

Marian **HOŁOTA**
Dariusz **TYBIŃKOWSKI**

WSPÓŁCZESNE ZAPORY MINOWE ORAZ KONCEPCJA I STRUKTURA KONSTRUKCYJNO-FUNKCJONALNA BEZZAŁOGOWEGO POJAZDU TORUJĄCEGO

Streszczenie: W artykule przedstawiono cechy charakterystyczne min i współczesnych pól minowych. Zaprezentowano wady i zalety obecnie stosowanych urządzeń do wykonywania przejść w polach minowych. Ujęto prezentacje konstrukcji i struktury konstrukcyjno-funkcjonalnej bezzałogowego pojazdu torującego.

1. WSTĘP

We współcześnie wykonywanych zaporach minowych nadal szerokie zastosowanie znajdują klasyczne miny przeciwpiechotne i przeciwpancerne z zapalnikami kontaktowymi. Doświadczenia współczesnych konfliktów zbrojnych potwierdzają, że miny są i pozostaną w przyszłości jednym z powszechnie stosowanych środków walki, a zapory minowe stanowią skuteczny i ważny element obrony przeciwpancernej.

Różnorodność min i stosowanych w nich zapalników powoduje konieczność zastosowania różnego rodzaju metod, środków i urządzeń rozminowywania. Przyszłe zapory minowe budowane będą w głównej mierze przy użyciu min przeciwpancernych z elektronicznymi zapalnikami niekontaktowymi, reagującymi na różnorodne pola fizyczne towarzyszące wozom bojowym.

Rozwój metod i technik rozminowywania jest ściśle związany z rozwojem i postępowaniem technicznym w sprzęcie minerskim i zaporowym. Faktycznie jest to nieustanny proces rozwiązywania problemów wykrywania i niszczenia aktualnie stosowanych (już wyprodukowanych i będących w fazach projektowych) min, począwszy od najprostszych (o klasycznym działaniu naciskowym), do tak zwanych „min inteligentnych” zawierających najnowocześniejsze rozwiązania techniczne z wielu dziedzin nauki.

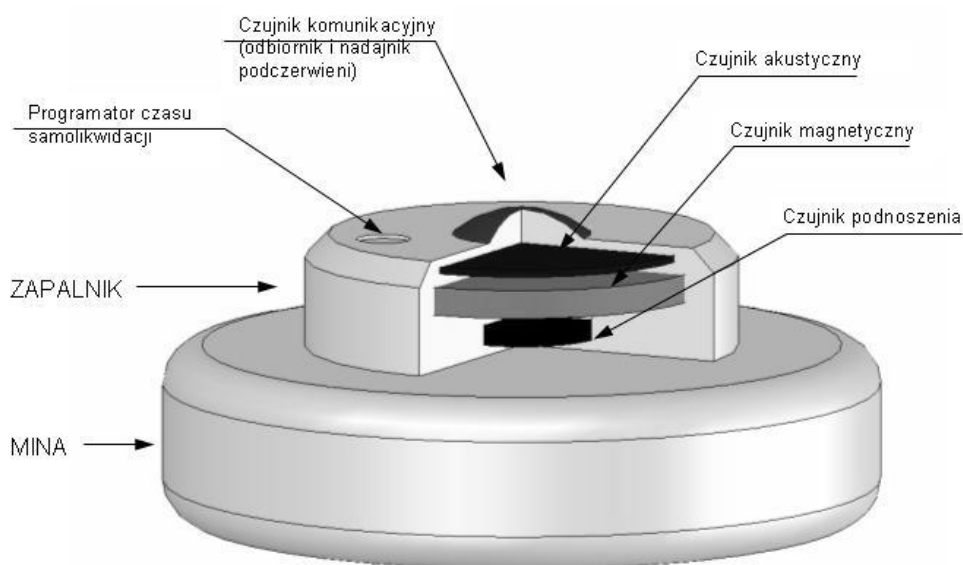
W działaniach obronnych bardzo istotnym elementem jest możliwość szybkiego usunięcia zagrożenia minowego na terenie własnym, co jest najważniejszym czynnikiem utrzymania i zapewnienia manewrowości oraz mobilności w działaniach ofensywnych w przypadku kontaktu i odzyskania terenu uprzednio zdobytego i zaminowanego przez nieprzyjaciela.

