacjach, przy znacznym zaangażowaniu sił, może dojść do użycia pododdziałów zadymiania, przerzuconych za linie przeciwnika przez śmigłowce transportowe. Ich sposób działania nie będzie się jednak różnił od standardowych sytuacji w innych obszarach działań.

7.2.2. Działania sił osłonowych

Podstawowym celem działania sił osłonowych jest rozbicie lub zniszczenie sił rozpoznawczych przeciwnika, zmuszenie go do przedwczesnego rozwinięcia się, wykrycie lub potwierdzenie kierunku i siły jego ataku oraz zyskanie na czasie. Użycie dymów w tym etapie jest z pewnością jednym z ważniejszych czynników powodzenia.

Dymy w działaniach sił osłonowych można wykorzystać do:

- ⇒ ukrycia manewru sił osłonowych oraz ruchów wojsk wspierających, co pozwala na niezauważalne przegrupowanie lub zmasowanie sił;
- ⇒ wprowadzenia przeciwnika w błąd, co może zaskoczyć przeciwnika, umożliwiając broniącemu się przynajmniej czasowe przejęcie inicjatywy i ustawienie warunków walki;
- ⇒ obniżenia skuteczności rozpoznania i przeciwozpoznania przeciwnika;
- ⇒ ukrycia luk i przejść w zaporach inżynieryjnych;
- ⇒ osłony sił podczas zmiany pozycji lub wyjścia z walki;
- ⇒ zabezpieczenia skrzydeł;

W czasie prowadzenia działań przez siły osłonowe należy wykorzystać wszystkie rodzaje zasłon dymnych, w tym maskujące, oślepiające, wskazujące, pozorne oraz ochronne.

Zasłony maskujące mają największe znaczenie i z tego względu obejmują najszerszy zakres zadań. Używa się ich głównie do ukrycia manewru wojsk, osłony skrzydeł oraz zamaskowania przeszkód inżynieryjnych. Ponadto odgrywają istotną rolę podczas wychodze-

nia sił osłonowych z walki. Należy jednak pamiętać, aby przez nieostrożność nie dopuścić do wystawienia własnych jednostek na tle ekranu dymnego.

Zasłony ochronne działają na zasadzie samoosłony, a ich głównym zadaniem jest maksymalne osłabienie skuteczności systemów przeciwpancernych /i innych/ przeciwnika.

Dymy oślepiające to następny, skuteczny środek wspierający działania sił osłonowych. Jest jednak stosowany tylko przez artylerię lub inne dalekosiężne środki walki. Umożliwia za to bezpośrednie oddziaływanie na przeciwnika poprzez stawianie zasłon dymnych w jego ugrupowaniu. Istotne jest przy tym, szybkie postawienie zasłony dymnej, zanim przeciwnik będzie w stanie dokładnie określić nasze pozycje i ugrupowanie. Dodatkowo, dymy oślepiające można wykorzystać do izolowania poszczególnych pododdziałów przeciwnika dezorganizując w ten sposób natarcie. Również w końcowym okresie działania sił osłonowych, podczas ich wychodzenia z walki i przekraczania linii własnych wojsk, przydatność zasłon oślepiających może być duża.

Dymy wskazujące mogą być wykorzystane w sporadycznych wypadkach do wskazywania pododdziałów rozpoznawczych przeciwnika bądź innych jego obiektów. W etapie tym nie odgrywają jednak istotnej roli.

Pozorne zasłony dymne mają na celu wprowadzanie przeciwnika w błąd. Zwracają jego uwagę na rejonny małoważne lub całkiem bez znaczenia, pozorując działania w rejonach, w których nic się nie dzieje. Zmusza to przeciwnika do marnowania sił i czasu na dokładne rozpoznanie sytuacji, dając tym samym broniącemu dodatkowy czas na przygotowanie obrony.

7.2.3. Działania obronne w głównym obszarze walki

Najważniejsze zmagania mają miejsce zazwyczaj w głównym obszarze walki. Obrońca koncentruje tam swoje główne siły zamierzając podjąć decydujące działania przeciwko napastnikowi. Od ich skuteczności bardzo często zależeć będzie powodzenie obrony. Tak jak poprzednio, środki dymne użyte w tym etapie działań mogą mieć znaczący wpływ na to powodzenie.

Mozna je wykorzystać do następujących zadań:

- ⇒ osłabienia skuteczności środków namierzania i naprowadzania na cel przeciwnika, przy jednoczesnym zachowaniu możliwości wojsk własnych;
- ⇒ stworzenia możliwości do lokalnego przejęcia inicjatywy, przegrupowania wojsk i wykonania kontrataków;
- ⇒ spowolnienia tempa natarcia przeciwnika;

- ⇒ odseparowania lub izolacji odwodów atakującego przeciwnika;
- ⇒ zmuszenie pododdziałów zmechanizowanych przeciwnika do spieszenia się;
- ⇒ wprowadzenia przeciwnika w pułapkę ogniową.

Ze względu na wielką wagę tego etapu działań konieczne jest wykorzystanie wszystkich rodzajów zasłon dymnych, przy wszelkich nadarzających się okazjach. Z tego samego powodu, niezbędne jest szczegółowe planowanie wszystkich epizodów zadymiania, w ten jednak sposób aby dezorganizować działania przeciwnika i jednocześnie maksymalnie ułatwiać działania obrońcy.

Dymy oślepiające wykorzystuje się do oddzielenia niektórych obszarów /np. do kontrataku/, odizolowania najbardziej nękających obiektów przeciwnika, obniżenia skuteczności systemów namierzania i naprowadzania przeciwnika oraz do przeciwdziałania środkom rozpoznania. Tworzone przy pomocy artyleryjskich środków dymnych zasłony należy stawiać bezpośrednio przed formacjami przeciwnika, pomiędzy jego pododdziałami, na wcześniej wykrytych obserwatorach i obsługach przeciwpancernych pocisków kierowanych oraz na pozycjach jednostek pancernych, zanim przeciwnik zdoła zlokalizować nasze pozycje. Dodatkowo w warunkach, gdy przeciwnik także używa dymów, dymy oślepiające mogą służyć jako „przeciwdymy”. Powoduje to zakłócenie synchronizacji działań przeciwnika i zamieszanie, które utrudnia lub nawet uniemożliwia mu sprawne dowodzenie.

Dymy maskujące używa się do ukrycia manewru pododdziałów na nowe pozycje, zamaskowania przejścia przez przeszkody podczas wykonywania kontrataku, osłony wojsk na skrzydłach oraz w tyle strefy do ukrycia rozmieszczenia i składu odwodów. Ponadto stosuje się je wzdłuż otwartych, niebezpiecznych obszarów w celu zabezpieczenia boków przed obserwacją i oddziaływaniem przeciwnika.

Wykorzystanie *dymów ochronnych* oraz *wskazujących* realizuje się na takich samych zasadach jak w poprzednim etapie działań.

Pozorne zasłony dymne stosuje się do zwrócenia uwagi przeciwnika na rejon położeń daleko od kluczowych obszarów walki. Ich zadaniem jest odciągnięcie uwagi przeciwnika od najbardziej zagrożonych rejonów i utrzymywanie go w ciągłej niepewności co do wielkości i położenia sił obrońcy. Do takich celów wykorzystuje się zazwyczaj generatory dymne pododdziałów zadymiania, śmigłowcowe wytwornice dymów zasłonowych lub po prostu duże świece dymne albo termiczną aparaturę dymotwórczą wozów bojowych.

7.2.4. Działania odwodów

Podstawowym celem działania odwodów w obronie jest wykonanie kontrataku. Taki zwrot zaczepny powinien wykorzystać zaistniałą słabość przeciwnika i doprowadzić do zniszczenia sił atakującego oraz odzyskania utraconego obszaru. Wprowadzenie odwodu w odpowiednim czasie i miejscu zawsze jest zadaniem trudnym. Tym bardziej więc, należy dołożyć wszelkich starań aby to przedsięwzięcie zakończyło się sukcesem. Do tego celu nadają się środki dymne, które można wykorzystać do:

- ⇒ zatajenia przed przeciwnikiem informacji o położeniu i sile odwodów;
- ⇒ ukrycia ruchu sił odwodowych, co pozwoli na skryte skoncentrowanie wojsk;
- ⇒ wprowadzenia przeciwnika w błąd, co może zaskoczyć przeciwnika, umożliwiając broniącemu się przynajmniej czasowe przejęcie inicjatywy i ustawienie warunków walki;

Szczegółowe określenie zadań maskowania w tym etapie nie jest możliwe, nie da się bowiem zawczasu odpowiedzieć na pytania: gdzie?, kiedy? i jak? broniący się dowódca zadysponuje użycie odwodów. Z pewnością jednak, będą to działania wykorzystujące wszystkie możliwe sposoby stawiania zasłon dymnych.

7.2.5. Działania tyłowe

Działania tyłowe mają na celu zapewnienie dowódcy swobody manewru, ciągłości działań, stałości dowodzenia oraz ochrony ważnych obiektów. Skala tych działań zależeć będzie od szczebla dowodzenia. Na szczeblu operacyjnym na przykład kluczową sprawą będzie ochrona najważniejszych urządzeń logistycznych i obiektów infrastruktury. Ich utrzymanie może zadecydować o powodzeniu obrony. Wykorzystanie dymów w tym obszarze polegać więc będzie głównie na maskowaniu ważnych obiektów oraz na tworzeniu celów pozornych, które wprowadzą przeciwnika w błąd. Do najważniejszych zadań zadymiania można zaliczyć:

- ⇒ ukrycie położenia oraz ruchu wojsk wspierających;
- ⇒ maskowanie ważnych obiektów np.: mostów, tuneli, węzłów komunikacyjnych, punktów zaopatrzenia, lotnisk i lądowisk, rejonów ześrodkowania, zapór wodnych, obiektów przemysłowych itp.;
- ⇒ przeszkadzanie desantom powietrznym przeciwnika;
- ⇒ izolacja poszczególnych jednostek przeciwnika;
- ⇒ częściowe zabezpieczenie transportu drogowego, kolejowego, wodnego itp.

Wykorzystanie dymów w działaniach obronnych każdorazowo zależy od zamiaru dowódcy oraz istniejących zagrożeń. Podczas planowania działań należy uważać aby użycie środków dymnych do maskowania wojsk i obiektów nie wpływało w sposób niekorzystny na działania innych sił znajdujących się w pobliżu. Najskuteczniejszy jednak sposób użycia środków dymnych polegać będzie na ich wykorzystaniu wraz z innymi środkami maskowania i kamuflażu takimi jak: siatki maskujące, powłoki ochronne, mieszanki pianotwórcze, maty pochłaniające promieniowanie cieplne, odbijacze katowe czy w końcu urządzenia walki radioelektronicznej.

7.3. Dymy w działaniach zaczepnych

Działania zaczepne charakteryzują się dużą gwałtownością, koncentracją wojsk, a po rozbiciu wojsk przeciwnika, szybkim przejściem do innych typów działań. Wykorzystanie środków dymnych w odpowiednim momencie, może znacznie zwielokrotnić możliwości bojowe atakującego, zapewniając mu w ten sposób zwycięstwo. Z tego powodu należy wykorzystać każdą sposobność ich użycia we wszystkich rodzajach i na wszystkich poziomach działań zaczepnych, wiedząc o tym, iż dymy faworyzują atakującego.

Zasłony dymne można wykorzystać w działaniach zaczepnych do:

- wsparcia manewru poprzez
 - ⇒ ukrycie manewrujących wojsk przed obserwacją przeciwnika;
 - ⇒ wprowadzenia przeciwnika w błąd i zaskoczenie przeciwnika, umożliwiając narzucenie warunków walki;
 - ⇒ niezauważone zmasowanie wojsk;
- dostarczenia dodatkowej siły bojowej poprzez:
 - ⇒ obezwładnienie systemu dowodzenia przeciwnika;
 - ⇒ oślepienie środków ogniowych przeciwnika;
 - ⇒ zwiększenie przewagi /stosunku sił/ po przejściu na niewizualne¹⁹ celowniki i wizjery;
 - ⇒ izolowanie poszczególnych pododdziałów przeciwnika;
 - ⇒ zakłócenie możliwości manewrowych przeciwnika;
 - ⇒ ograniczenie możliwości rozpoznawczych przeciwnika.

¹⁹ Pod tym pojęciem autor rozumie urządzenia termiczne i mikrofalowe, które umożliwiają prowadzenie ognia oraz obserwacji poprzez standardowe obłoki dymne.

