

Artur KOWALSKI

BEZPIECZEŃSTWO POJAZDÓW PRZEZNACZONYCH DO PRZEWOŻENIA NIEWYBUCHÓW I NIEWYPAŁÓW

W artykule omówiona została problematyka bezpieczeństwa pojazdów przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów. Szczególna uwaga została zwrócona na aktywne i pasywne bezpieczeństwo pojazdów wyposażonych w pojemniki przeciwodłamkowe. Autor zaproponował spojrzenie na ten problem w aspekcie stanu zagrożenia załogi i otoczenia pojazdu (wywołanego czynnikami zewnętrznymi i detonacją przewożonych niewybuchów i niewypałów).

WSTĘP

Pomimo tego, że działania wojenne na terenie Polski zostały zakończone ponad 70 lat temu, to z ich niebezpiecznymi pozostałościami w postaci niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego wciąż mamy do czynienia. Szczególna intensywność wykrywania tego rodzaju niebezpiecznych przedmiotów ma miejsce podczas wiosennych prac polowych, powodzi, prowadzonych różnych prac budowlanych (głównie w obszarach zurbanizowanych). Niemal każdemu ze zgłoszonych znalezisk przedmiotów niebezpiecznych pochodzenia wojskowego towarzyszy potrzeba ich przewiezienia przez wojskowe patrole saperские do miejsc bezpiecznej utylizacji. Ze względu na zagrożenie dla otoczenia jakie stwarzają te przedmioty możliwym oddziaływaniem odłamków, fali uderzeniowej i ognia, wywołanych przy nagłym wybuchu, wymagają one specjalnych środków transportowych podczas przewożenia do miejsc utylizacji (polegającej na ich kontrolowanym zdetonowaniu na poligonach wojskowych). Przez wiele lat podstawowymi pojazdami przeznaczonymi do przewożenia tak niebezpiecznych ładunków były wojskowe samochody ciężarowo-terenowe, które w sposób doraźny przystosowywano do realizacji zadań przewozu niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego (tzn. rozprzestrzeniających tzw. „odłamki ciężkie”, posiadające dużą masę własną i dużą energię).

Wobec pogarszającego się z upływem czasu stanu odnajdywanych niewybuchów i niewypałów, w Wojsku Polskim dostrzeżono potrzebę znaczącej zmiany jakościowej środków ochronnych służących wyeliminowaniu możliwości bezpośredniego, niszczącego oddziaływania na otoczenie niewybuchów i niewypałów, które w sposób nagły uległyby samoczynnemu zdetonowaniu w czasie ich transportu drogowego (w szczególności na załogi pojazdów).

Obserwowane obecnie wprowadzone znaczące zmiany w sposobie transportu drogowego niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego to efekt stale rozwijanych możliwości technologiczno-produkcyjnych krajowego przemysłu i kilkuletnich prac badawczych [1-10], służących ocenie prawidłowości i skuteczności przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych (w znacznym stopniu skoncentrowanych na zagadnieniach oceny bezpieczeństwa konstrukcji tych pojazdów dla ich załóg i otoczenia, związanych z ich przewidywanymi zastosowaniami do realizacji zadań transportowych niewybuchów i niewypałów).

W latach 2007-2011 Wojskowy Instytut Techniki Panczernej i Samochodowej, wykonał badania pojazdów opracowanych dla wojska przez firmy JAKUSZ S.Z.B., ZASŁAW S.A. i AMZ Kutno (producenci

modeli i prototypów oraz ich dokumentacji technicznej), w wyniku których w latach 2013-2014 do użytkowania w Wojsku Polskim wprowadzono dwa nowoczesne pojazdy takie, jak pojazd dla patroli saperских z pojemnikiem przeciwodłamkowym o nazwie Topola-S (fot. 1) oraz przyczepa do transportu niewybuchów i niewypałów z pojemnikiem przeciwodłamkowym o nazwie Topola-P (fot. 2), reprezentujące najnowsze rozwiązania konstrukcyjne pojazdów przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego i obowiązujące w tym zakresie regulacje prawne zwarte w ADR i publikacjach NATO [11].