Posiadanie nowoczesnego sprzętu do rozminowywania jest również niezbędne po zakończeniu działań bojowych. Stąd wynika propozycja wykorzystania do tych działań bezzałogowego pojazdu torującego o charakterze stymulującym cel.

2. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻEŃ PRZY POKONYWANIU ZAPÓR MINOWYCH

Większość min stosowanych we współczesnych zaporach jest nieusuwalna i nierozbrajalna. Można spodziewać się stosowania w zaporach minowych różnorodnych min pułapek. Współczesne miny cechują się poniższymi parametrami funkcjonalnymi:

- zadziaływanie pod obrysem pojazdu, wskutek zaburzenia składowej pionowej ziemskiego pola magnetycznego,
- odporność na trałowanie magnetyczne – rozróżnienie pomiędzy polem magnetycznym charakterystycznym dla trału, a polem od pojazdu bez trału,
- odporność na trałowanie ładunkiem wydłużonym, to jest niezadziaływanie od wstrząsu spowodowanego wybuchem ładunku w bliskiej odległości,
- nieusuwalność – to jest zadziaływanie w przypadku próby podniesienia lub rozbrojenia miny (rozróżnienie pomiędzy wstrząsem spowodowanym wybuchem, a wstrząsem spowodowanym próbą usunięcia).

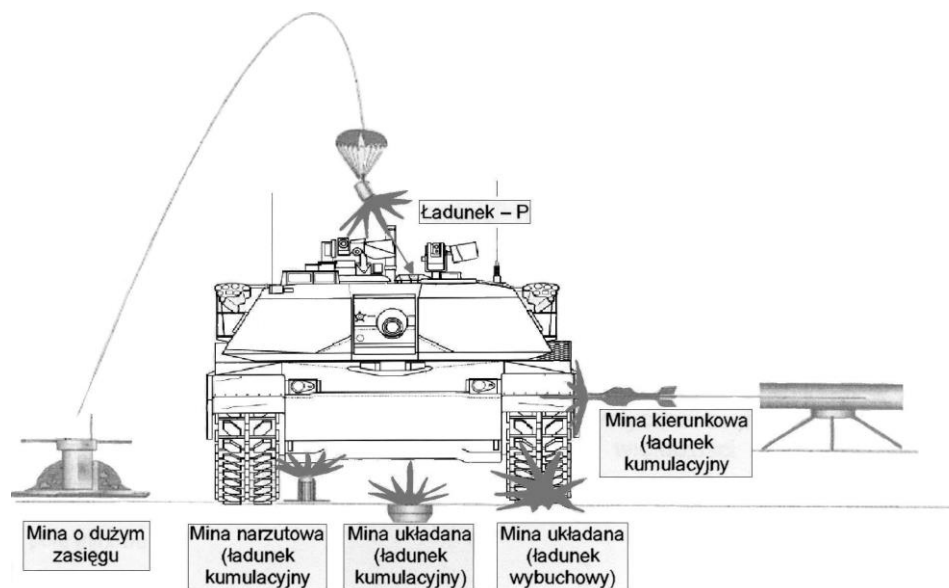


Rys. 1. Przykładowe rozmieszczenie czujników w zapalnikach

Do wielkości fizycznych charakteryzujących wozy bojowe, które mogą być podstawą ich identyfikacji jako celów rozpoznania i rażenia przez miny niekontaktowe należą:

