

Wykorzystanie wycofywanych z eksploatacji min przeciwpiechotnych w procesie opracowywania środków alternatywnych dla min lądowych

Dariusz SAPIJA, Janusz ŚLIWIŃSKI, Andrzej WOJCIECHOWSKI,
Michał LUDAS*, Wiesław MADEJ, Łukasz CZUBATY,
Piotr KRYSIAK, Daniel STRZAŁKOWSKI

Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej, ul. Obornicka 136, 50-961 Wrocław
**autor korespondencyjny, e-mail: ludas@witi.wroc.pl*

Artykuł wpłynął do redakcji 14.05.2012. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano 30.07.2013

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki prac konstruktorskich i badawczych dotyczących opracowania środków alternatywnych dla min przeciwpiechotnych. Przedstawione urządzenia, wchodzące w skład Systemu Sterowanych Ładunków Wybuchowych, zbudowane zostały w oparciu o będące na wyposażeniu SZ RP miny przeciwpiechotne MON-100 i stanowią tani w produkcji oraz skuteczny środek rażenia siły żywej. Opracowany sprzęt spełnia wymagania, jakie stawia przed Polską Konwencją Ottawską oraz wymagania Norm Obronnych dotyczących bezpieczeństwa użytkowania.

Słowa kluczowe: inżynieria bezpieczeństwa, miny przeciwpiechotne, środki alternatywne, Konwencja Ottawska, cykl życia produktu, badania eksploatacyjne

1. WSTĘP

Miny przeciwpiechotne od dawna stosowane są jako tanie w produkcji i skuteczne na polu walki środki rażenia siły żywej.

Artykuł został opracowany na podstawie referatu prezentowanego podczas IX Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej nt. „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa”, Pułtusk, 25-28 września 2012 r.

Ich powszechne użycie jest najbardziej widoczne w krajach biedniejszych, których nie stać na wdrożenie nowoczesnego uzbrojenia lub utrzymanie dobrze zorganizowanej armii zdolnej do podjęcia walki z przeciwnikiem przystosowanym do działań bojowych na współczesnym polu walki.

Pola minowe są rozmieszczane niejednokrotnie w pobliżu miejsc, które po zakończeniu konfliktu zbrojnego są zamieszkałe przez ludność cywilną. Często są one nieoznakowane i pozostawione w stanie aktywnym, narażając ludność na odniesienie obrażeń w wyniku nieumyślnego wejścia w strefę rażenia. Wysoka liczba ofiar konfliktów wojennych przyczyniła się do podjęcia działań ograniczających produkcję i stosowanie min przeciwpiechotnych w działaniach bojowych. Efektem tego jest międzynarodowy Traktat Ottawski [1] dotyczący zakazu stosowania min przeciwpiechotnych z 1997 r., zobowiązujący do zaprzestania stosowania, eksportowania i zniszczenia posiadanych min przeciwpiechotnych. Polska ratyfikowała Konwencję w grudniu 2013 r., podejmując kilka lat wcześniej prace badawczo-rozwojowe w celu opracowania środków alternatywnych dla min lądowych, w tym przeciwpiechotnych, spełniających zarówno warunki Konwencji Ottawskiej, jak i nowe Normy Obronne warunkujące bezpieczeństwo ich użytkowania. Złożonym systemem realizującym te zadania jest System Sterowanych Ładunków Wybuchowych (SŚŁW) o kryptonimie „Jarzębina-S”. Aby ograniczyć koszty produkcji i wdrożenia nowego środka rażenia, w trakcie opracowywania ww. systemu wykorzystano ładunki wybuchowe odłamkowego rażenia z min przeciwpiechotnych o działaniu kierunkowym MON-100 będących na wyposażeniu wojsk inżynieryjnych RP.