- ochrony własnych wojsk poprzez:
 - ⇒ ukrycie działań wojsk wspierających;
 - ⇒ osłabienie skuteczności środków namierzania i naprowadzania na cel przeciwnika, co pozwala na zachowanie żywotności wojsk;
 - ⇒ osłona wykonanych przejść w zaporach inżynieryjnych;
 - ⇒ osłabienie skuteczności systemów rozpoznania i rażenia przeciwnika;
 - ⇒ ograniczenie skutków działania broni energetycznej przeciwnika.

Zarówno cele jak i sposoby stawiania zasłon dymnych w działaniach zaczepnych są dość różnorodne. Zależą od wielu czynników, które w zależności od sytuacji mają większy lub mniejszy wpływ. Najczęściej więc, stosowanie dymów w działaniach bojowych, charakteryzuje się według etapów. W działaniach zaczepnych wyróżnić można: fazę przygotowawczą, atak i walkę w głębi obrony, którą z kolei można podzielić na rozwinięcie powodzenia oraz pościg.

7.3.1. Faza przygotowawcza

Faza przygotowawcza działań zaczepnych obejmuje okres koncentracji atakujących wojsk wraz z elementami wspierającymi do czasu nawiązania kontaktu z przeciwnikiem. Obejmuje podejście i rozwinięcie wojsk. Nadrzędnym imperatywem w tym okresie jest inicjatywa, pozwalająca w sposób skryty i szybki osiągnąć gotowość do ataku. Jedną z takich inicjatyw może być zastosowanie środków dymnych, które właściwie użyte, mogą pomóc w ukryciu przygotowań do ataku.

Wykorzystanie środków dymnych w tej fazie polega na:

- ⇒ zamaskowaniu ruchu manewrujących wojsk, co pozwala skoncentrować siły w sposób niezauważony;
- ⇒ wprowadzeniu elementu zaskoczenia, umożliwiającego dyktowanie własnych warunków walki;
- ⇒ załamaniu wysiłków rozpoznawczych przeciwnika;
- ⇒ ukryciu przejść wykonanych w zaporach inżynieryjnych.

Pomimo wstępnego charakteru tego etapu działań jest on na tyle ważny, że powinno się wykorzystać wszelkie rodzaje zasłon dymnych, tj.: zasłony maskujące, oślepiające, wskazujące, ochronne i pozorne.

Dymy maskujące stosuje się do ukrycia manewru oraz zamaskowania wykonanych przejść w zaporach inżynieryjnych. Używa się ich zarówno w centrum działań jak i na

skrzydłach. Należy przy tym uważać, aby nie dopuścić do wystawienia własnych pododdziałów na tle ekranu dymnego.

Zasłony ochronne służą do obniżenia skuteczności systemów naprowadzania i rażenia. Szczególnie dotyczy to przeciwpancernych pocisków kierowanych oraz systemów przeciwlotniczych.

Dymy oślepiające służą głównie do osłabienia możliwości przeciwnika w zakresie rozpoznania i przeciwozpoznania. Ponadto są dobrym środkiem przeszkadzającym w precyzyjnym namierzaniu i niszczeniu celi, który poprzez szybkie wytworzenie oślepiającej zasłony dymnej na stanowiskach ogniowych przeciwnika, skutecznie pomaga w zachowaniu żywotności wojsk. Odpowiednie użycie środków oślepiających w kluczowych punktach działań może także znacznie zdezorientować przeciwnika i w ten sposób pokrzyżować jego plany.

Dymy wskazujące służą głównie do wskazywania celi przeciwnika przeznaczonych do szybkiego zniszczenia. W ten sposób dąży się do obniżenia potencjału przeciwnika, który zdolny jest do zadawania znacznych strat atakującemu.

Ostatnim rodzajem zasłon dymnych są *zasłony pozorne*. Służą one do mylenia przeciwnika co do intencji atakującego stwarzając pozory działania na innych kierunkach. Tym samym skupiają uwagę przeciwnika w rejonach nieistotnych, nie mających żadnego znaczenia militarnego. Wydłuża to jego czas reakcji, zmuszając jednocześnie do podejmowania nie zawsze dobrych decyzji. Szczególnie przydatne może być użycie dymów wraz ze standardowymi środkami artyleryjskimi, które sugerują atak w innym obszarze.

7.3.2. Atak

To chyba najważniejsza faza działań zaczepnych, której znaczenie trudno przecenić. Można nawet powiedzieć, że od powodzenia tej fazy, od jej skutków zależy sukces końcowy. Zazwyczaj dąży się do wykonania szybkiego ataku zaraz po nawiązaniu kontaktu z przeciwnikiem. Niekiedy jednak okazuje się, że przeciwnik dysponuje wystarczającymi siłami do obrony a atakujący nie ma możliwości złamania obrony lub wykonania oskrzydlenia. W tej sytuacji pozostaje tylko atak pozycyjny. W obu przypadkach środki dymne będą miały niebagatelne znaczenie i mogą być użyte do:

- uzyskania zaskoczenia pozwalającego na wcześniejsze uzyskanie inicjatywy;

- ukrycia ruchu manewrujących wojsk i niezauważalnego zmasowania wojsk, które pozwolą na wystawienie maksymalnej siły przeciwko obrońcy;
- zakłócenia synchronizacji i współdziałania w szeregach obrońcy;
- ukrycia przejść wykonanych w zaporach inżynieryjnych;
- degradacji systemów naprowadzania i rażenia przeciwnika.

Należy pamiętać, że nadrzędną dewizą podczas szybkiego ataku jest ruchliwość, natomiast podczas ataku pozycyjnego synchronizacja. W obu jednak wykonuje się wszystkie rodzaje zasłon dymnych.

Dymy oślepiające używane są do izolacji obiektów, obniżenia możliwości systemów rażenia oraz przeciwdziałania środkom rozpoznania. Środki dymne wraz z amunicją artyleryjską należy używać bezpośrednio przed formacjami przeciwnika, pomiędzy jego pododdziałami, na wcześniej wykrytych obserwatorach i obsługach przeciwpancernych pocisków kierowanych oraz na pozycjach jednostek pancernych, zanim przeciwnik zdoła zlokalizować pozycje atakującego. Dodatkowo oślepiające zasłony dymne można zastosować pomiędzy poszczególnymi rzutami przeciwnika /odwodami/, co w znacznym stopniu zakłóci mu synchronizację działań. W warunkach, gdy przeciwnik także używa dymów, dymy oślepiające mogą służyć jako „przeciwdymy”. Wprowadza to pewne zamieszanie w szeregach przeciwnika, które utrudnia lub nawet uniemożliwia sprawne dowodzenie.

Dymy maskujące stosuje się do ukrycia manewru, zaraz po przekroczeniu pierwszych punktów oporu lub pokonaniu przejść w zaporach inżynieryjnych, osłony wojsk na skrzydłach oraz do ukrycia rozmieszczenia i składu odwodów. Dodatkowo wykorzystuje się je wzdłuż otwartych, niebezpiecznych obszarów w celu zabezpieczenia boków przed obserwacją i oddziaływaniem przeciwnika.

Wykorzystanie *dymów wskazujących, ochronnych oraz zasłon pozornych* jest takie samo jak w fazie przygotowawczej.

7.3.3. Rozwinięcie powodzenia

Każdy dowódca organizując działania zaczepne powinien zawczasu zaplanować sposób wyzyskania powodzenia po to, aby trzymając przeciwnika pod presją, wykorzystać jego dezorganizację i załamać wolę oporu. Środki dymne, odgrywają znaczącą rolę w tym okresie. Mają zastosowanie do:

- obezwładnienia synchronizacji działań przeciwnika;
- degradacji systemów naprowadzania i rażenia przeciwnika;

- izolacji poszczególnych zgrupowań przeciwnika, co umożliwi utrzymanie przeciwnika pod presją;
- ukrycia ruchu jednostek logistycznych, niezbędnych do podtrzymania rozmachu działań;
- ukrycia momentu wprowadzenia nowych sił.

Główna zasada w tym etapie to głębokość. Im większa jest bowiem głębokość działań tym większe szanse na całkowite pobicie przeciwnika. Zgodnie z tym środki dymne należy stosować na całej głębokości obszaru działań wykorzystując wszystkie rodzaje zasłon dymnych.

Zasłony oślepiające to środek o niebagatelnym znaczeniu. Służą m.in. jako dopełnienie działań zmierzających do ograniczenia możliwości manewrowych przeciwnika, jako środek przeciwdziałający systemom rażenia i naprowadzania na cel, a także jako czynnik pozwalający na rozdzielenie sił przeciwnika na małe grupy i niszczenie każdej z nich osobno. Do postawienia zasłon dymnych niezbędne jest użycie środków artyleryjskich lub granatników dymnych. Do podstawowych celów dla powyższych środków należą: jednostki przeciwnika próbujące się przegrupować, rejon położone pomiędzy poszczególnymi pododdziałami przeciwnika oraz silne punkty oporu. Dodatkowo, aby zahamować impet przeciwnika, który próbuje się oderwać od atakujących wojsk, można wykorzystać środki dymne wraz z minami narzutowymi.

Dymy maskujące mają nieco odmienne zadanie. Główny ich wysiłek skierowany być powinien na ukrycie manewru wojsk wspierających i osłabienie skuteczności systemów rozpoznania i rażenia. Ochrona jednostek logistycznych jest jednym z najważniejszych problemów tego etapu. Od nich bowiem, zależy szybkie tempo działań, zwłaszcza, że drogi zaopatrzenia się wydłużają a możliwości ich osłony kurczą. Z tego powodu nadrzędnym zadaniem maskujących zasłon dymnych musi być osłona logistyki. Szczególnie należy dbać o bazy materiałowo - techniczne, konwoje, punkty medyczne itp.

Dymy wskazujące, podobnie jak w innych rodzajach działań, przeznaczone są do dymnego zaznaczania celi wytypowanych do zniszczenia, identyfikacji przejść oraz sygnalizacji wybranych działań. Artyleryjskie środki dymne powinny być użyte do identyfikowania punktów oporu lub większych formacji przeciwnika. Mogą w ten sposób pomóc w ześrodkowaniu ognia na poszczególnych obiektach lub jednostkach obrońcy. Ponadto, przydatne będą zwykłe świece dymne, odpalane na stanowiskach dymnych wzdłuż rozpoznanych i zabezpieczonych przejść w terenie obrońcy.

Dymy ochronne mają jak wszędzie chronić przed oddziaływaniem środków ognio-
wych przeciwnika. W tym etapie jednak należy rozpatrzyć dodatkowy problem. Może się
bowiem zdarzyć, że broniący się przeciwnik konwencjonalnych środków obrony zdecyduje
się na użycie broni jądrowej lub energetycznej. W tej sytuacji, środki dymne zastosowane do
samoosłony mogą zaabsorbować pewną część energii, co pozwoli na zachowanie żywotności
porażonych wojsk.

Zastosowanie *zasłon pozornych* polegać będzie na zasadach opisanych poprzednio, z
tą jednak różnicą, że główny nacisk pozoracji położony będzie na jednostkach logistycznych.

7.3.4. Pościg

W sytuacji gdy przeciwnik jest już zdemoralizowany, a jego pododdziały zaczynają
się rozpraszać, rozwijanie powodzenia może przerodzić się w pościg. W tym okresie należy
dążyć do utrzymania silnej presji wywieranej na przeciwnika, która nie pozwoli na zerwanie
kontaktu. W efekcie powinno to doprowadzić do okrążenia wycofujących się wojsk, ich
zniszczenia lub pojmania. Środki dymne w trakcie pościgu mogą służyć do:

- pozbawienia przeciwnika możliwości synchronizacji działań;
- nie dopuszczenia do organizacji zwartej obrony;
- degradacji systemów naprowadzania i rażenia przeciwnika;
- izolacji poszczególnych sił przeciwnika, które pojedynczo nie są w stanie wyrwać
się spod nacisku atakującego;
- ukrycia momentu wprowadzenia nowych sił.

Faza pościgu to okres wyjątkowo niestabilny, charakteryzujący się dużym tempem
działań oraz znaczną nieprzewidywalnością. Dowódca podejmujący decyzje o użyciu dymów
musi je podejmować szybko lecz jednocześnie w sposób przemyślany. Niewłaściwe użycie
środków dymnych może bowiem doprowadzić do niezamierzonego ukrycia cofających się
wojsk, co pozwoli im na przeorganizowanie obrony lub nawet na zerwanie kontaktu z
atakującym. Z tego powodu można stosować wszystkie rodzaje zasłon dymnych lecz w
sposób rozważny.