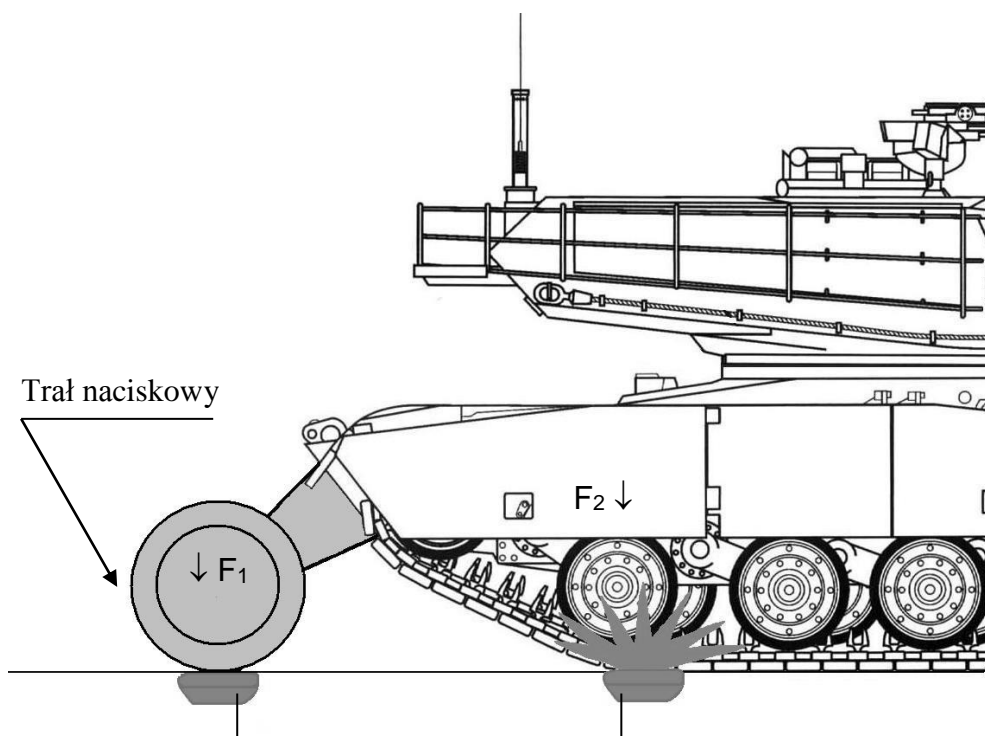
- natężenie ziemskiego pola magnetycznego oraz przebieg i parametry rozkładu przestrzennego tego pola pod obrysem wozu w płaszczyźnie styku gąsienic wozu bojowego z gruntem,
- poziom natężenia dźwięku oraz przestrzenne amplitudowe i fazowe parametry jego rozkładu w przestrzeni otaczającej wóz bojowy,
- poziom drgań sejsmicznych gruntu towarzyszący pracy silnika i ruchowi wozu,
- natężenie, charakterystyka widmowa i rozkład przestrzenny promieniowania cieplnego, emitowanego przez wóz do otoczenia.

Sposób oddziaływania kontaktowych i niekontaktowych min na pojazd pancerny lub zestaw rozminowywania przedstawiono schematycznie na rys. 2.



Rys. 2. Schematyczne przedstawienie sposobu oddziaływania min kontaktowych i niekontaktowych

Sposób zadziałania min o zwiększonej odporności na trałowanie naciskowe przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Schematyczne przedstawienie sposobu oddziaływania min o zwiększonej odporności

Miny przeciwgąsienicowe

Dla przestarzałych przeciwpancernych min przeciwgąsienicowych (których światowe zapasy są duże) można stosować współczesne kontaktowe i bezkontaktowe zapalniki, które zapewniają jej działanie na całej szerokości czołgu (mina przeciwgąsienicowa staje się miną przeciwdenną). Głównymi producentami tych min są Francja i Włochy. Wykonywane są one w obudowie plastikowej z okrągłym naciskowym dyskiem z góry, może być również wyposażona w element nieusuwalności. Masa tych min waha się w granicach od 5 do 7,1 kg, przy czym MW od 4 do 6,3 kg. Są trudno wykrywalne przez indywidualne wykrywacze min. Przeznaczone są do ręcznego i mechanicznego sposobu układania.

Miny przeciwdenne

Miny te w wielu krajach uważane są za najważniejszy środek niszczenia siły pancernej, który może zastąpić miny przeciwgąsienicowe. Miny wykonywane są w dwóch rodzajach: jako przeznaczone do ustawiania zmechanizowanego za pomocą ustawiaczy lub zdalnego – narzutowego z reguły wyposażone w mechanizmy stabilizujące). Miny do ustawiania w gruncie mają ładunek MW o masie od 1,5 do 3,5 kg działający na zasadzie jądra uderzeniowego, a narzutowe - ładunek kumulacyjny o masie od 0,4 do 0,8 kg. Bywają wyposażone w zapalniki niekontaktowe z ulepszonymi systemami obrony przed środkami trałowymi.