2. WYMAGANIA TECHNICZNE

SŚŁW jest rozbudowanym systemem przeznaczonym do ochrony dużych obszarów, takich jak teren baz wojskowych, magazynów i innych tego typu obiektów. System powstał z myślą o ograniczeniu strat wśród ludności cywilnej, co wymagało opracowania szczególnej topologii systemu, w skład której wchodzi trzy grupy urządzeń rozmieszczonych w kolejnych strefach:

- strefa ostrzegania – zbudowana z elementów informacyjnych w postaci znaków i tablic ostrzegających przed zagrożeniem życia i zdrowia w wyniku jej naruszenia,
- strefy odstraszenia – zbudowane z elementów detekcyjnych ostrzegających osoby przekraczające strefę oraz operatora systemu o jej naruszeniu oraz urządzeń świetlno-akustycznych informujących o wykryciu naruszenia strefy odstraszenia,

- strefy rażenia – zbudowanej z zestawu ładunków wybuchowych wąskiego i szerokiego rażenia sterowanych radiowo przez operatora, zintegrowanych z elementami detekcyjnymi, pozwalającymi operatorowi na precyzyjne zdetonowanie ładunków wybuchowych, w zasięgu rażenia których znajdują się osoby przekraczające strefę.

Cały system nadzorowany jest zdalnie przez operatora za pomocą sterownicy elektrycznej komunikującej się radiowo z elementami detekcyjnymi oraz zapalnikami inicjującymi detonację poszczególnych ładunków wybuchowych. System SSŁW pozwala na znaczne ograniczenie strat wśród osób nie zaangażowanych w konflikt w trakcie jego trwania i pozwala na stosowanie sterowanych ładunków wybuchowych jako w pełni kontrolowanego środka bojowego zgodnego z wymaganiami Konwencji Międzynarodowych.

3. WYKORZYSTANIE MIN MON-100

Jak wcześniej wspomniano, strefa rażenia zbudowana jest z zestawu ładunków wybuchowych wąskiego i szerokiego rażenia. W celu ograniczenia kosztów wdrożenia zestawu ładunków wybuchowych wąskiego rażenia (SŁW/WR), do ich opracowania wykorzystano ładunki wybuchowe odłamkowego rażenia z min przeciwpiechotnych o działaniu kierunkowym MON-100. W tabeli 1 zamieszczono zestawienie wymaganych założeniami techniczno-taktycznymi (ZTT) parametrów rażenia zestawu SŁW/WR [2] i parametrów rażenia ładunków wybuchowych odłamkowego rażenia z min przeciwpiechotnych MON-100.

Tabela 1. Zestawienie wymaganych w ZTT parametrów rażenia SŁW/WR i rzeczywistych parametrów rażenia ładunków wybuchowych odłamkowego rażenia z min przeciwpiechotnych MON-100

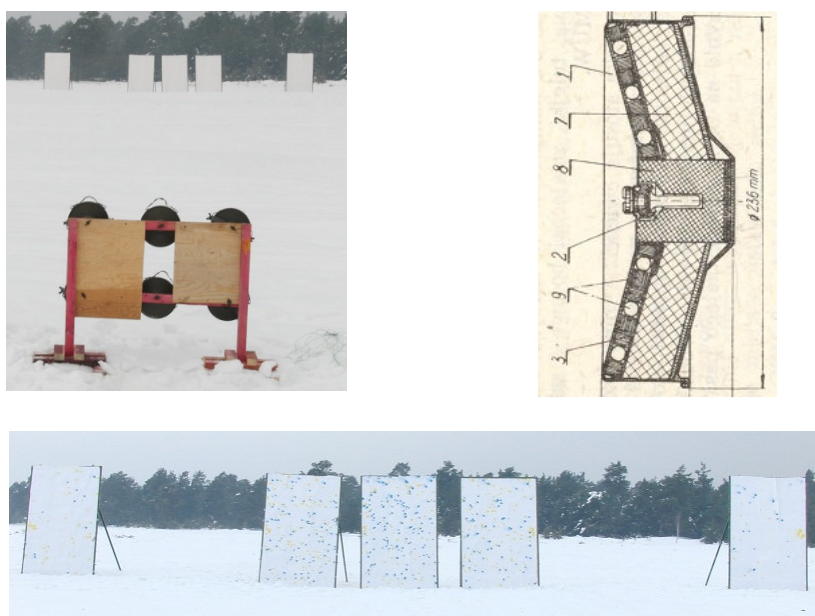
Table 1. List of destruction parameters as required by Tactical and Technical Requirements comparing the SŁW/WR destruction parameters and the effective parameters of explosive fragmentation charges of the MON-100 anti-personnel mines