Dymy oślepiające ze względu na szybkość ich użycia są być bardzo przydatne w trak-
cie pościgu. Szybka reakcja środkiem dymnym na niespodziewany manewr przeciwnika może
zniwelować jego wysiłki i zapewnić sukces atakującemu. Dodatkowo, momentem, w którym
wykorzystanie środków dymnych może być pomocne jest czas, kiedy przeciwnik odzyskał na
chwilę swobodę działania i próbuje to wykorzystać. Wtedy to, wytworzony naprędce dym,

może być źródłem poważnych problemów zakłócających przeciwnikowi synchronizację i swobodę działań.

Zasłony maskujące przeznaczone są jak zwykle do ukrycia manewrujących wojsk oraz obezwładnienia systemów rażenia i rozpoznania przeciwnika. Ponadto, tego typu zasłony dymne wykorzystuje się do ukrycia działań na skrzydłach cofającego się przeciwnika. Należy je jednak stosować wraz z zasłonami pozornymi, które zdezorganizują przeciwnika, zapewniając naszym wojskom uzyskanie zaskoczenia.

Taktyka użycia *dymów wskazujących* oraz *dymów ochronnych* jest taka sama jak w fazie rozwijania powodzenia.

Zasłony pozorne mają dezorientować przeciwnika, nie dopuszczając do odzyskania przez niego swobody działań. Jest to możliwe poprzez wskazywanie mylnych pozycji oraz fałszywych obszarów zainteresowania, zwłaszcza w sytuacji gdy przeciwnik nie ma już ani sił, ani czasu na prowadzenie dokładnego rozpoznania.

7.4. Dymy w innych rodzajach działań

Inne rodzaje działań to pojęcie, pod którym pojmuje się szeroki zakres przedsięwzięć specjalnego przeznaczenia, podejmowanych rutynowo i realizowanych podczas prowadzenia działań ofensywnych i obronnych²⁰. Współczesne działania bojowe charakteryzują się dużą elastycznością, która umożliwia łączenie lub mieszanie rozmaitych form działań. Spełniają one na ogół rolę pomocniczą, stanowiąc łącznik lub uzupełnienie działań zasadniczych. Mimo ich raczej drugorzędного znaczenia, można założyć, że użycie środków dymnych w takich działaniach będzie stanowić istotny czynnik, pozytywnie wpływający na prowadzenie walki.

Wśród innych rodzajów działań za najważniejsze należy uznać:

- działania odwrotowe;
- luzowanie wojsk;
- przejście przez linie własnego ugrupowania bojowego;
- operacje łączące;
- wyjście z okrążenia;
- przekraczanie rzek;
- pokonywanie przeszkód inżynierskich

²⁰ Pojęcie to przyjęte zostało w ślad za *Smoke operations*, Washington 1996r, s.42

7.4.1. Działania odwrotowe

Działania odwrotowe to rodzaj działań polegający na wymuszonym lub niewymuszonym ruchu wstecz i odchodzeniu od przeciwnika²¹. Prowadzi się je aby poprawić aktualną sytuację broniących się wojsk lub nie dopuścić do powstania gorszej. Dzięki temu można zyskać na czasie, zachować siły, uniknąć walki w niekorzystnych warunkach, a nawet wciągnąć przeciwnika w kłopotliwe położenie.

Środki dymne można wykorzystać do następujących zadań:

- wsparcie manewru poprzez
 - ⇒ ukrycie manewrujących wojsk przed obserwacją przeciwnika;
 - ⇒ zaskoczenie przeciwnika, co pozwoli narzucić korzystne warunki walki;
 - ⇒ niezauważone zmasowanie wojsk;
 - ⇒ ukrycie wyjścia z walki;
 - ⇒ spowolnienie lub zakłócenie ruchu wojsk przeciwnika;
 - ⇒ izolowanie poszczególnych jednostek /odwodów/ atakującego przeciwnika;
 - ⇒ ukrycie i osłonę wojsk wykonujących prace inżynieryjne;
- dostarczenie dodatkowej siły bojowej poprzez:
 - ⇒ oślepianie środków ogniowych przeciwnika;
 - ⇒ obezwładnienie systemu dowodzenia i łączności przeciwnika;
 - ⇒ zmuszenie przeciwnika do zgrupowania swoich wojsk, przez co stanowić będą łatwy cel do zniszczenia;
 - ⇒ zwiększenie przewagi /stosunku sił/ po przejściu na termiczną lub mikrofalową technikę obserwacji i celowania;
 - ⇒ zakłócenie możliwości manewrowych przeciwnika;
 - ⇒ ograniczenie możliwości rozpoznawczych przeciwnika.
- ochrona własnych wojsk poprzez:
 - ⇒ ukrycie działań wojsk wspierających;
 - ⇒ osłona wykonanych przejść w zaporach inżynieryjnych;
 - ⇒ ograniczenie możliwości systemów rozpoznania i rażenia przeciwnika;
 - ⇒ zmniejszenie skutków użycia przez przeciwnika broni energetycznej.

²¹ Podręcznik polowy FM-105. Działania Wojsk Lądowych Armii Stanów Zjednoczonych, AON, Warszawa 1994, s.287

Do działań odwrotowych zaliczamy: opóźnianie, wycofanie i odejście.

Działania opóźniające polegają na stopniowym oddawaniu terenu, głównie po to aby zyskać na czasie, zachowując jednocześnie elastyczność, swobodę manewru oraz możliwość zadawania przeciwnikowi strat. Prowadzi się je w sytuacji gdy obrońca nie ma wystarczających sił do prowadzenia klasycznego ataku lub obrony. Wykorzystanie środków dymnych polega na:

- zamaskowaniu ruchu manewrujących wojsk, co pozwala skoncentrować siły w sposób niezauważony;
- ukryciu zaplanowanych tras /dróg/ odwrotu;
- wprowadzeniu elementu zaskoczenia, umożliwiającego dyktowanie własnych warunków walki;
- załamaniu wysiłków rozpoznawczych przeciwnika;
- utrzymaniu kontaktu z przeciwnikiem bez wdawania się w poważniejsze potyczki;
- ukryciu umiejscowienia zapór inżynierskich oraz przejść.

Realizacja powyższych zadań możliwa jest po zastosowaniu wszystkich typów zasłon dymnych: maskujących, oślepiających, wskazujących, ochronnych i pozornych.

Dymy maskujące to najważniejszy rodzaj zasłon dymnych podczas opóźniania. Są przydatne szczególnie podczas wykonywania wszelkich manewrów oraz przy maskowaniu prac inżynierskich. Takie zasłony stosuje się zazwyczaj wzdłuż tras wycofania lub na ich skrzydłach. Ważne jest przy tym aby zadymianie rozpocząć przed zmianą każdej pozycji opóźniając w ten sposób reakcję przeciwnika na ten manewr. Dodatkowo, korzystając z artyleryjskich środków dymnych, można stawiać zasłony między przeciwnikiem a obrońcą. Bardzo istotne jest także, dokładne zamaskowanie zapór inżynierskich, które źle rozpoznane, spowodują spowolnienie tempa natarcia przeciwnika. Ze względu na manewrowy charakter tych działań, użycie środków dymnych należy planować z dużą uwagą. Nie można bowiem dopuścić do niezamierzonego opóźnienia własnych wojsk lub ich wystawienia na ekranie dymnym.

Dymy ochronne używane są standardowo we wszystkich sytuacjach wymagających natychmiastowej osłony. Służą głównie do ochrony przed przeciwpancernymi pociskami kierowanymi oraz środkami obrony powietrznej. Mają szczególne znaczenie gdy nie chcemy dopuścić do rozstrzygających bitew, grożących obrońcy jego całkowitym zniszczeniem.

Dymy oślepiające, wskazujące oraz pozorne stosuje się podobnie jak w obronie.

Wycofanie polega na samodzielnym odrywaniu się całości lub części sił obrońcy od przeciwnika w celu zachowania sił, przedzielenia ich do innych zadań lub modyfikacji pozycji obronnych. Może przebiegać pod osłoną innych wojsk lub samodzielnie. W każdym przypadku celowe jest użycie środków dymnych, które można wykorzystać do:

- zamaskowania ruchu manewrujących wojsk, co pozwala skoncentrować siły w sposób niezauważony;
- ograniczenia możliwości rozpoznawczych przeciwnika;
- zamaskowania zapór inżynieryjnych oraz ukrycia przejść w przeszkodach i powstrzymania pościgu;
- ukrycia zaplanowanych tras /dróg/ wycofania, punktów kontrolnych i obszarów ześrodkowania;
- stworzenia okazji na oderwanie się od przeciwnika.

Podczas wycofania stosuje się wszystkie rodzaje zasłon dymnych. Sposób ich wykorzystania jest identyczny jak w działaniach opóźniających.

Odejście jest to ruch wojsk do tyłu wykonywany przez jednostki nie będące w styczności z przeciwnikiem. Zazwyczaj, podczas takiego manewru, siły innej jednostki prowadzą dodatkowo działania osłaniające, które powinny zapewnić odchodzącym wojskom bezpieczeństwo. Do tego celu wykorzystuje się między innymi środki dymne. Taktyka ich użycia jest taka sama jak w działaniach opóźniających.

7.4.2. Luzowanie wojsk

Luzowanie wojsk to działalność wojsk zmierzająca do przejęcia prowadzenia działań przez jedne wojska od innych²². Prowadzi się je gdy wojska nie są w stanie kontynuować swojego zadania bojowego, potrzebne są do działań w innym rejonie, zakończyły swoje zadanie bojowe lub nie nadają się do realizacji nowego zadania. Luzowanie jest przedsięwzięciem trudnym i wymaga wsparcia przez wszelkie dostępne środki, w tym również dymy.

Środki dymne można wykorzystać do :

- zdeorganizowania sił rozpoznawczych przeciwnika;
- wskazywania elementów rozpoznawczych przeciwnika jako cel do zniszczenia;
- odcięcia przeciwnika od informacji na temat wielkości, składu oraz zamierzeń własnych wojsk;

²² Regulamin Działañ Wojsk Lądowych, Warszawa 1999r, s.169

- ukrycia ruchu luzujących wojsk.

Rozproszenie wojsk podczas luzowania nie jest możliwe. Z tego powodu przeciwnik może wykorzystać nadarżającą się okazję i wykonać decydujące uderzenia na silnie skoncentrowane wojska obrońcy. Ciekawym zastosowaniem dymów podczas luzowania wojsk jest stworzenie wrażenia, że wojska nie opuściły pozycji i nie dokonały zamiany.

Dymy maskujące używane są głównie do maskowania manewru wojsk. Szczególnie chronione będą obszary wojsk odwodowych oraz skrzydła. Ponadto, wykorzystując artylerię, stosuje się zasłony dymne przed linią FLOT²³ zapewniając w ten sposób luzowanemu wojskom możliwość oderwania się od przeciwnika i wyjście z walki. Należy przy tym zachować daleko posuniętą ostrożność aby nie dopuścić do wystawienia własnych jednostek na tle dymu.

Dymy oślepiające wykorzystuje się do wydzielenia niektórych obszarów, odizolowania najbardziej agresywnych obiektów przeciwnika oraz do przeciwdziałania środkom rozpoznania. Tworzone przy pomocy artyleryjskich środków dymnych zasłony należy stawiać, na najważniejszych dla przeciwnika obiektach, zanim zdoła on zlokalizować nasze pozycje. Powoduje to zakłócenie synchronizacji działań przeciwnika i zamieszanie, które przeszkadza mu w sprawnym nękanii luzowanych wojsk. Umiejętne oślepienie przeciwnika podczas luzowania może zapewnić luzowanemu wojskom wyjście z walki i niezakłócone przekroczenie linii własnego ugrupowania.

Dymy wskazujące, ochronne oraz pozorne wykorzystuje się według zasad stosowanych w działaniach odwrotowych.

7.4.3. Przejście przez linie ugrupowania bojowego

Przejście przez własne ugrupowanie bojowe polega na skoordynowanym ruchu jednego lub więcej pododdziałów poprzez obszar zajmowany przez inną jednostkę. Przemieszczające się jednostki, wykorzystują korytarze we własnym ugrupowaniu do kontynuowania działań zaczepnych, wykonania kontrataku, okrążenia wojsk przeciwnika, pościgu za uciekającym przeciwnikiem lub podczas wycofania wojsk. Wszystkie te przedsięwzięcia charakteryzują się dużym stopniem złożoności i z tego względu nadrzędną zasadą tych działań jest synchronizacja.