Miny przeciwburtowe

Miny te traktowane są przez zagranicznych specjalistów wojskowych jako niezbędne do uzupełnienia min typu przeciwdennego. Ten rodzaj min powinien być stosowany szczególnie przy osłonie dróg, którymi będą się poruszać własne wojska, ulic w czasie prowadzenia działań bojowych, jak również osłony przejść w zaporach minowych i innych oraz ochrony pozycji obronnych, rejonów przepraw i systemów zapór. W armiach NATO konstruktorzy kierują się jednakowymi, następującymi wymaganiami w stosunku do tych min:

- niezawodność rażenia - na odległość do 75 m – czołgu, poruszającego się z prędkością do 60 km/h, niezależnie od kierunku ruchu względem miny,
- ogólna masa nie większa niż 20 kg (najlepiej do 15 kg),
- ochrona przed wykorzystaniem lub przestawieniem przez przeciwnika,
- programowany czas gotowości bojowej – 3 do 96 h (z przerwą 3 h) i do 40 dób,
- niezadziałanie pod ciężarem idącego człowieka lub pojazdu do 3 t i 4 m długości,
- mikroprocesor do programowania wyboru celu (np. pierwszego, drugiego lub trzeciego pojazdu),
- czujnik wykrywania celu z wąskim polem widzenia – nie przekraczającym 25°,
- wyposażenie w aparaturę do zdalnego kierowania położeniem bojowym miny, tj. przestawieniem go w bezpieczne położenie i odwrotnie,
- przygotowanie do unieszkodliwienia przez własne wojska, jeśli mina znajduje się w położeniu bojowym (do 5 razy w ciągu 40 do 60 dób).

Miny przeciwpokładowe (przeciwdachowe)

Są to samonaprowadzające się, działające automatycznie pociski, obliczone na rażenie najczulszej części pojazdu bojowego (dachu), zaliczane do kategorii środków o dużej powierzchni rażenia. Opracowywane wzory są zdolne do rażenia poruszających się celów w promieniu 100 m. Uważa się, że te jakościowo nowe miny znajdują zastosowanie w zaporach odcinka frontu – znacznego pod względem obszaru. Możliwość zdalnego ich ustawienia pozwoli ograniczyć ruchliwość jednostek drugiego rzutu i odwodów przeciwnika. Według informacji prasy zagranicznej, w armiach NATO opracowane są dwa modele min przeciwpokładowych, którymi planuje się uzupełnić arsenał amunicji inżynierskiej.

Zapalnik sejsmiczno-akustyczny, jest zdolny do wykrywania, rozpoznawania celu i wydawania komend, odpalenia elementu bojowego. Ten zaś, przez obracanie się, ustawia się na torze, za pomocą czujnika podczerwieni wykrywa poruszający się czołg i razi jego dach (pokład) rdzeniem uderzeniowym na odległość do 20 m. Okres gotowości bojowej ustawionej miny wynosi 180 dób, po upływie, którego automatycznie przechodzi w położenie bezpieczne (przygotowany do wybuchu pocisk może być na komendę radiową przestawiony w bezpieczne położenie i znowu – w położenie bojowe).

Minami mogą być rażone cele na powierzchni 0,1 km². Według danych, z ponad dziesięcioma wystrzelonymi eksperymentalnymi elementami bojowymi miny, uzyskano wynik pozytywny (100% trafień).

3. METODY WYKRYWANIA MIN

Metody wykrywania min koncentrują się przede wszystkim na wykrywaniu min zamaskowanych gruntem. W tym przypadku pełną przydatność wykazują jedynie czujniki i układy detekcyjne do wykrywania metalu, lecz są one obciążone dużymi cechami negatywnymi, np. wykrywanie min z elementami metalowymi na polach silnie zanieczyszczonych odłamkami lub celowo rozsianym granulem lub wykrywanie min z bardzo małą zawartością metalu.

Metodą wykrywania cech wtórnych pola minowego (np. ułożenia min w rzędach) jest zastosowanie czujników podczerwieni wykrywających miny na zasadzie różnicy temperatur. Skuteczność tej metody zależy od położenia czujników w stosunku do rozpoznanych pozycji. Metoda ta jest mało efektywna w stosunku do min zamaskowanych gruntem.

Wykrywanie min przez zastosowanie metod radiotechnicznych, polegających na emisji impulsów elektromagnetycznych (o częstotliwości 100 ÷ 10000 Hz) w głąb gruntu i detekcji promieniowania odbitego od min znajdujących się pod jego warstwą, w chwili obecnej również nie może być wykorzystywane jako podstawowe. Przyczyną jest duża niejednorodność gruntu, obecność kamieni, korzeni roślin, pustych przestrzeni. Metody radiotechniczne można by, zatem stosować tylko dla gruntów o dużej naturalnej jednorodności.