| Lp. | Parametr | SŁW/WR | MON-100 |
|-----|--|--------------------|---------|
| 1 | Zasięg rażenia [m] | 100 | 100 |
| 2 | Szerokość rażenia [m] | min. 7 max. 20 | 9,5 |
| 3 | Wysokość rażenia [m] | min. 2 max. 3 | 6,5 |
| 4 | Średnia gęstość rażenia odłamkami [szt./m ²] | min. 16 max. 50 | 6 |

Oprócz wymaganej gęstości odłamków w sektorze rażenia, drugim ważnym parametrem jest skuteczność rażenia odłamkami.

W ZTT postawiono wymaganie, aby po detonacji ładunków, energia kinetyczna odłamków zapewniała rażenie śmiertelne żołnierza w umundurowaniu (bez kamizelki kuloodpornej) w odległości do 100 m. W Polsce – podobnie jak w USA – przyjmuje się, że minimum energii kinetycznej odłamka niezbędnej do unieszkodliwienia żołnierza wynosi 78 J. Odpowiada to przebiciu deski sosnowej o grubości 2,5 cm. Takie też wymagania spełnia ładunek wybuchowy odłamkowego rażenia z miny przeciwpiechotnej MON-100.

Mając na uwadze średnią gęstość odłamków na poziomie 6 szt./m² w sektorze rażenia ładunku wybuchowego odłamkowego z miny MON-100 oraz gęstość odłamków na poziomie minimum 16 szt./m² i maksimum 50 szt./m² wymaganą dla SŁW/WR wg ZTT (tabela 1), przeprowadzono wiele badań poligonowych zestawów ładunków wybuchowych zawierających od 3 do 6 sztuk ładunków odpowiednio rozmieszczonych między sobą. Zestawy ładunków ustawiano przed tarczami strzelniczymi w odległości 100 m (rys. 1), uzbrajano zapalnikami elektrycznymi typu Erg połączonymi szeregowo, które następnie detonowano za pomocą zapalarki elektrycznej TZK-100A.



Rys. 1. Zestaw ładunku SŁW/WR na tle tarcz strzelniczych (na górze po lewej), przekrój ładunku wybuchowego odłamkowego rażenia z miny MON-100 (na górze po prawej) i tarcze strzelnicze rażone odłamkami (na dole)

Fig. 1. SŁW/WR set and targets in the background (top left side), cross-section of the explosive fragmentation charges of the MON-100 anti-personnel mine (top right side) and targets stroked by fragments (bottom)

Tarcze strzelnicze wykonane były z desek sosnowych o grubości 2,5 cm. Skuteczność rażenia zestawów ładunków określano na podstawie liczby uzyskanych przebić (otworów przelotowych) w tarczach strzelniczych, natomiast gęstość rażenia na podstawie liczby przebić w 1 m² tarczy.

Przeprowadzone próby poligonowe zestawu ładunków wybuchowych odłamkowego rażenia z miny MON-100 nie dały jednak oczekiwanych rezultatów, ponieważ zdarzało się, że gęstość odłamków w sektorze rażenia była mniejsza niż wymagana w ZTT.

Poza tym gęstość odłamków w poszczególnych sektorach była nierównomierna i całkowicie niepowtarzalna. Po przeprowadzonych próbach uznano, że brak powtarzalności uzyskiwanych wyników może być efektem wzajemnego wpływu na siebie detonacji pojedynczych min. W celu analizy powstałego problemu wykonano rejestrację detonacji sześciu ładunków MON-100 z użyciem kamery do rejestracji procesów szybkozmiennych Phantom V-5. Analiza uzyskanych rejestracji wykazała występowanie niejednoczesnych detonacji ładunków wybuchowych odłamkowego rażenia z miny MON-100 (rys. 2). Powodowało to, że detonacja ładunku pierwszego naruszała osie rażenia ładunków pozostałych.