²³ FLOT – forward line of own troops

Środki dymne mogą być wykorzystane do:

- ukrycia ruchu manewrujących i wspierających wojsk, co umożliwia skoncentrować znaczne siły bez ingerencji przeciwnika;
- wprowadzenia elementu zaskoczenia, który umożliwia przejęcie inicjatywy i dyktowanie własnych warunków walki;
- załamania wysiłków rozpoznawczych przeciwnika;
- ukrycia przejść w zaporach inżynieryjnych.

Podobnie jak w poprzednich działaniach stosuje się wszystkie rodzaje zasłon dymnych.

Dymy maskujące używa się przede wszystkim do ukrycia manewru oraz przejść w zaporach inżynieryjnych. Ponadto, do zamaskowania ruchu, stosuje się je na punktach kontrolnych, wzdłuż przejść oraz na ich skrzydłach. Tego typu zasłony dymne, ze względu na ich dużą prędkość, będą stawiane zazwyczaj przez pododdziały, które aktualnie zajmują dany obszar, zabezpieczając w ten sposób przejście pozostałych. Największą uwagę należy zachować przy zasłonach, które wykonuje się przed przejściami, bezpośrednio przed przeciwnikiem, istnieje bowiem ryzyko wystawienia wychodzących jednostek na tle dymu.

Zasłony ochronne służą do osłony przed środkami przeciwpancernymi oraz systemami obrony powietrznej. Wykonywane są tak samo jak w pozostałych rodzajach działań bojowych.

Dymy oślepiające to skuteczny i jednocześnie najłatwiejszy do zastosowania rodzaj zasłon dymnych. Przy bezpośrednim kontakcie z przeciwnikiem ich użycie może się okazać jedynym możliwym do zaakceptowania sposobem na poprawę położenia. Zasłony oślepiające stawia się zazwyczaj bezpośrednio przed przeciwnikiem, a także na obszarach o kluczowym dla niego znaczeniu. Okres, w którym wojska przekraczają własne ugrupowanie jest momentem decydującym, w którym przeciwnik ma największe możliwości zastopowania tych działań. Dlatego, wykonanie oślepiających zasłon dymnych w tym właśnie momencie umożliwi wykonać to zadanie w sposób niezauważony.

Zasłony pozorne to bardzo ważny rodzaj zasłon dymnych, których podstawowym zadaniem jest wprowadzenie przeciwnika w błąd. Skupiają jego uwagę na obszarach nieistotnych, bez znaczenia militarnego. W ten sposób, przeciwnik nie będąc pewien naszych zamiarów, zmuszony jest do marnowania czasu na dodatkowe rozpoznanie lub do działania w sposób nieorganizowany i przypadkowy.

Dymy wskazujące służą w tym etapie głównie do sygnalizacji działań i dodatkowo do zaznaczania wybranych, szczególnie niebezpiecznych celi przeciwnika. W ten sposób, można w sposób elastyczny reagować ogniem na powstające zagrożenia, nie dopuszczając do utraty inicjatywy.

7.4.4. Działania na połączenie

Działania na połączenie polegają na jednoczesnym wysiłku przynajmniej dwóch jednostek zmierzające do wspólnego wykonania określonego zadania. Prowadzi się je aby zamknąć okrążenie przeciwnika, uczestniczyć w odblokowaniu okrążonych wojsk lub połączyć się z wojskami na tyłach przeciwnika. Wszystkie wymienione typy zadań mają charakter ofensywny, dlatego zasady użycie dymów w działaniach na połączenie są analogiczne jak w działaniach zaczepnych. Dymy mogą służyć do:

- zaznaczania linii koordynacji ognia /CFL/ lub linii ognia ograniczenia /RFL/ aby zapobiec porażeniu przez własne środki ogniowe;
- ukrycia ruchu wojsk idących na połączenie;
- ograniczenia możliwości zebrania informacji dotyczących miejsca i czasu połączenia wojsk.

Przeznaczenie zasłon dymnych jest następujące:

Zasłony oślepiające służą do ograniczenia możliwości manewrowych przeciwnika oraz stanowią czynnik przeciwdziałający systemom rażenia i obserwacji. Szczegółowe zasady ich wykorzystania są identyczne jak w przypadku rozwijania powodzenia podczas działań ofensywnych.

Zasłony maskujące używa się do ukrycia manewru wojsk oraz osłabienia skuteczności systemów rażenia i obserwacji przeciwnika. Również w tym etapie główny nacisk maskowania powinien być położony na obiekty i jednostki logistyczne. Stanowią one o sile i aktywności działających wojsk, i z tego względu osłona dymna tych elementów jest nadrzędnym zadaniem zadymiania.

Dymy wskazujące stosuje się do dokładnego zaznaczania linii koordynacji ognia lub linii ograniczenia ognia. Ma to zapobiec porażeniu wojsk przez własne środki ogniowe. Ponadto używa się ich do wskazywania poszczególnych celi przeciwnika, zwłaszcza tych najniebezpieczniejszych, które niszczy się w pierwszej kolejności. Będą to silne punkty ogniowe lub większe zgrupowania przeciwnika. Można także zastosować zasłony dymne do

zaznaczania dogodnych dla wojsk tras i przejść oraz miejsc niebezpiecznych, które należy unikać.

Zasłony ochronne i pozorne wykonuje się w taki sam sposób i na takich samych zasadach jak podczas innych rodzajów działań.

7.4.5. Wychodzenie z okrążenia

Wychodzenie z okrążenia różni się od innych form ataku jedynie tym, że jednocześnie z uderzeniem rozcinającym okrążone jednostki muszą prowadzić obronę dookreżną. Istotne przy tym jest, aby uderzenia wojsk nastąpiły w zawężonych pasach, w możliwie szybkim tempie przy jednoczesnej osłonie skrzydeł przez wojska wydzielone z głównych sił zgrupowania odblokowującego. W pewnych sytuacjach, możliwe jest samodzielne wyjście z okrążenia. We wszystkich jednak przypadkach celowe jest zastosowanie środków dymnych. Można je wykorzystać do:

- izolacji i segregacji sił przeciwnika, tworząc w ten sposób luki i wyłomy w pierścieniu okrążenia;
- ukrycia ruchu manewrujących i wspierających wojsk, co pozwoli dowódcy skoncentrować siły przełamujące w sposób niewidoczny dla przeciwnika;
- załamania wysiłków rozpoznawczych i przeciwrozpoznawczych przeciwnika;
- ukrycia zapór inżynieryjnych oraz luk i przejść w nich, co powinno przeszkodzić przeciwnikowi w prowadzeniu pościgu;
- stworzenia warunków do oderwania się od przeciwnika.

Do wykonania powyższych zadań wykorzystuje się następujące rodzaje zasłon dymnych: maskujące, oślepiające, pozorne, ochronne i wskazujące.

Dymy oślepiające stosuje się do izolowania rejonów przełamania, obniżenia skuteczności systemów celowania i naprowadzania oraz do przeciwdziałania rozpoznaniu przeciwnika. Środki dymne wraz ze standardową amunicją artyleryjską kładzie się bezpośrednio przed przeciwnikiem, pomiędzy jego formacjami oraz na zidentyfikowanych punktach obserwacyjnych, obsługach przeciwpancernych pocisków kierowanych i pododdziałach pancernych, zanim będą w stanie zidentyfikować i zniszczyć nasze pozycje.

Dymy maskujące używane są do ukrycia wszelkich manewrów oraz do zamaskowania przejść w zaporach inżynieryjnych. Wykonuje się je z przodu, na skrzydłach i z tyłu wojsk przy wszelkich sprzyjających okazjach. Tym samym powinny nie dopuścić do poznania przez

przeciwnika: składu, rozmieszczenia oraz intencji naszych wojsk. Ponadto można je wykorzystać do zabezpieczenia wojsk działających na długich, odkrytych obszarach ograniczając możliwość destruktywnego oddziaływania przeciwnika.

Dymy wskazujące używane są do zaznaczania celi przeciwnika przeznaczonych do natychmiastowego zniszczenia. Ogranicza się w ten sposób możliwość potencjalnego oddziaływania przeciwnika na okrążone wojska.

Dymy ochronne służą do osłony przed oddziaływaniem środków ogniowych przeciwnika. W tym okresie istnieje niebezpieczeństwo, że przeciwnik użyje broni energetycznej. W takiej sytuacji środki dymne zastosowane do samoosłony mogą zaabsorbować pewną część energii, co powinno umożliwić zachowanie żywotności porażonych wojsk.

Zasłony pozorne mają odciągnąć uwagę przeciwnika od okrążonych wojsk, sugerując mu prowadzenie poważnych działań w innych rejonach. W ten sposób można doprowadzić do rozproszenia wysiłku przeciwnika i wykorzystać to do złamania okrążenia.

7.4.6. Przekraczanie /forsowanie/ rzek

Przekraczanie rzek jest epizodem realizowanym prawie w każdym rodzaju działań bojowych. Jest zazwyczaj wymuszone aktualną sytuacją lub wynika z zamiaru wyższych przełożonych. Celem przekraczania przeszkód wodnych jest każdorazowo szybkie przerzucenie wojsk na drugi brzeg rzeki i kontynuowanie działań bojowych. Zastosowanie środków dymnych będzie narzędziem bardzo pomocnym, które ograniczy destrukcyjny wpływ przeciwnika; z drugiej jednak strony, środki dymne będą utrudniać sprawne dowodzenie, łączność i współdziałanie wojsk. Do tego celu niezbędna jest więc właściwa synchronizacja działań. Środki dymne można wykorzystać do:

- ukrycia ruchu podchodzących do przeszkody wojsk;
- maskowania skrzydeł wojsk forsujących przeszkodę;
- maskowania podejścia pododdziałów fali czołowej do brzegu;
- maskowania rejonów lądowania wojsk na środki przeprawowe;
- maskowania rejonów lądowania na przeciwległym brzegu;
- izolowania drugiego brzegu rzeki i szybkiego uchwycenia przyczółka;
- ukrycia środków przeprawowych;
- wprowadzenia przeciwnika w błąd odnośnie miejsca forsowania;
- izolowania odwodów przeciwnika, co zapewni uzyskanie odpowiedniego stosunku sił na odcinku forsowania.

Dymy maskujące stosuje się do ukrycia wszelkich ruchów pododdziałów, które podchodzą do przeszkody, ładują się na środki przeprawowe, przekraczają rzekę, a także po osiągnięciu drugiego brzegu. Zastłony wykonuje się w głównym obszarze działań oraz na jego skrzydłach, pamiętając przy tym aby wielkość zastłony była znacznie większa niż rejon przeprawy. Początek zadymiania musi być skorelowany tak aby pierwszy rzut pokonywał rzekę już pod osłoną dymu. Jednocześnie dym powinien przykrywać drugi brzeg nie dopuszczając do skutecznego oddziaływania przeciwnika. Szczególnie przydatne do tego są środki artyleryjskie, które charakteryzują się krótkim czasem reakcji, co pozwala na przygotowanie zastłony dymnych przy pomocy innych środków. Wytwarzanie zastłony dymnej należy kontynuować w czasie podejścia do rzeki, podczas jej forsowania oraz po przeniesieniu działań na drugi brzeg. Najtrudniejszym etapem jest forsowanie rzeki, gdyż dym utrudnia orientację. Może to doprowadzić do zagubienia kierunku i utraty niektórych jednostek. Z tego względu, planując pokonywanie rzeki w dymie niezbędne jest wcześniejsze zapoznanie się z terenem /na podstawie mapy lub podczas rekonesansu/ oraz określenie azymutów zasadniczych kierunków działań.

Dymy oślepiające to środek o ogromnym znaczeniu. Służy do obezwładniania systemów rozpoznawczych przeciwnika oraz do dezorganizacji jego systemu ognia. Powinno to pozwolić na w miarę swobodne pokonywanie przeszkody wodnej bez narażania się na duże straty. Do tego celu najlepsze są artyleryjskie pociski dymne, lotnictwo oraz granaty dymne wystrzeliwane z granatników. Oślepienie rozpoczyna się z chwilą rozpoczęcia forsowania przez pododdziały fali czołowej, koncentrując się na pierwszorzutowych punktach oporu przeciwnika i pododdziałach artylerii. W dalszej kolejności, w miarę postępów forsowania dym przenosi się na kolejne punkty oporu przeciwnika.

Zastłony ochronne stosuje się do samoosłony poszczególnych elementów forsujących pododdziałów, głównie przed przeciwpancernymi pociskami kierowanymi i środkami obrony powietrznej. Do tego celu wykorzystuje się termiczną aparaturę dymotwórczą, czołgowe granaty dymne a często także środki podręczne.