Jednym z nowo opracowywanych sposobów wykrywania ładunków MW jest wykrywanie materiałów wybuchowych przez pobudzenie ich typowych struktur molekularnych strumieniem neutronów i rejestrację różnic w tle promieniowania. Istnieje, zatem możliwość stosowania akceleratora liniowego napromieniowującego grunt, a rozpad wywołany w materiale miny umożliwia jej wykrycie. Wadą tej metody jest wykrywanie

znacznej ilości związków azotu (np. pola pokryte roślinnością), co stanowi czynnik zakłócający.

Według specjalistów, zajmujących się rozpoznawaniem zapór minowych, prace badawcze powinny być skierowane na opracowanie różnorodnych technik rozpoznawczych, a wśród nich technik bazujących na hyperspektralnej detekcji (jednocześnie w wielu przedziałach promieniowania optycznego i termalnego) i komputerowej analizie i interpretacji danych. Prowadzenie rozpoznania zapór minowych jednocześnie w wielu zakresach znacznie zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia.

Jak do tej pory stały rozwój metod rozpoznania i wykrycia zapór minowych mimo istotnego postępu technicznego, nie doprowadził do uzyskania skutecznych i efektywnych sposobów ich likwidacji. Powyższe dotyczy również sposobów przeszukiwania i wykrywania min o kierunkowym działaniu, które stanowią bezpośrednie zagrożenie dla mechanicznego aktualnie stosowanego sprzętu rozminowywania. Min kierunkowych nie można wykryć żadną z dotychczas stosowanych metod technicznych.

4. METODY LIKWIDACJI PÓL MINOWYCH

Prowadzenie efektywnych działań bojowych w takich warunkach wymaga właściwego rozpoznania i pokonania zapór minowych.

Podstawowym sposobem pokonywania zapór minowych jest torowanie w nich przejść przez zastosowanie różnorodnych metod trałowania:

- mechanicznego – trały o działaniu wykopowym i/lub naciskowym oraz udarowym,
- niekontaktowego – np. magnetyczne,
- wybuchowego – wydłużonymi ładunkami wybuchowymi, ładunkami paliwowo-powietrznymi,
- mieszanego – stanowiącego kombinację wyżej wymienionych.

Torowanie przejść w zaporach minowych przy użyciu wymienionych metod nie zapewnia pełnego bezpieczeństwa załogom pojazdów torujących i jest obciążone ryzykiem strat w ludziach i sprzęcie. Z tego względu istnieje potrzeba podejmowania różnego rodzaju przedsięwzięć, celem istotnego zmniejszenia poziomu ryzyka strat.

Wyniki badań oddziaływania miny klasycznej na sekcję naciskową trału wykazały, że ulega ona zniszczeniu w stopniu uniemożliwiającym na dalsze jej użycie. Z informacji zawartych w literaturze specjalistycznej wynika, że detonacja miny klasycznej pod trałem naciskowym powoduje uderzenie walców o kadłub, co wraz z efektem akustycznym oddziałuje paraliżująco na załogę.

W zaporach minowych można spodziewać się dużej ilości rodzajów i typów min przeciwpancernych, przeciwpiechotnych, przeciwtransportowych itp. zarówno z zapalnikami kontaktowymi, jak i niekontaktowymi, wyposażonymi w ładunek MW o masie od kilkuset gramów do kilkunastu kilogramów.

Wymienione wcześniej główne metody pokonywania pól i zapór minowych mają zarówno wady jak i zalety.