Problematyka bezpieczeństwa załóg i otoczenia tego rodzaju pojazdów przed rozpoczęciem prac badawczych w WITPiS nie była podejmowana w Polsce. W dostępnej literaturze związanej z konstrukcjami zabezpieczającymi otoczenie przed oddziaływaniem odłamków, istniały jedynie ograniczone informacje o badaniach stacjonarnych pojemników przeciwodłamkowych, posiadających inną od zaproponowanej do badań w WITPiS konstrukcję ochronną (konstrukcje betonowe) i podlegających innym czynnikom ryzyka [12]. Ponadto istniejące różne zagraniczne regulacje prawne wywodzące się od podstawowych standardów bezpieczeństwa [11] nie przewidywały w procesie przewozu niewybuchów i niewypałów użycia szczególnych środków ochrony załóg pojazdów przeznaczonych do realizacji tego rodzaju zadań transportowych i ograniczały się do wymagań bliskich określonym w ADR. Cały proces załadunku, przewozu i wyładunku niewybuchów i niewypałów nie podlegał spójnej analizie przyczynowo – skutkowej w relacji wywołanie zagrożenia – wybuch przedmiotu niebezpiecznego.



Fot. 1. Prototyp pojazdu saperского „Topola-S” w wersji przeznaczonej do produkcji seryjnej z pojemnikiem przeciwodłamkowym do przewożenia niewybuchów i niewypałów o ekwiwalencie do 3,5 kg czystego TNT. Widoczna kabina pasażerska dla 6-cio osobowej załogi i zwarta zabudowa przeznaczona na kompletne wyposażenie patrolu rozminowania



Fot. 2. Prototyp przyczepy „Topola-P” w wersji przeznaczonej do produkcji seryjnej. Widoczny pojemnik przeciwołdławkowy do przewożenia niewybuchów i niewypałów o ekwiwalencie do 10 kg czystego TNT oraz rozkładany pomost przeznaczony do prac z wykorzystaniem możliwości zdalnego załadunku i wyładunku przedmiotów z użyciem robota saperskiego

1. TRANSPORT DROGOWY NIEWYBUCHÓW I NIEWYPAŁÓW POCHODZENIA WOJSKOWEGO

1.1. Rozwój środków do transportu niewybuchów i niewypałów

O potrzebie przeanalizowania możliwości opracowania nowych środków do transportu niewybuchów i niewypałów zdecydowały czynniki ekonomiczne, wynikające z konieczności bieżących napraw posiadanych przez wojsko samochodów Star 266 Saper i Honker Saper (na podwoziach typu 2324 i 2424) oraz potrzeba oceny potencjału modernizacyjnego tych pojazdów w zakresie możliwości zastosowania w nich nowych sposobów ochrony załóg i otoczenia przed możliwym niepożądanym oddziaływaniem samoistnie detonujących niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego (wymagania przewidywanych w tamtym czasie nowych regulacji prawnych), które były wówczas tymi pojazdami przewożone.

Wyniki przedmiotowych analiz wykazały, że środki ochrony załogi i otoczenia stosowane w powszechnie używanym przez Wojsko Polskie samochodzie Star 266 Saper są niewystarczające, aby skutecznie powstrzymać emisję odłamków i oddziaływanie fali uderzeniowej, powstałych w wyniku możliwego samoistnego wybuchu przewożonych niewybuchów i niewypałów. Zastosowana w tego typu pojazdach płyta stalowa osłaniająca tylną ścianę kabiny (stanowiąca zabezpieczenie przed kierunkowym oddziaływaniem odłamków) oraz przewożony na skrzyni ładunkowej wilgotny piasek z trocinami (mający zmniejszyć podmuchowe oddziaływanie wybuchu i pochłoniąć część energii odłamków) są środkami niewystarczającymi do skutecznego powstrzymania oddziaływania niewybuchów i niewypałów o dużych wartościach równoważnika energetycznego TNT, charakterystycznych w szczególności dla transportowanych niewybuchów i niewypałów amunicji artyleryjskiej (najczęściej przewożonych).

Z kolei analiza konstrukcji samochodu Honker Saper, w którym dokonano zmian konstrukcyjnych związanych z wprowadzeniem w jego nadwoziu komory z wyjmowaną na zewnątrz stalową kasetą na niewybuchy i niewypały wykazała, że zastosowanie stalowej płyty jednostronnie pokrytej gumą i deskowaniem (zamontowanej za siedzeniami kierowcy i pasażera), stało się przyczyną przeciążenia osi przedniej tego pojazdu, znaczącego zmniejszenia trwałości podzespołów przedniego zawieszenia i nadmiernego zużycia się elementów układu hamulcowego [1].

Ze względu na to, że pojazdy patroli saperskich należą do grupy samochodów ciężarowo-terenowych najbardziej intensywnie eksploatowanych w Wojsku Polskim (o rocznych przebiegach nawet kilkudziesięciu tysięcy kilometrów) oraz istniejących problemów z zaopatrzeniem w części zamienne do poszczególnych egzemplarzy pojazdów (ze względu na zakończenie produkcji pojazdów bazowych), dalsze prace nad tymi typami pojazdów uznano za bezzasadne w odniesieniu do ich przeznaczenia jako podstawowych środków przewożących niewybuchy i niewypały, postrzeganej w perspektywie realizacji takich zadań w ciągu najbliższych kilkunastu lat.