Dymy wskazujące mają duże znaczenie. Pozwalają w szybki sposób oznaczyć niebezpieczne punkty ogniowe lub obserwacyjne, dzięki czemu można w prosty sposób ześrodkować ogień na wybranych obiektach i je zniszczyć. Do tego celu używa się głównie artyleryjskich środków dymnych. Ponadto, można wykorzystać pozostałe środki dymne np. do sygnalizacji działań.

Zasłony pozorne podobnie jak w innych rodzajach działań służą do wprowadzania przeciwnika w błąd, głównie w zakresie intencji atakującego. Stwarzając pozory działania na innych kierunkach zmuszają przeciwnika do obsadzenia całego brzegu przeszkody wodnej, co bardzo absorbuje jego siły. Rozproszenie wysiłku przeciwnika na znacznych obszarach znacznie osłabia jego potencjał bojowy na wybranym przez atakującego odcinku forsowania. Tym samym stwarza się warunki do szybkiego wykonania zadania przy ograniczonych stratach własnych.

7.4.7. Pokonywanie zapór inżynieryjnych

Jednostki wykonują przejścia w zaporach inżynieryjnych w sytuacjach, kiedy ich ominięcie jest niemożliwe lub z pewnych względów nieopłacalne. Zadaniem dowódcy jest szybkie wyjście z rejonu zapór inżynieryjnych, które powinno umożliwić stworzenie odpowiedniej siły bojowej i zachowanie dużego tempa działań. Do tego celu niezbędna jest inicjatywa przejawiająca się m.in. wykorzystaniem środków dymnych do osłony wojsk, które pokonują zapory inżynieryjne. Osłona ta może polegać na wykonaniu następujących zadań:

- izolacji rejonu wyjścia z zapór inżynieryjnych;
- ukrycia ruchu wojsk wykonujących przejścia w zaporach lub je wspierających;
- zamaskowania położenia środków przeprawowych;
- izolacji odwodów przeciwnika, która pozwala na uzyskanie odpowiedniej przewagi bezpośrednio po wyjściu z zapór inżynieryjnych;

Do realizacji wymienionych zadań wykorzystuje się głównie środki o większym zasięgu, zdolne do postawienia zasłon dymnych bezpośrednio przed lub w ugrupowaniu przeciwnika. Należą do nich środki artyleryjskie, czołgowe wyrzutnie granatów dymnych oraz granatniki dymne. Ich użycie powinno zapewnić niezakłócone przez przeciwnika wykonanie przejść w zaporach, bądź jeżeli jest to niemożliwe sprawne wycofanie pododdziałów torujących z zagrożonego obszaru. Zasłona dymna powinna być podtrzymywana w zarówno w trakcie wykonywania przejść jak i później podczas pokonywania przejścia przez wozy bojowe. Dodatkowo oprócz oślepiających zasłon dymnych można wykonywać zasłony pozorne, które powinny odciągnąć uwagę przeciwnika od głównego rejonu działań, ograniczając w ten sposób destrukcyjne oddziaływanie przeciwnika.

Maskujące zasłony dymne będą wykonywane głównie w okresie przygotowawczym, szczególnie podczas gromadzenia środków przeprawowych i wykonywania prac pomocniczych. Ich zadaniem jest ukrycie przygotowań do pokonywania zapór inżynieryjnych oraz

zamaskowanie ruchu wojsk. Pozostałe rodzaje zasłon dymnych: ochronne i wskazujące, wykonuje się zgodnie z zasadami przyjętymi w innych okresach działań, w zależności od potrzeb.

7.4.8. Działania desantowe

Działania desantowe prowadzi się w celu zwiększenia siły ognia i ruchliwości pododdziałów wojsk lądowych. Wojska przeznaczone do tych działań mogą realizować zadania samodzielnie lub wspólnie z innymi rodzajami wojsk. Ze względu na dość zróżnicowaną skalę tych działań metody użycia dymów nie są jednoznaczne. Do zasadniczych zadań zadymiania zaliczamy:

- ukrycie rejonów ześrodkowania pododdziałów przed załadunkiem;
- maskowanie załadunku sprzętu i wojsk na środki transportowe;
- oślepienie środków ogniowych przeciwnika w czasie przelotu desantu;
- osłona wojsk podczas desantowania;
- odizolowanie głównych sił przeciwnika od rejonu desantowania;
- osłona pododdziałów desantowych w trakcie wykonywania zadań;

Dymy oślepiające stosuje się głównie w trakcie przelotu desantu do rejonu desantowania. Mają one uniemożliwić lub przynajmniej utrudnić prowadzenie skutecznego ognia przez środki przeciwlotnicze przeciwnika. Jest to trudne zadanie, gdyż większość przeciwlotniczych środków ogniowych wykorzystuje termiczne lub mikrofalowe sposoby namierzania i naprowadzania, a nie wszystkie rodzaje dymów są w stanie skutecznie temu przeciwdziałać. Do tego celu wykorzystuje się artyleryjskie środki dymne oraz lotnictwo. Także już podczas desantowania, wykonanie oślepiających zasłon dymnych bezpośrednio na punkty ogniowe przeciwnika lub między jego pozycjami i planowanym desantowaniem może skutecznie ograniczyć straty desantu.

Dymy maskujące wykorzystuje się głównie do ukrycia działań w fazie załadunku oraz po wysadzeniu desantu. Ich celem jest obniżenie skuteczności środków rozpoznawczych i ogniowych przeciwnika, chroniąc pododdziały desantowe przed szybkim wykryciem i zniszczeniem. Dodatkowo podczas wykonywania większych desantów istnieje możliwość maskowania przelotu desantu przy pomocy śmigłowców wyposażonych w wytwornice dymów. Zasłony dymne wykonuje się na skrzydłach pasa przelotu desantu oraz na lądowiskach wyładowania desantu. Śmigłowce przeznaczone do zadymiania mogą wchodzić w skład czołowych i bocznych grup ubezpieczenia.

Zasłony pozorne w działaniach desantowych odgrywają szczególną rolę. Duży niedobór czasu nie pozwala na długotrwałe przygotowania i spokojne przeprowadzenie desantu, zmuszając przez to dowódców do poszukiwania alternatywnych metod zyskania na czasie i zapewnienia dodatkowej osłony. Użycie pozornych zasłon dymnych może odwrócić uwagę przeciwnika od głównego obszaru działań, opóźniając w ten sposób jego reakcję na wykonanie desantu. Zarówno w rejonach załadunku jak i podczas przelotu środki dymne mogą skutecznie dezorientować przeciwnika, wprowadzając go w błąd, co do czasu, miejsca i wielkości desantów.

Dymy wskazujące i ochronne wykorzystywane są na ogólnych zasadach, tak jak w innych rodzajach działań.

8. ZASADY KALKULACJI POTRZEB I MOŻLIWOŚCI UŻYCIA ŚRODKÓW DYMNYCH

8.1. Ogólne zasady kalkulacji dymnych

Wszelkie działania bojowe charakteryzują się dużą gwałtownością, szybką zmianą sytuacji, ruchliwością i wieloma innymi czynnikami, które nie zawsze da się przewidzieć. Rzutują one w sposób istotny na tryb przygotowania i prowadzenia działań, zmieniając często ich przebieg. Powoduje to powstawanie określonych trudności, które należy jak najszybciej ominąć lub przynajmniej ograniczyć.

Jednym ze sposobów wspomagających ten proces jest użycie środków dymnych. Zadymianie może być realizowane doraźnie jak również po szczegółowym zaplanowaniu. Z pierwszym z nich mamy do czynienia w sytuacji, gdy małe grupy bojowe prowadzą krótkotrwałe działania na niewielkich obszarach. Wykorzystują do tego termiczną aparaturę dymotwórczą lub granaty i świece dymne. Planowe zadymianie z kolei jest zsynchronizowane co do czasu, obiektów lub położenia wojsk. Jest często długotrwałe i pracochłonne, prowadzone na znacznych obszarach, na szczeblach od brygady wzwyż.

Aby dobrze określić potrzeby i możliwości zadymiania trzeba dokładnie wiedzieć jakie korzyści można osiągnąć w wyniku zastosowania zasłon dymnych. Do ważniejszych zalet dymów można zaliczyć:

- obniżają skuteczność obserwacji prowadzonej przez przeciwnika;
- zakłócają jego zdolność komunikacji;
- ukrywają położenie i skład wojsk własnych;
- wprowadzają przeciwnika w błąd;
- wspierają możliwości wojsk w zakresie sygnalizacji i wskazywania celów;
- obniżają skuteczność broni kierowanej;
- zwiększają efektywność własnych środków rażenia.

Osiągnięcie wymienionych korzyści nie jest łatwe. Aby to było możliwe, niezbędne jest sformułowanie odpowiednich pytań, które pomogą właściwie określić zarówno potrzeby jak i możliwości użycia środków dymnych. Do takich pytań należą m.in.:

1. Co chcę osiągnąć?

- ograniczyć możliwości przeciwnika w zakresie namierzania i naprowadzania na cel;
- zamaskować /ukryć/ ruch własnych wojsk;

- oszukać przeciwnika;
2. Jak długo mogę utrzymywać zasłonę dymną i gdzie?
 - we własnym ugrupowaniu;
 - w ugrupowaniu przeciwnika;
 - pomiędzy linią styczności wojsk.
 3. Jak duże ograniczenia własnej mobilności mogę zaakceptować? /widoczność 50 m, mniej czy więcej/
 4. Jak duże ograniczenia możliwości własnych środków rażenia mogę zaakceptować? /czy mam zastępcze środki obserwacji, celowania i naprowadzania – np. środki termalne lub mikrofalowe/.
 5. W których momentach działań jestem najbardziej narażony na destrukcyjne oddziaływanie przeciwnika i potrzebuję osłony? Jaki rodzaj zasłon dymnych będzie przydatny?
 6. Jak mogę przeciwdziałać zasłonom dymnym przeciwnika? Gdzie i w jaki sposób mogę popsuć jego plany?
 7. Czy użycie środków dymnych w konkretnej sytuacji przyniesie wymierną korzyść, czy nie? A może pomoże przeciwnikowi?

Odpowiedzi na powyższe pytania umożliwiają sformułowanie ogólnych potrzeb i możliwości wykorzystania środków dymnych. Warto jednak wiedzieć, że użycie dymów na polu walki zawsze wiąże się z ryzykiem. Ich zastosowanie musi wspomóc możliwości przetrwania bez znaczącego ograniczenia potencjału bojowego. W tym celu niezbędne jest przestrzeganie następujących zasad:

- stosuj różnorodne techniki maskowania jednocześnie /przeciwnik może widzieć przez dym/;
- używaj dymu dokładnie w wyznaczonym miejscu i czasie;
- wykorzystuj urządzenia termalne i mikrofalowe pozwalające widzieć przez dym;
- unikaj wystawiania własnych wojsk na tle dymu, każdorazowo stawiaj zasłonę gdy wiatr wieje do przeciwnika;
- zawsze planuj wejście do walki pod osłoną dymu;
- zakładaj zawsze, że przeciwnik również użyje dymów aby cię zdezorientować;
- zawsze analizuj kilka wariantów działania w dymie, gdyż warunki zadymiania mogą ulec zmianie;

- weryfikuj położenie przeciwnika tak często jak to możliwe, on może wykorzystać swoje i nasze zasłony dymne do zmiany pozycji.
- bądź przygotowany do dowodzenia bez środków wizyjnych;
- pamiętaj, że w dymie zużycie amunicji wzrasta nawet o 400%;
- nie stosuj dymów jeżeli nie jesteś do tego przygotowany, jednostki, które nigdy nie ćwiczyły w dymie nie będą dobrze działać.

Podczas prowadzenia wszelkiego rodzaju kalkulacji dymnych, wygodnie jest posługiwać się wielkościami uniwersalnymi. Niestety różnorodność środków dymnych nie ułatwia tego zadania. Prawie każdy z nich ma odmienne parametry dymne, co zmusza do mozolnych kalkulacji. Rozwiązaniem tego problemu może być wprowadzenie umownej wielkości kalkulacyjnej zwanej cyklem dymnym /cd/.

Cykl dymny to zasłona dymna postawiona na froncie o szerokości 1 km i utrzymywana przez standardowy okres dymienia świec dymnych 5 minut w korzystnych warunkach atmosferycznych.