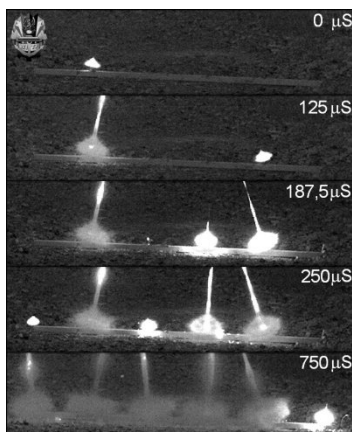


Rys. 2. Rejestracja niejednoczesnej detonacji ładunków wybuchowych odłamkowego rażenia z miny MON-100

Fig. 2. Record of the non-simultaneous detonation of explosive fragmentation charges in the MON-100 anti-personnel mine

W celu określenia przyczyn nierównomiernego detonowania ładunków przeprowadzone zostały badania stosowanych w wojsku zapalników elektrycznych typu Erg. Jedynym możliwym do zmierzenia parametrem zapalnika była rezystancja mostka żarowego główki (masy) zapalczej. W badanej partii zapalników zawierała się ona w zakresie od 1,71 do 2,02 Ω . Zapalniki zostały ułożone w zestawy o różnych rozrzutach rezystancji oraz różnym połączeniu (szeregowym lub równoległym). Następnie zarejestrowano efekt detonacji każdego zestawu zapalników, który przedstawiono na rys. 3. Próba miała na celu określenie wpływu rozrzutu rezystancji zapalników i sposobu ich połączenia na niejednoczesność detonacji.

Rejestracje, jak już wspomniano, wykonywane były z użyciem kamery do rejestracji procesów szybkozmiennych Phantom V-5 przy prędkości rejestracji 16 000 kl/s, co dało odstęp między kolejnymi obrazami równy 62,5 μ s.



Rys. 3. Wynik rejestracji niejednoczesnej detonacji zapalników elektrycznych typu Erg
Fig. 3. Record of the non-simultaneous detonation of Erg electric blasting caps



Rys. 4. Widok prototypu zestawu ładunków wybuchowych wąskiego rażenia SŁW/WR ustawionych i zamaskowanych w terenie (widoczne wysunięcie dolnej pary ładunków względem górnej): 1 – stojak; 2 – celownik; 3 – ładunek wybuchowy odłamkowego rażenia z miny MON-100

Rys. 4. Prototype of the SŁW/WR controlled explosive charge set as deployed and camouflaged in the field (lower pair protruding):
1 – mount; 2 – sight; 3 – explosive fragmentation charge from the MON-100 mine

Przeprowadzone badania wykazały brak wpływu rezystancji zapalników oraz sposobu ich połączenia na rozrzut czasu reakcji na ich pobudzenie do detonacji. Większość zapalników zawierała się w różnicy czasu wynoszącej 375 μ s, ale były egzemplarze, których opóźnienie względem pierwszego przekraczało 1 ms.

Ze względu na brak możliwości uzyskania jednoczesnej detonacji zapalników elektrycznych typu Erg, wybrane zostało rozwiązanie konstrukcyjne ograniczające oddziaływanie pierwszego detonowanego ładunku na ładunki pozostałe. Polegało ono na odpowiednim rozmieszczeniu ładunków w przestrzeni.

Po przeprowadzonych próbach poligonowych ostatecznie zdecydowano się na wykorzystanie matrycy ładunków 2×2 , w której para ładunków znajdujących się niżej jest wysunięta do przodu względem pary umieszczonej wyżej (rys. 4). Poza tym wprowadzono celownik mocowany na stojaku (rys. 4), w celu zwiększenia dokładności ustawiania zestawu ładunków względem sektora rażenia oraz zmieniono konstrukcję uchwytu mocującego ładunki na stojaku.