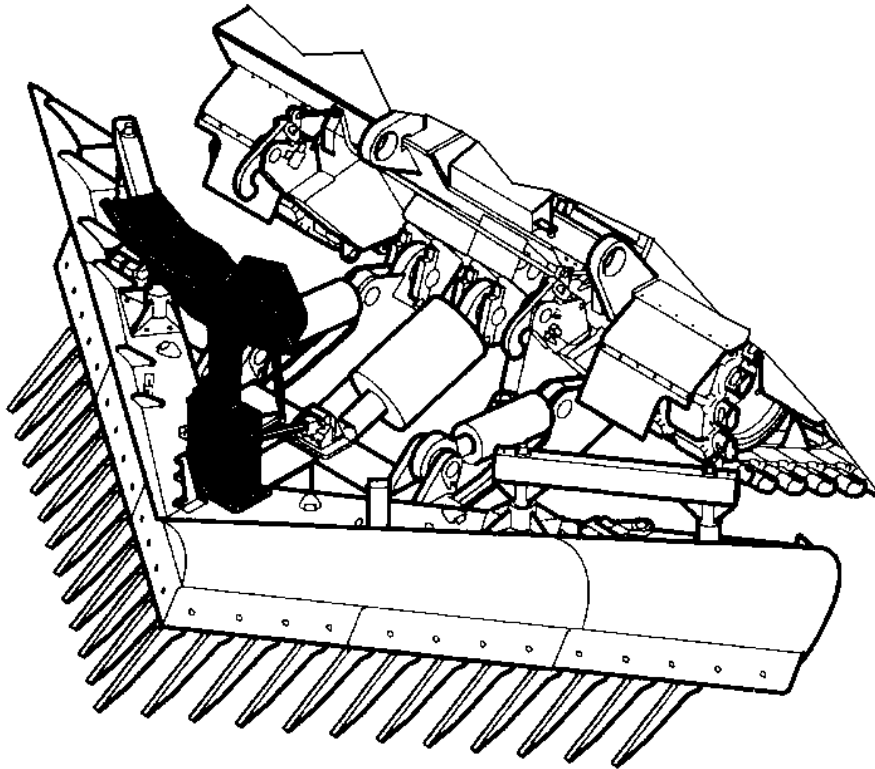
W głównej mierze urządzenia do trałowania tymi metodami montowane są obecnie na przystosowanych do tego celu czołgach (czołg torujący) lub specjalistycznych podwoziach.

Wady i zalety

Analizy ostatnich konfliktów zbrojnych, w których wykorzystywane były trały stanowiące podstawę oceny ich przydatności.

Podstawowe zalety trałów (Rys. 4) to:

- prosta konstrukcja, łatwość obsługi i eksploatacji,
- możliwość stosowania w różnych sytuacjach (oddziały pierwszego rzutu),
- stosunkowo duża skuteczność.



Rys. 4. Urządzenie do trałowania

Zasadnicze wady to:

- wrażliwość załóg obsługujących trały w czasie wybuchu min,
- ograniczenie możliwości wykorzystywania sprzętu wykopowego w nierównym terenie, powodujące niebezpieczeństwo pozostawienia min,
- nieskuteczność w stosunku do min z zapalnikami opóźnionego działania (przeciwtrałowymi),
- stosunkowo wolne tempo trałowania przejść przy jednoczesnym pozostawieniu oznak demaskujących (obłok kurzu przy trałowaniu udarowym),
- uszkodzenia urządzeń skrawających na niewidocznych naturalnych przeszkodach terenowych,
- brak odporności na działanie min kierunkowych przeciwburtowych lub przeciwpokładowych.

Te ostatni czynnik powodować może największe ryzyko poniesienia strat w ludziach i sprzęcie.

Tendencjom wzrostu powszechności stosowania min (w tym obecne przygotowania wojsk lądowych państw NATO) jako środka walki w warunkach współczesnych działań wojennych, towarzyszy jakościowy skok w ich właściwościach i parametrach taktyczno-technicznych. W wyniku zastosowania w najnowszych opracowaniach osiągnięć mikroelektroniki, techniki mikroprocesorowej ich efektywność bojowa jest wyższa niż analogicznych sprzed 1990 roku. W ramach stosowania takich min pokonywanie współczesnych zapór minowych za pomocą dotychczas stosowanych środków i metod wiązać się musi ze znacznymi stratami. Pomimo stałych postępów w szkoleniu i doskonaleniu jakości sprzętu pokonywanie zapór jest nadal niebezpieczne głównie ze względu na miny o działaniu kierunkowym. W związku z powyższym praca badawczo-rozwojowa idzie w kierunku wypracowania teoretycznych przesłanek dotyczących racjonalnych możliwości i metod rozpoznania i pokonywania zapór z takimi minami.

Wymagania taktyczne dla sprzętu rozminowywania

W oparciu o dotychczasowe doświadczenia w pokonywaniu pól i zapór minowych sformułowano wymagania, jakim powinien odpowiadać sprzęt, pozwalający na zapewnienie manewrowości wojsk pancernych w rejonach z dużym prawdopodobieństwem występowania zapór minowych.