Przeliczając parametry poszczególnych środków dymnych można dowolnie kalkulować potrzeby i możliwości ich użycia. Przykładowy sposób kalkulacji cykli dymnych przedstawia tabela 6.

Tabela 6

Możliwości środków dymnych wyrażone w cyklach dymnych

Lp	Środek dymny	długość zasłony ¹	czas dymienia	minimalna liczba środków na 1 cd ¹	Uwagi
1	Świeca DM-11M	100 m	5 minut	10	
2	Świeca BDSz-5	300 m	5 minut	4	
3	Termiczna aparatura dymotwórcza TAD czołgi: z miejsca w ruchu bwp: z miejsca w ruchu	250 m 330 – 500 m 125 m 140 – 160 m	5 minut ²	4 2 – 3 8 6 – 7	czas zadymiania zależy od ilości czynnika dymotwórczego
4	Generator dymu GD-1	500 m	5 minut ²	2	j.w.
5	Generator dymu GD-2	1500 m	5 minut ²	1	j.w.
6	Wytwornica dymów zasłonowych WDW-80	4 – 6 km	5 minut ²	1	jeden śmigłowiec stawia zasłonę równą 4 – 6 cd /5 min./
7	Panelowa wytwornica dymu PWD „PYLIA”	10 km	5 minut ²	1	jeden śmigłowiec stawia zasłonę równą 10 cd /5 min./
8	Artyleryjska amunicja dymna	500 - 700 m	5 minut ²	2	6 dział

1. Warunki korzystne, wiatr boczny.

2. Czas dymienia został ograniczony do 5 min. jedynie w celach kalkulacyjnych, normalnie jest większy i zależy od możliwości poszczególnych środków dymnych

Przedstawiony w tabeli 6 sposób obliczania cykli dymnych dotyczy jedynie korzystnych warunków atmosferycznych oraz bocznego kierunku wiatru. Z tego powodu, w przypadku wystąpienia innych warunków konieczna jest korekta. Zakłada się, że przy wietrze skośnym liczba środków przypadających na jeden cykl dymny jest 1,5 razy większa, a przy wietrze czołowym 2 razy większa. Podobne współczynniki obowiązują w przypadku niekorzystnych $\times 2$ / i średnich $\times 1,5$ / warunków atmosferycznych.

W pewnych sytuacjach, szczególnie w działaniach o małym natężeniu, wykorzystuje się środki dymne o znacznie mniejszych możliwościach – głównie granaty i świece dymne. Okazuje się przy tym, że przeliczanie możliwości tych środków na cykle dymne nie ma większego sensu. Spowodowane jest to faktem, iż przy pomocy granatów i małych świec dymnych tak dużych zasłon /wyrażanych w cyklach dymnych/ nie wykonuje się. Są one bowiem przeznaczone do wykonywania krótkotrwałych i stosunkowo niedużych zasłon dymnych. Z tego powodu możliwości tych środków można wyrazić przy pomocy mniejszej wielkości kalkulacyjnej zwanej małym cyklem dymnym /mcd/.

Mały cykl dymny to zasłona dymna postawiona na froncie o szerokości 250 m i utrzymywana przez okres 1 minuty w korzystnych warunkach atmosferycznych.

Z powyższej definicji wynika, że 1 cd = 20 mcd. Sposób wyrażania możliwości w małych cyklach dymnych przedstawia tabela 7.

Tabela 7

Możliwości środków dymnych wyrażone w małych cyklach dymnych

Lp	Środek dymny	długość zasłony ¹	czas dymienia	minimalna liczba środków na 1 mcd ¹	Uwagi
1	Granat RGD-2	30 m	1 minuta	10	
2	Świeca DM-2B	100 m	1 minuta	3	maskuje także w podczerwieni
3	Czołgowy granat dymny PD-1U	50 m	2 minuty ²	5	
4	Nabój dymny DG-7M do RPG-7	80 m	2 minuty ²	4	maskuje także w podczerwieni

1. Warunki korzystne, wiatr boczny; dym maskujący w zakresie światła widzialnego

2. Pomimo, że czas dymienia dwukrotnie przekracza potrzeby małego cyklu dymnego, to do kalkulacji przyjmuje się 1 minutę

Użycie cykli dymnych do kalkulacji potrzeb i możliwości wykorzystania środków dymnych jest jednak możliwe tylko w odniesieniu do liniowych zasłon dymnych. W przypadku stawiania zasłon powierzchniowych powyższe przeliczniki nie mają zastosowania. Wynika to z innego sposobu obliczania długości i powierzchni. Przykładowo na jeden cykl dymny przypada 10 świec DM-11 i 4 świece BDSz-5. Ich wzajemny stosunek wynosi 2,5 : 1.

Zupełnie inaczej wygląda to przy zasłonach powierzchniowych. Maksymalna powierzchnia zasłony dymnej postawionej przy pomocy świecy DM-11M wynosi $15 \times 100 \text{ m} = 1500 \text{ m}^2$, zaś przy pomocy świecy BDSz-5 $50 \times 300 = 15\,000 \text{ m}^2$. Wynika z tego, że powierzchnia zasłony dymnej postawionej za pomocą świecy BDSz-5 jest dziesięć razy większa niż przy pomocy świecy DM-11M. W więc żaden sposób, nie da się wykorzystać cykli dymnych do wyrażania tych wielkości.

8.2. Planowanie zadymiania – analiza potrzeb i możliwości

Planowanie użycia środków dymnych to przedsięwzięcie trudne, zależne od wielu ciągle zmieniających się czynników. Odpowiednia ich ocena oraz prawidłowe określenie potrzeb i możliwości użycia środków dymnych to klucz do właściwego planowania zadymiania. Można też powiedzieć, że jest to kompromis pomiędzy potrzebami a możliwościami zastosowania środków dymnych na polu walki.

Planując użycie środków dymnych należy pamiętać o nadrzędnych zasadach prowadzenia działań, a szczególnie o: ciągłości działań, integracji, szybkiej reakcji, antycypacji oraz improwizacji. Odpowiedzialni za to są oficerowie różnych komórek sztabu, szczególnie zaś komórki G3/S3, G2/S2, G4/S4 oraz oficerowie wsparcia ogniowego, obrony przeciwchemicznej i dowódcy pododdziałów prowadzących zadymianie. Wymienieni oficerowie muszą tak planować działania bojowe, aby w pełni wykorzystać możliwości środków dymnych, zarówno w obecnych jak i przyszłych działaniach. Procedura wypracowania i podejmowania decyzji o użyciu środków dymnych nie różni się niczym od ogólnej procedury podejmowania decyzji, jest bowiem jej nieodłącznym składnikiem.

Po otrzymaniu zadania oraz wytycznych dowódcy oficer obrony przeciwchemicznej przygotowuje ocenę zadymiania. Uwzględnia w niej wszystkie aspekty otrzymanego zadania, korzystając z uwag oficerów G3/S3, G2/S2, oficera wsparcia ogniowego oraz dowódcy pododdziału zadymiającego. Ocenę tą wykonuje w postaci dokumentu, który następnie trafia do wszystkich komórek zainteresowanych zadymianiem. Stanowi podstawę do rekomendacji wariantu działania w zakresie wykorzystania środków dymnych. Przykład oceny zadymiania, według poglądów amerykańskich przedstawia załącznik 5.

Do innych dokumentów, które mogą być wykonywane podczas planowania zadymiania należą: lista celi do zadymiania, aneks zadymiania do rozkazu /planu/, lista koordynacji zadań dymnych oraz szablony użycia dymów.

Proces kalkulacji celi przeznaczonych do zadymiania jest niezwykle istotny i trudny zarazem. Nie wystarczy bowiem dokładnie zlokalizować i wybrać cele, trzeba także przeanalizować realne możliwości ich zadymienia. Procedura ta zaczyna się od uzgodnienia z dowódcą, oficerami G3/S3 i wsparcia ogniowego dokładnych wymagań dymnych. Na tej podstawie można wytypować cele do zadymiania, uwzględniając możliwości artylerii i pozostałych środków. Następnie określa się środki do zadymiania i sposób ich wykorzystania, zwracając uwagę na czas potrzebny do postawienia zasłony, jej wymaganą długotrwałość oraz rodzaj. Następnie sprawdza się obecne i przyszłe warunki meteorologiczne, korygując przy tym listę celi. Na koniec uzgadnia się szczegóły w zakresie postawienia zasłon dymnych /czas, obiekty, osoby, zdarzenia, które zainicjują zadymianie/. Uzgodnienia prowadzi się z oficerami G3/S3, wsparcia ogniowego oraz jednostek sąsiadujących.

Końcowym rezultatem procesu kalkulacji celi jest lista celi do zadymiania. Sporządza się ją według układu przedstawionego w tabeli 8.

Tabela 8

Lista celi do zadymiania

Nr celu dymnego	Opis celu	Położenie celu /siatka UTM/	Wielkość /w metrach/		Systemy optyczno-elektro-niczne	Środek przeno-szenia	Rodzaj zasłony dymnej	Priorytet	Uwagi
			długość	szerokość					

Źródło: Smoke Operations, Washington 1996, s.59

Najważniejszym jednak dokumentem zadymiania jest aneks do rozkazu bojowego - zadymianie. Zawiera on szczegółowe rozwinięcie idei dowódcy dotyczącej sposobu użycia środków dymnych w działaniach bojowych. Za jego przygotowanie i koordynację odpowiedzialny jest oficer obrony przeciwchemicznej. Kopie tego dokumentu muszą trafić przynajmniej do oficerów G3/S3, G4/S4, wsparcia ogniowego oraz dowódców wykonujących zadymianie. Wzór aneksu do zadymiania przedstawia załącznik 4.

Dodatkowo dowódcy pododdziałów, które wykonują zadymianie mogą otrzymać listę koordynacji zadań dymnych. Służy ona do koordynacji wszelkich przedsięwzięć związanych z zadymianiem i dotyczy zarówno pododdziałów zadymianych jak i zadymiających. Takie informacje jak dopuszczalny zakres widoczności lub położenie celi podaje oficer obrony przeciwchemicznej, natomiast dowódca pododdziału zadymiania osobiście uzgadnia wszelkie pozostałe szczegóły współdziałania. Wzór listy koordynacji zadań dymnych przedstawia załącznik 6.

Ostatnim, przydatnym do planowania użycia dymów, dokumentem jest specjalny szablon przedstawiający różne sposoby użycia dymów w stosunku do zaistniałej sytuacji. Określa on, jak i które środki należy zastosować w poszczególnych etapach walki. Tym samym stanowi przydatną pomoc dla wszystkich oficerów mających do czynienia z planowaniem użycia środków dymnych na polu walki. Układ szablonu zawierającego przykłady zastosowania środków dymnych w działaniach zaczepnych przedstawia tabela 9.