Po zamocowaniu ładunków w uchwytach stojaka, ich osie rażenia są nieznacznie odchyłone na zewnątrz w płaszczyźnie poziomej względem osi rażenia wyznaczonej przez celownik. Aby zapewnić wymaganą gęstość rażenia odłamkami w całym sektorze, oś rażenia zespołu ładunków ukierunkowuje się za pomocą celownika w środek sektora.

4. ZAPALNIK SYSTEMU SŁW/WR

W ramach realizacji projektu Systemu Sterowanych Ładunków Wybuchowych opracowano nową konstrukcję sterowanego drogą radiową zapalnika systemu, spełniającego wymagania bezpieczeństwa Norm Obronnych [3].

Zapalnik systemu (rys. 5 i 6) jest urządzeniem zawierającym mechaniczne i elektroniczne układy zabezpieczeń oraz ruchomy układ styków elektronicznych, którego sterowanie odbywa się zdalnie sygnałem radiowym za pomocą sterownicy przez operatora. Do zapalnika systemu zamocowanego na stojaku doprowadzone są przewody elektryczne zapalników typu Erg, które umieszczone są w ładunkach wybuchowych.

Zapalnik systemu posiada układy zabezpieczeń:

- I stopnia – zabezpieczenie transportowe zapalnika systemu zapewniające bezpieczeństwo w czasie przechowywania i transportu, realizowane przez układ mechaniczny, zapewniający przerwę w układzie zasilania elektrycznego. Oznaką zabezpieczenia I stopnia jest obecność zawleczki transportowej (rys. 6 – poz. 1) na elementach zabezpieczających zapalnika,

- II stopnia – zabezpieczenie zapalnika systemu zapewniające bezpieczeństwo podczas ustawiania i odbezpieczania realizowane poprzez mechaniczną przerwę między stykami zapalnika, do których podłączone są przewody elektryczne zapalników typu Erg umieszczonych w ładunkach wybuchowych; przerwa między stykami w zapalniku widoczna jest przez okienko (rys. 6 – poz. 2).



Rys. 5. Widok prototypu zestawu ładunków wybuchowych wąskiego rażenia SŁW/WR ustawionych i zamaskowanych w terenie:

- 1 – ładunek wybuchowy odłamkowego rażenia z miny MON-100;
- 2 – zapalnik systemu SŁW/WR; 3 – celownik

Fig. 5. Prototype of the SŁW/WR controlled explosive charge set as deployed and camouflaged in the field:

- 1 – explosive fragmentation charge from the MON-100 mine mount;
- 2 – system fuse; 3 – sight

Zapalnik systemu, po zdjęciu obydwu zabezpieczeń, uruchamia zwłokę czasową realizowaną za pomocą układu mechanicznego i elektronicznego, pozwalającą na bezpieczne oddalenie się od zestawu ładunków SŁW/WR przed uzyskaniem gotowości bojowej.

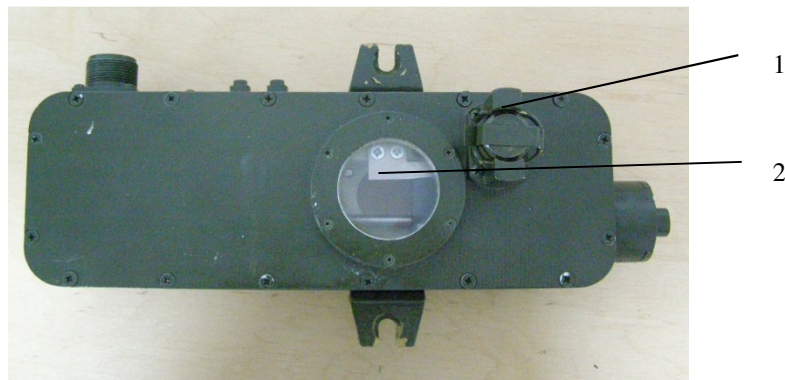
Zapalnik systemu posiada układy:

- nieusuwalności – powodujący detonację ładunku SŁW/WR w przypadku próby usunięcia z miejsca ustawienia,
- samolikwidacji – powodujący automatyczną detonację ładunków wybuchowych po upływie zaprogramowanego przez użytkownika czasu działania lub na żądanie operatora wysłane ze sterownicy,

- samoneutralizacji – powodujący, w przypadku niezadziałania układu samolikwidacji, utratę możliwości zadziałania ładunków wybuchowych w czasie nie dłuższym niż 90 dni od planowanego terminu ich samolikwidacji.