Jednym z takich dokumentów są wymagania taktyczne NATO pt.: „Close-in Detection and Neutralization of Mines” opracowanym w 1995 roku.

Zgodnie z tym dokumentem techniczna realizacja koncepcji systemu wykrywania i rozminowywania pojazdem rozminowującym powinna umożliwić marsz pododdziałowi bez zatrzymania się.

To główne zadanie podzielono na następujące zadania cząstkowe: poszukiwanie, wykrywanie, lokalizowanie, oznaczanie i niszczenie (neutralizację) min. Ze względu na przyznanie funkcjom poszukiwania i wykrywania pierwszoplanowej roli, techniczna realizacja systemu może przyjąć przede wszystkim formę wielosensorowego zdalnie sterowanego pojazdu, wyposażonego w niezbędne czujniki ruchu i położenia w terenie, kontrolujące system napędowy i trąjące zespoły robocze. Pojazd ten będzie posiadać czujniki rozpoznania i lokalizowania wykrywanych przedmiotów.

5. KONCEPCJA I STRUKTURA KONSTRUKCYJNO-FUNKCYJONALNA BEZZAŁOGOWEGO POJAZDU ROZMINOWYWANIA

Podstawowy zarys właściwości współczesnych zapór minowych pod kątem zagrożeń przy ich pokonywaniu i ustawianiu stanowi charakterystyka ogólnych warunków jakie powinny być uwzględnione przy projektowaniu sprzętu i prac związanych z torowaniem przejść przy zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

Za jeden z najbardziej obiecujących kierunków postępu w tej dziedzinie uznać można zastosowanie metod bezzałogowych.

Wymienione uprzednio wielkości fizyczne o podstawowym znaczeniu dla identyfikacji wozów bojowych, stosowane w zapalnikach min jak: pole magnetyczne, zjawisko wibroakustyczne jako sztucznie wytworzone czujniki trąjące.

Ponieważ obecne metody i związane z nimi środki ochronne, stosowane dla pojazdów i obsługi podczas rozminowywania nie gwarantują całkowitego bezpieczeństwa, to prezentowana koncepcja bezzałogowego pojazdu do rozminowywania polega na inicjowaniu wybuchu miny przez zadziałanie własnego mechanizmu zapalnikowego.

Pojazd symuluje, zatem wszystkie cechy charakterystyczne celu i dla spowodowania detonacji miny duplikuje wzmożone emisje i sygnatyry charakterystyczne dla pojazdów pancernych – celów, tj.:

- konwencjonalne zapalniki naciskowe stymulowane są układem kroczącym o dużym nacisku,
- pasywne detektory pola magnetycznego wyzwalane są przez ferromagnetyczne elementy struktury magnetyzowane wstępnie i dodatkowe generatory pola magnetycznego,
- aktywne zapalniki magnetyczne, będą pobudzone przez elementy elektryczno-metaliczne,
- pasywne detektory podczerwieni stymulowane będą przez ekrany o podwyższonej temperaturze,
- czujniki akustyczne - przez wytwornicę drgań.

Pojazd rozminowania sam stymuluje cel, zbierając na siebie skutki wybuchu min szczególnie kierunkowych min przeciwburtowych i min atakujących z góry, a specjalna konstrukcja ekranowa na zewnątrz pojazdu przyjmuje na siebie skutki działania min zabezpieczając podstawową strukturę pojazdu.

Konstrukcja ekranów powinna być, zatem specjalistycznie dobrana, wykonana ze standardowych modułów lekkiej konstrukcji kratownicowej. Podwozie stanowić może zespół bieżno-napędowy z kadłubem czołgu T-72 po demontażu zespołów zbędnych, jak transporter obrotowy, złącze elektryczne, wybrane zespoły i zbiorniki układu paliwowego z pozostawieniem istniejącego układu sterowania jazdą, tj. skrzem, hamulcem i pompą paliwową.

Układy te zostaną zdublowane z układem zdalnego sterowania. Sterowanie ręczne przewidziane jest na dojazdy do rejonu działania, wtedy pojazd będzie prowadzony przez mechanika-kierowcę.