Tabela 9

Wykorzystanie środków dymnych w działaniach ofensywnych - przykład

	Artyleria	Moździerze	Świece dymne	Generatory dymne	Granatniki z nabojami dymnymi	Śmigłowcowe wytwornice dymu	Czołgowe wyrzutnie granatów dymnych	Termiczna aparatura dymotwórcza
Oślepienie obiektu	X	X						
Ukrycie przejść w zaporach inż.	A	A	X	X	A	A	A	A
Ukrycie ruchu wojsk	A	A	X	X	A	A	A	A
Oślepienie działań rozpoznawczych	X	X			A		A	
Ukrycie wozów bojowych przed ppk				A			X	X
Zamaskowanie przepraw przez rzeki	A	A	X	X	A	A	A	A
Rozdzielenie przeciwnika	X	X			A		A	
Wprowadzanie przeciwnika w błąd	A	A	X	X		X		A
Maskowanie rejonów ześrodkowania			X	X	A		A	
„Przeciwdymy”	X	X	A	A			A	

Zródło: *Smoke Operations*, Washington 1996, s.65

X – Główny środek zadymiania

A – Alternatywny /zapasowy/ środek zadymiania

SPIS TABEL

Tabela 1 Podział układów koloidalnych ze względu na stan skupienia	5
Tabela 2 Charakterystyka pionowej stateczności powietrza	27
Tabela 3 Charakterystyka atmosferycznych i terenowych warunków zadymiania	31
Tabela 4 Właściwości substancji i mieszanek dymotwórczych.....	41
Tabela 5 Dane taktyczno – techniczne środków dymotwórczych	46
Tabela 6 Możliwości środków dymnych wyrażone w cyklach dymnych	86
Tabela 7 Możliwości środków dymnych wyrażone w małych cyklach dymnych.....	87
Tabela 8 Lista celi do zadymiania.....	89
Tabela 9 Wykorzystanie środków dymnych w działaniach ofensywnych - przykład	90

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Rozpraszanie światła przez cząsteczki dymu	10
Rysunek 2 Schemat dyfrakcji światła na cząstkach dymu	11
Rysunek 3 Wpływ cząstek dymu na promieniowanie świetlne	12
Rysunek 4 Widmo elektromagnetyczne	13
Rysunek 5 Wykorzystanie widma elektromagnetycznego na potrzeby wojska	14
Rysunek 6 Wykorzystanie widma elektromagnetycznego przez środki rozpoznania i rażenia oraz możliwości wykorzystania aerozoli do zakłócania tych środków ...	22
Rysunek 7 Klasyfikacja kierunków wiatru według "Smoke Operations"	24
Rysunek 8 Kierunki wiatru	25
Rysunek 9 Elementy zasłony dymnej	32
Rysunek 10 Rodzaje zasłon dymnych	33
Rysunek 11 Rodzaje zasłon dymnych	36
Rysunek 12 Klasyfikacja substancji dymotwórczych	38
Rysunek 13 Podział środków dymnych i sprzętu do zadymiania	48

SPIS LITERATURY

1. A.T. *Nowoczesne urządzenia i środki do zadymiania*, [w:] Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 4, 1998r;
2. Bobrowski Cz., *Fizyka – krótki kurs*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999;
3. Bulger J., *Obscurants: Countermeasure to Modern Weapons* [w:] Military Review nr 1 1982;
4. Daniluk E., Kowalski T., Wiśniewski A., Nyszko G., *Nowa generacja nabojów dymnych DG-7M do ręcznego przeciwpancernego granatnika RPG-7* [w:] Problemy techniki uzbrojenia i radiolokacji, Zielonka 1999, zeszyt 71;
5. *Field behavior of NBC agents /including smoke and incendiaries/*, Washington 1986;
6. Halliday D., Resnick R., *Fizyka* t1 i 2, PWN, Warszawa 1999;
7. Harmata W., *Dymy jako element systemu maskowania*, materiał niepublikowany, WI-ChiR Warszawa 2000;
8. Herman M., A., Kalestyński A., Widomski L., *Podstawy fizyki*, PWN, Warszawa 1999;
9. J.W. *Sprzęt i środki do maskowania pola walki* [w:] Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 4, 1998r;
10. Jóźwiak K., *Współczesna technika rozpoznania powietrznego*, AON Warszawa 1994;
11. Klimowicz T., *Wpływ warunków meteorologicznych na użycie środków dymnych*, [w:] PWL nr 10 1992;
12. Krauze M., Nowak I., Moskal E., *Zasady użycia dymów na szczeblach operacyjnych*, ASG, Warszawa 1986;
13. Krauze M., Nowak I., *Potrzeby i możliwości przeciwdziałania dymami nowoczesnym środkom rozpoznania i rażenia*, ASG, Warszawa 1989;
14. Krauze M., *O użyciu dymów w warunkach stosowania przez nieprzyjaciela broni precyzyjnej* [w:] Myśl Wojskowa nr 4/88, Warszawa 1988;
15. Luczyński G., P., Wejcer J., I., *Dymy maskujące*, MON, Warszawa 1954;
16. Łabędzki J., *Analiza techniczno – fizycznych i taktycznych uwarunkowań użycia w walce śmigłowców wyposażonych w wytwornice dymów maskujących*, AON Warszawa 1992;
17. Maziejuk M., *Środki dymne w maskowaniu wojsk* [w:] Problemy techniki uzbrojenia i radiolokacji, Zielonka 1995, zeszyt 56;

18. Raban J., Nowak I., *Wykorzystanie dipolowych układów aerodyspersyj/ technice maskowania*, ASG, Warszawa 1989;
19. Rüchardt E., *Światło widzialne i niewidzialne*, PWN, Warszawa 1962;
20. *Smoke operations*, Washington 1996;
21. *Stawianie zasłon dymnych przez śmigłowce*, MON Warszawa 1987;
22. *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, Warszawa 1980;
23. Wieczorek K., Garstka J., *Współczesne środki maskowania* [w:] Myśkowa 5-6 Warszawa 1990;

ZAŁĄCZNIKI

1. Charakterystyka środków dymnych
2. Normy zużycia środków dymnych
3. Struktury organizacyjne pododdziałów
4. Wzór aneksu do zadymiania
5. Wzór oceny zadymiania
6. Wzór listy koordynacji zadań dymnych

CHARAKTERYSTYKA ŚRODKÓW DYMNYCH

Granaty i świece dymne

Dane taktyczno-techniczne	Ręczny granat dymny RGD-2	Świeca dymna DM-11M	Świeca dymna BDSz-5M	Świeca dymna MDSz-5	Świeca dymna DM-2B
Masa (kg)	0,6	3	60	43-45	2,7
Czas rozpalenia (s)	do 10	do 20	do 25	do 25	-
Czas intensywn. dym. (min)	1	6	8	8 - 10	do 1,5
Długość zasłony(m)	do 30	100	300	500	100
Maskowany zakres widma	św. widzialne	św. widzialne	św. widzialne	św. widzialne	św. widzialne podczerwień
Szerokość zasłony(m)	5-8	10-15	50	100	8
Czas dopalania (min)	-	-	do 2	do 3	-

Źródło: Opracowanie autora

Granaty dymne specjalnego przeznaczenia

Dane takt.-techniczne	Masa /kg/	Czas dymienia /sek/	Długość zasłony	Szerokość zasłony	Uwagi
Granat PD-1U	2,4	120	50	10	tylko św. widzialne
Granat WGD-2M	1,1	8-10	40 – 80 m ²		maskują w podczerwieni
Nabój dymny DG-7M	3	120	80 ¹ 15 ²	3 ¹ 2,5 ²	zasięg 1600 m

Źródło: Opracowanie autora

Uwagi:

1. dane dotyczą światła widzialnego
2. dane dotyczą podczerwieni

Śmigłowcowe wytwornice dymu

Dane	Pojemność zbiorników dymotwórczych /dm ³ /	Maksymalny czas dymienia /min/	Długość skutecznej zasłony /km/	Czas utrzymania się zasłony /min/	Skuteczna powierzchnia zasłony /km ² /
WDZ-80	476	20-25	4-6	2-3	0,5-1
PWD „PYLIA”	335	12	10	3	0,24

Źródło: Opracowanie autora

Załącznik 1 – ciąg dalszy

Artyleryjskie pociski dymne

Kaliber	Nazwa pocisku	Masa pocisku (kg)	Masa ładunku dymnego (kg)
Haubica 122 mm	Dymny stalowy D-462	22,52	3,63
	Dymny staliwny D-462A	22,77	2,55
	Dymny D-4/3, D-4	21,76	?
Moździerz 120 mm	Dymny staliwny D-843A	16,6	1,97
	Dymny staliwny D-5		1,52
Moździerz 82 mm	Dymny D-832	3,4	0,34
	Dymny D-832DU	3,48	-

Źródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, MON, Warszawa 1980

Lotnicze bomby dymne

Dane taktyczno - techniczne	Rodzaj bomby	
	DAB-100-80-F	DAB-100-90-FM
Wagomiar bomby (kg)	100	100
Masa bomby (kg)	73	92
Masa substancji dymotwórczej (kg)	45	60
Masa zapalnika (kg)	1,04	1,08
Czas dymienia (min)	1 - 3	2 - 6
Długość zasłony dymnej (m.)	150 - 800	200 - 1500

Źródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, MON, Warszawa 1980

Generatory dymne wykorzystywane w Wojsku Polskim

Dane	Generator GD - 1	Generator GD - 2
Czynnik dymotwórczy	Olej maszynowy	Olej maszynowy
Zużycie czynnika dymotwórczego	240 – 280 dm ³ /h	700 dm ³ /h
Pojemność zbiorników		
Olej maszynowy	320 dm ³	2100 dm ³
Olej napędowy	55 dm ³	45 dm ³
etylina	6 dm ³	45 dm ³
woda	45 dm ³	450 dm ³
Obsługa	1 osoba	2 osoby
Czas nieprzerwanego dymienia	Okolo 1 godziny	Okolo 3 godzin
Długość zasłony*	500 m	1500 m
Szerokość zasłony*	150 m	150 m

* inwersja lub izotermia, wiatr o stałej prędkości 2-4 m/s, teren równinny niezadrzewiony

NORMY ZUŻYCIA ŚRODKÓW DYMNYCH

Zużycie świec dymnych na odcinku 1 km nieruchomej zasłony w ciągu jednej godziny

WARUNKI ZADYMIANIA	Średnie zużycie świec /w szt./	
	DM-11M	BDSz-5
Wiatr do lub od przeciwnika		
• korzystne	400	60
• średnie	600	80
• niekorzystne	800	120
Wiatr skośny		
• korzystne	300	50
• średnie	350	60
• niekorzystne	600	90
Wiatr boczny		
• korzystne	200	30
• średnie	300	40
• niekorzystne	400	60

Zródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, MON, Warszawa 1980

Ilość wozów bojowych z termiczną aparaturą dymotwórczą /TAD/ do postawienia zasłony dymnej na 1 km frontu przy średnich warunkach atmosferycznych

SPOSÓB ZADYMIANIA	czołgi przy wietrze			BWP przy wietrze		
	bocznym	skośnym	do lub od przeciwnika	bocznym	skośnym	do lub od przeciwnika
z miejsca	4	6	8	8	12	16
w ruchu	2-3	3	3-4	6-7	7-8	8-9

Zródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, MON, Warszawa 1980

Załącznik 2 – ciąg dalszy

Możliwości baterii i dywizjonu w zakresie stawiania zasłon dymnych

KIERUNEK WIATRU	Możliwości /m/	
	baterii	dywizjonu
do lub od przeciwnika	150 - 200	600
boczny	500 - 700	2000

Źródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, MON, Warszawa 1980

Zużycie pocisków dymnych w ciągu minuty na 100 m rubieży zadymiania
do podtrzymania zasłony dymnej

Wiatr do lub od przeciwnika		Wiatr boczny	
Działo 122 mm	Moździerz 120 mm	Działo 122 mm	Moździerz 120 mm
2	3	1	2

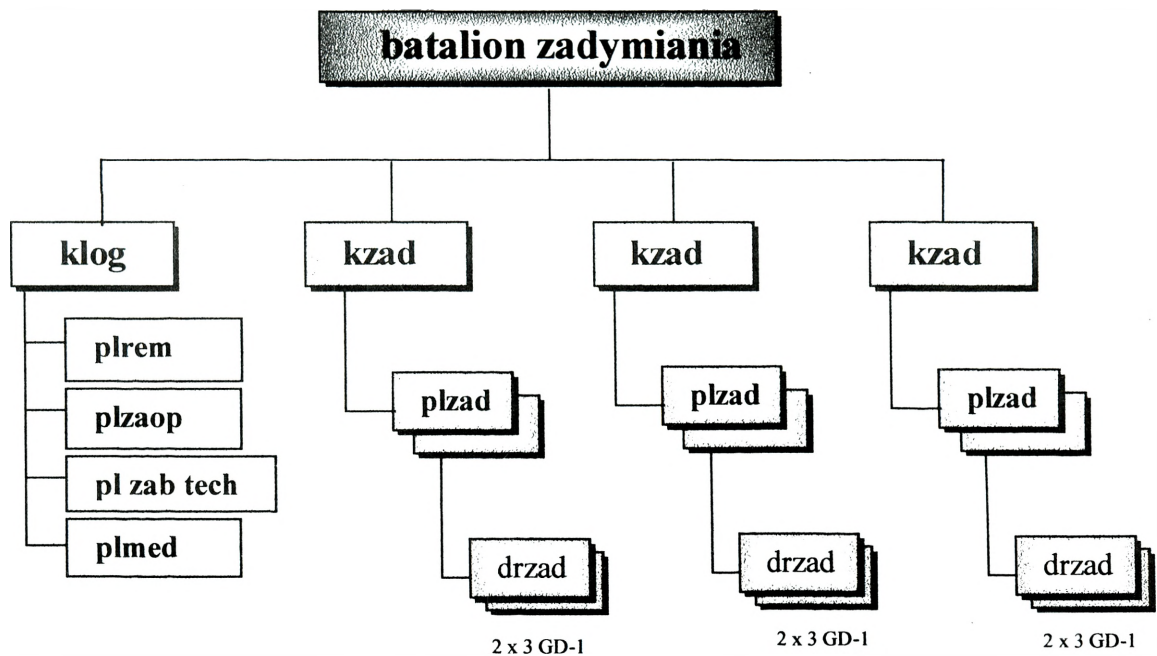
Źródło: *Stosowanie środków dymnych w działaniach bojowych*, podręcznik, MON, Warszawa 1980