Na etapie modelowania konstrukcji zapalnika (rys. 6), jego obudowa i niektóre części konstrukcyjne zostały wykonane z tworzywa sztucznego z zastosowaniem technologii szybkiego prototypowania z użyciem drukarki 3D.

Tak opracowana konstrukcja pozwoliła na dokładne przebadanie wszystkich mechanizmów i układów zapalnika na etapie modelowania konstrukcji i na obniżenie kosztów badań. Po weryfikacji zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych opracowano prototyp i partię próbną zapalnika, którego obudowa i główne części mechaniczne wykonane są ze stopu aluminium.



Rys. 6. Model zapalnika zapalnik systemu SŁW/WR:

1 – zawlecзка transportowa; 2 – okienko

Fig. 6. Model of the SŁW/WR system:

1 – stow pin; 2 – window

Powyższa konstrukcja została opracowana przy uwzględnieniu wymagań konstrukcyjnych Norm Obronnych [3] dotyczących budowy systemów zapalnikowych.

5. PODSUMOWANIE

Opisane powyżej badania i prace konstrukcyjne pozwoliły na opracowanie Sterowanego Ładunku Wybuchowego Wąskiego Rażenia (SŁW/WR) wchodzącego w skład Systemu „Jarzębina-S”. Wykorzystanie do jego budowy przeznaczonych do wycofania z eksploatacji min przeciwpiechotnych odłamkowych kierunkowego rażenia MON-100 pozwoliło na znaczne obniżenie kosztu wdrożenia systemu.

W ramach pracy opracowano nowoczesny zapalnik, który podłączony do modułów sterowania pozwala na zdalne radiowe sterowanie ładunkami wybuchowymi systemu w zakresie ich uzbrajania i rozbrajania oraz detonacji. Opracowanie konstrukcji SŁW/WR wymagało przeprowadzenia wielu badań laboratoryjnych i poligonowych pozwalających na jednoznaczną ocenę zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, a także na użycie nowoczesnego technologicznie sprzętu pomiarowego, w celu przebadania zjawisk towarzyszących detonacji zestawów ładunków wybuchowych wąskiego rażenia SŁW/WR oraz zestawu zapalników elektrycznych typu Erg.

LITERATURA

- [1] Traktat Ottawski – *Konwencja o zakazie użycia, składowania, produkcji i przekazywania min przeciwpiechotnych oraz o ich zniszczeniu*, 1997.
- [2] *Założenia Taktyczno-Techniczne na System Sterowanych Ładunków Wybuchowych – kryptonim JARZĘBINA-S*.
- [3] Norma Obronna NO-13-A233:2006 *Systemy zapalnikowe – zapewnienie bezpieczeństwa – wymagania konstrukcyjne*.

Use of Decommissioned Anti-Personnel Mines as Part of Developing Landmine-Alternatives

Dariusz SAPIJA, Janusz ŚLIWIŃSKI, Andrzej WOJCIECHOWSKI,
Michał LUDAS, Wiesław MADEJ, Łukasz CZUBATY,
Piotr KRYSIAK, Daniel STRZAŁKOWSKI

Abstract. The paper presents results of the design and research works on developing alternative devices for landmines, including anti-personal ones. The devices described, which are elements of the Controlled Explosive Charges System, were built basing on the directional anti-personal mines – MON-100, which are being taken out of service with the Polish Army. The devices are economic to produce and effective on the battlefield against hostile forces. The devices developed compliant requirements of the Ottawa Treaty and Polish Defence Standards on safety of use.

Keywords: safety engineering, anti-personnel mine, mine alternatives, Ottawa Treaty, product life cycle, operational test