Pojazd wyposażony będzie w urządzenia nawigacyjne i przekazujące obraz pola (zapory) wybuchu min na bieżąco przez zespół kamer i do układu monitorów, zainstalowanych na pojeździe dowódczo-prowadzącym. Obraz skutku wybuchu miny pozwala na sklasyfikowanie typu miny. Zespoły nawigacji, łączności i przekazywania obrazu muszą być, zatem odpowiednio chronione.

Bezzałogowy pojazd rozminowania wg niniejszej koncepcji umożliwia rozminowanie przestrzeni objętej szerokością wozu od wszystkich typów min, włączając w to miny dalekiego zasięgu (kierunkowe i powierzchniowo-obronne), jeżeli tor jazdy będzie leżał w obszarze ich działania.

Wyposażenie specjalistyczne trału to:

- zestaw ładunków wydłużonych mocowanych do podwozia,
- zestaw mechanicznych urządzeń trałujących takich, jak:
 - trał wykopowy pełnej szerokości (4 m),
 - trał naciskowy,

- trał wirnikowy,
- trał magnetyczny
- zestaw do oznaczania oczyszczonej drogi.

Zestawy trałów mechanicznych przewożone na paletach przeznaczone są do szybkiego montażu na pojeździe przy użyciu wysięgnika żurawia, zabudowanego na pojeździe bezzałogowym.

Pojazd, zatem jest pojazdem bezzałogowym, zdalnie sterowanym lub poruszającym się po uprzednio zaprogramowanym torze jazdy. Transmisja danych z kamer i czujników do pojazdu dowodzenia wymusza posiadanie kodów, uniemożliwiających bezpośredni dostęp nieprzyjaciela, który zamierza zakłócić prace.

6. PODSUMOWANIE

- Obecnie prowadzone badania nad problemami związanymi z wykrywaniem min powinny wskazać cechy demaskujące miny w różnych warunkach terenowych i atmosferycznych; badania określają również możliwości wykrywania pól minowych i ich precyzyjnej lokalizacji.
- Cechy demaskujące miny mogą być podstawą opracowania emitorów sygnałów doprowadzających do zadziałania zapalników min, ich detonacji, a obraz skutków byłby odbierany na modułowych ekranach stanowiących zabezpieczenie konstrukcji pojazdu bezzałogowego.
- Wytworzenie bezzałogowego pojazdu rozminowania przez krajowy zespół badawczo-produkcyjny jest możliwe.
- Wykonanie pojazdu tego typu zminimalizuje straty siły żywej przy pokonywaniu terenu zaminowanego, w tym z minami kierunkowymi w tempie zabezpieczającym ruch jednostek pancernych.

7. LITERATURA

- [1] LUDAS M.: Ocena stanu bezpieczeństwa środków minersko-zaporowych w eksploatacji wojskowej. Materiały z VI Konferencji nt. Rozwój sprzętu inżynierskiego w aspekcie modernizacji technicznej SZ RP, Piechowice, 2003.
- [2] HURNIK P.: Zdalne rozpoznanie zapór minowych. Materiały z VI Konferencji nt. Rozwój sprzętu inżynierskiego w aspekcie modernizacji technicznej SZ RP, Piechowice, 2003.
- [3] ZUCHOWSKI R., BĘBENEK B.: Miny przeciwlotnicze.
- [4] BIAJGO R.: Rozwój metod i technik rozminowania oraz problem eksploatacji stosowanego w nim sprzętu. Konferencja Naukowo-Techniczna WITI, Zamek Czecha 1993.
- [5] GARSTKA J.: Trały do min lądowych. Raport 4, 2002.
- [6] Robotyzacja pola walki. Armada International, nr 2, 1995.
- [7] GROSCH H.: Übewinden durch Überlisten. Kampf gegen Minen. Soldat und Technik, nr 9, 1996.

- [8] Cele Sił Zbrojnych NATO 2000 i wymagania długoterminowe dla RP. Kompendium oprac. DPZ MON.

**MODERN MINE BARRIERS, CONSTRUCTIONAL AND FUNCTIONAL
CONCEPTION UNMANNED CLEAR VEHICLE**

Abstract: The paper presents typical features of mines and modern minefields as well as advantages and disadvantages of presently used equipment for making passages in minefields. The paper also concerns an idea and constructional-functional structure of unmanned mine clearing vehicle.

Recenzent: dr inż. Wojciech ZAJLER