Czas dymienia, długotrwałość lotu i zasięg śmigłowca wersji „Ch”

WERSJA	Ilość paliwa /dm ³ /	Zapas paliwa /dm ³	Ilość oleju dymotwórczego /dm ³ /	Zasięg /km/	Długotrwałość lotu /min/	Długotrwałość zadymiania
WDZ-80 z kompletnym wyposażeniem wersji „Ch”	600	5%	170	315	153	9
	398	5%	380	202	101	20
WDZ-80 z częściowym wyposażeniem wersji „Ch”	523	5%	380	276	135	20
WDZ-80 z przystosowaniem do zabudowy wyposażenia wersji „Ch”	567	5%	380	302	318	20

Źródło: *Stawianie zasłon dymnych przez śmigłowce*, MON, Warszawa 1987

STRUKTURA ORGANIZACYJNA I MOŻLIWOŚCI BATALIONU ZADYMIANIA
/z pułku obrony przeciwchemicznej/



MOŻLIWOŚCI BATALIONU ZADYMIANIA				
ZASŁONA LINIOWA			ZASŁONA POWIERZCHNIOWA	
	DŁUGOŚĆ ZASŁONY /m/ PRZY WETRZE			POWIERZCHNIA ZASŁONY
	bocznym	skośnym	czołowym	
bzad	18000	12600	5400	36 x GD-1
kzad	6000	4200	1800	12 x GD-1
plzad	3000	2100	900	6 x GD-1
drzad	1500	1050	450	3 x GD-1
bzad	2,7 km ²			
kzad	0,9 km ²			
plzad	0,45 km ²			

WZÓR ANEKSU DO ZADYMIANIA

ANEKS ? ZADYMIANIE DO ROZKAZU BOJOWEGO

Dokumenty odniesienia: *Mapy, plany, inne dokumenty*

Strefa czasowa:

1. POŁOŻENIE

- a. Siły przeciwnika. Zobacz aneks Rozpoznanie do rozkazu bojowego nr... */Dodaj wszystkie obiekty, które zidentyfikowano podczas oceny zadymiania, a nie ujęto ich w aneksie Rozpoznanie. Uwzględnij pogodę i teren./*
- b. Wojska własne. */Włącz informacje o środkach dymnych nie uwzględnionych w rozkazie bojowym, a znajdujących się na wyposażeniu przełożonego, sąsiadów, pododdziałów wspierających i innych./*
- c. Zmiany w podporządkowaniu */Wyszczególnienie środków dymnych przydzielonych lub odłączonych przez przełożonego./*

2. ZADANIE */Krótko sformułowane zadanie dla środków dymnych./*

3. REALIZACJA

- a. Koncepcja zadymiania */Opisuje koncepcję użycia środków dymnych, uwzględniającą zamiar dowódcy oraz priorytety działań. Wyjaśnia rolę środków dymnych w planie maskowania operacyjnego./*
- b. Zadania dla środków dymnych
 - (1) Generatory dymne */Lista zadań, celów i przedsięwzięć do wykonania przez pododdziały zadymiania./*
 - (2) Artyleryjskie środki dymne */Zobacz Aneks Wsparcie Ogniowe./*
 - (3) Inne środki dymne */Lista wybranych zadań dla jednostek używających TAD, świec dymnych lub innych środków do zadymiania./*
- c. Instrukcje koordynujące */Wytyczne do koordynacji i kontroli zadymiania odnoszące się do dwóch lub więcej szczebli dowodzenia./*
 - (1) Wyznaczenie oficera do kontroli zadymiania.
 - (2) Osoby, czas, obiekty lub położenie wojsk, które inicjują zadymianie.
 - (3) Lista celów dymnych wraz ze szkicem lub mapą.
 - (4) Plan zadymiania.

4. ZABEZPIECZENIE LOGISTYCZNE

- a. Środki zaopatrzenia i serwis */Informacje o procedurach dystrybucji, punktach składowania i przewozie amunicji dymnej, paliwa do generatorów dymnych oraz innych zapasów./*
 - (1) Który szczebel dowodzenia /TAACOM, COSCOM, DSA, BSA itp./ dostarcza zaopatrzenie /i jaki rodzaj?/ dla pododdziałów zadymiania.
 - (2) Stopień zużycia środka podczas realizacji poszczególnych zadań */np.; ilość paliwa dymnego potrzebnego do generatorów dymnych podczas zadymiania./*
 - (3) Dostarczanie zaopatrzenia dla zaangażowanych pododdziałów */np.; czas dostarczenia, lokalizacja, ilość i częstotliwość./*
 - (4) Transport
 - Dostępność środków transportowych;
 - Wcześniejsze planowanie w celu zapewnienia dostaw.
 - (5) Priorytety dotyczące zaopatrzenia wybranych jednostek i obszarów

5. DOWODZENIE I ŁĄCZNOŚĆ

- a. Dowodzenie */Stałe procedury do kontroli środków dymnych i położenia zasadniczych lub zapasowych punktów zadymiania./*
- b. Łączność */Odwołanie do odpowiednich instrukcji łączności, cisza radiowa, kody, hasła, szyfry, kryptonimy/*

WZÓR OCENY ZADYMIANIA

/SMOKE ESTIMATE/

OCENA ZADYMIANIA

Dokumenty odniesienia: *Mapy, plany, inne dokumenty*

Strefa czasowa:

1. **ZADANIE.** Zadanie określone przez dowódcę po ocenie sytuacji.
2. **POŁOŻENIE** oraz **WARIANTY DZIAŁANIA**
 - a. Rozważenie możliwych wariantów działania
 - (1) Działania do zabezpieczenia
 - (2) Charakterystyka obszaru działań
 - (a) Warunki atmosferyczne
 - (b) Warunki terenowe
 - (c) Inne odpowiednie czynniki
 - b. Siły przeciwnika. */Ewentualne słabości, które można wykorzystać i określić potencjalne cele/*
 - c. Wojska własne. */Obejmuje aktualny stan środków dymnych/*
 - (1) Sytuacja taktyczna
 - (2) Dostępność środków dymnych */generujących dym, artyleryjskich i do samo-osłony/*
 - (3) Obsługa personalna, logistyka, współpraca wojskowo – cywilna
 - (a) Amunicja dymna
 - (b) Mgłą olejowa
 - (c) Paliwo
 - (d) Stan gotowości pododdziałów zadymiania
 - (e) Dostępne środki transportu
 - d. Przewidywane trudności
 - e. Własne warianty działania
3. **ANALIZA WARIANTÓW DZIAŁANIA.** */Analizuj każdy wariant uwzględniając krytyczne momenty, czas, obszar i znaczące trudności/*
4. **PORÓWNANIE WARIANTÓW DZIAŁANIA.** */Oszacuj niedostatki dymnych środków przenoszenia oraz perspektywy porażenia celu. Wylicz wady i korzyści użycia dymów, uwzględniając metody pokonania trudności./*
5. **WNIOSKI.** */Wskaż je, gdy zabezpieczenie zadanie jest możliwe do wykonania i określ, który wariant działania w najlepszy sposób zabezpiecza zadanie./*

WZÓR LISTY KOORDYNACJI ZADAŃ DYMNYCH
/SMOKE MISSION COORDINATION CHECKLIST/

1. Współrzędne zadania dymnego /*położenie celu*/.....
2. Data i czas rozpoczęcia i zakończenia zadania dymnego:
 POCZĄTEK - data i czas zdarzenia
 KONIEC – data i czas zdarzenia
3. Data i czas zajęcia/opuszczenia stanowiska dymnego przez pododdział zadymiania
 ZAJĘCIE STANOWISKA - data i czas.....
 OPUSZCZENIE STANOWISKA – data i czas
4. Wymagany zakres widoczności w dymie
/np. KOCYK: mniej niż 50 m, MGIEŁKA: 50 – 150 m/
5. Położenie środków przeciwnika
6. Łączność:
 (a) Częstotliwość i kryptonim pododdziałów zabezpieczanych:
 Częstotliwość podstawowa Cz. zapasowa
 Kryptonim
- (b) Częstotliwość i kryptonim pododdziałów zabezpieczających:
 Częstotliwość podstawowa Cz. zapasowa
 Kryptonim
7. Kompetencje dowodzenia jednostek zabezpieczających w stosunku do jednostek zabezpieczanych */Wsparcie ogólne, wsparcie bezpośrednie, podporządkowanie, OPCON, itp./*
8. Odpowiedzialność jednostek zabezpieczanych w stosunku do jednostek zabezpieczających */np.: transport, zaopatrzenie w paliwa, żywność, remont sprzętu, itp./*

9. Wymagane uzgodnienia pomiędzy komórkami sztabu:
S2; S3; S4; OWO; itp;
10. Położenie TOC zabezpieczanych jednostek
11. Hasła, kryptonimy i słowa kodowe:
12. Uzgodnienia z jednostkami podległymi, DATA/CZAS:
13. Uzgodnienia z jednostkami sąsiadującymi, DATA/CZAS:
14. Wyznaczone drogi zaopatrzenia:
15. Określenie lokalnych warunków atmosferycznych i ich specyfiki:
16. Określenie dodatkowych wymaga bezpieczeństwa:
17. Informacje łącznikowe */pomiędzy jednostkami zabezpieczanymi i zabezpieczającymi/*
.....
18. Oleata zadymiania:
19. Meldunek po wykonaniu zadania do Ośrodka Analizy Skazań wyższego szczebla:
Data/Czas rozpoczęcia zadymiania:
Czas trwania zadymiania:
Zużycie środka dymotwórczego:
Wynikłe problemy:
Rezultaty zadymiania: /Sukces czy porażka/

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	3
1. OGÓLNE POJĘCIA O DYMACH	5
1.1. Podstawowe określenia	5
1.2. Charakterystyka dymów	7
1.3. Właściwości maskujące dymów	9
2. WPŁYW DYMÓW NA ŚRODKI RAŻENIA, ROZPOZNANIA I NAPROWADZANIA NA CEL	13
3. WPŁYW RZEŻBY TERENU ORAZ WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH NA ZACHOWANIE SIĘ ZASŁON DYMNYCH	23
3.1. Wpływ warunków atmosferycznych na stosowanie środków dymnych	23
3.2. Wpływ rzeźby terenu na stosowanie środków dymnych	28
4. CHARAKTERYSTYKA ZASŁON DYMNYCH	32
5. CHARAKTERYSTYKA ŚRODKÓW DYMOTWÓRCZYCH	38
5.1. Klasyfikacja środków dymotwórczych	38
5.2. Wymagania stawiane środkom dymotwórczym	39
5.3. Charakterystyka środków dymotwórczych	41
5.4. Składniki mieszanek dymotwórczych	46
6. ŚRODKI DYMNE I SPRZĘT DO ZADYMIANIA	48
7. ZASADY STOSOWANIA ŚRODKÓW DYMNYCH W DZIAŁANIACH BOJOWYCH	58
7.1. Zasady ogólne	58
7.2. Dymy w działaniach obronnych	59
7.2.1. Działania głębokie	60
7.2.2. Działania sił osłonowych	61
7.2.3. Działania obronne w głównym obszarze walki	62
7.2.4. Działania odwodów	64
7.2.5. Działania tyłowe	64
7.3. Dymy w działaniach zaczepnych	65
7.3.1. Faza przygotowawcza	66
7.3.2. Atak	67
7.3.3. Rozwinięcie powodzenia	68
7.3.4. Pościg	70
7.4. Dymy w innych rodzajach działań	71
7.4.1. Działania odwrotowe	72
7.4.2. Luzowanie wojsk	74
7.4.3. Przejście przez linie ugrupowania bojowego	75
7.4.4. Działania na połączenie	77
7.4.5. Wychodzenie z okrążenia	78
7.4.6. Przekraczanie /forsowanie/ rzek	79
7.4.7. Pokonywanie zapór inżynierskich	81
7.4.8. Działania desantowe	82
8. ZASADY KALKULACJI POTRZEB I MOŻLIWOŚCI UŻYCIA ŚRODKÓW DYMNYCH	84
8.1. Ogólne zasady kalkulacji dymnych	84
8.2. Planowanie zadymiania – analiza potrzeb i możliwości	88
SPIS TABEL	91
SPIS RYSUNKÓW	92
SPIS LITERATURY	93
ZAŁĄCZNIKI	95