Odpowiedzią polskiego przemysłu na zaistniałe zapotrzebowanie na nowoczesne środki do transportu niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego stały się propozycje prototypów dwóch typów pojazdów:

- samochodu ciężarowo-terenowego IVECO 55S18DW z wyposażeniem dla patroli saperskich i pojemnikiem przeciwołdławkowym do przewożenia niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego o równoważniku do 3,5 kg czystego i nieopakowanego TNT (fot. 3);
- przyczepy dwuosiowej do przewożenia niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego o równoważniku do 10 kg czystego i nieopakowanego TNT (fot. 4).



Fot. 3. Pierwszy prototyp pojazdu saperskiego „Topola-S”. Widoczne położenie pojemnika przeciwołdławkowego do przewożenia niewybuchów i niewypałów o ekwiwalencie do 3,5 kg czystego TNT i pierwotnie zastosowana konstrukcja zamknięcia pojemnika z deflektorem gazów powybuchowych



Fot. 4. Pierwszy prototyp przyczepy „Topola-P”. Widoczny centralnie umieszczony pojemnik przeciwołdławkowy do przewożenia niewybuchów i niewypałów o ekwiwalencie do 10 kg czystego TNT

Oprócz nowych konstrukcji podwozi obu tych pojazdów (odpowiadających aktualnemu europejskiemu poziomowi stosowanych

rozwiązań konstrukcyjnych), istotną nowością było ich wyposażenie w pojemniki przeciwdławkowe, które oprócz funkcji transportowej stanowiły pierwszy efektywny środek zabezpieczenia (sukcesywnie rozwijany w procesie badawczym) zarówno załóg pojazdów jak i otoczenia przed oddziaływaniem fali uderzeniowej, rozprzestrzenianych odłamków i ognia, powstałych w wyniku detonacji przewożonych w nich niewybuchów i niewypałów.

Wprowadzenie do użytkowania w Wojsku Polskim obu tych konstrukcji w postaci wyrobów seryjnych, zostało poprzedzone wykonaniem kilku prototypów pojazdów i pojemników przeciwdławkowych, na których w ramach badań WITPiS sprawdził szereg ich właściwości funkcjonalnych i użytkowych, zgodnie z wymaganiami wojska [2-6].

1.2. Bezpieczeństwo w procesie transportu drogowego niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego

Proces transportu drogowego niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego różni się od powszechnie spotykanego transportu drogowego materiałów niebezpiecznych według wymagań ADR (pomimo jednakowych wymagań technicznych dla pojazdów i niezbędnych kwalifikacji ich użytkowników). Różnica ta polega na tym, że ze względu na stan techniczny niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego stanowiących transportowany ładunek niebezpieczny, przedmioty te są przewożone w stanie wysokiej aktywności ich detonatorów (głównie z powodu braku możliwości rozdzielania lub rozbrojenia zapalnika). Aktywność ta jest przeważnie skutkiem zapoczątkowanych i z różnych przyczyn przerwanych procesów służących wywołaniu detonacji materiału kruszącego zawartego w tych przedmiotach (niewybuchy) lub gwałtownemu zapłonowi materiału miotającego (niewypały). Oddziaływanie czynników zewnętrznych takich, jak udary, drgania, temperatura, ogień, przeskoki ładunków elektrycznych, może wznowić przerwane procesy (w szczególności detonację niewybuchów). Do takiej sytuacji może dojść na skutek przypadkowych zdarzeń losowych (w szczególności uczestnictwa w wypadku drogowym pojazdu przewożącego ładunek niebezpieczny) lub w następstwie działań użytkownika (najczęściej podczas manipulacji przedmiotem). Poza tym precyzyjne określenie ilościowo-jakościowe zewnętrznego czynnika mogącego wywołać detonację przewożonego przedmiotu jest niemożliwe i niecelowe, gdyż znalezione przedmioty mogą cechować się całkowicie różną wrażliwością na oddziaływanie czynników zewnętrznych.

W związku z tym bezpieczeństwo pojazdów przewożących niewybuchy i niewypały pochodzenia wojskowego wymusiło w procesach badawczych omówionych w publikacjach na ten temat [7,8,9] wielostronne spojrzenie na to zagadnienie, które można ocenić poprzez:

- analizę skuteczności ograniczenia możliwego oddziaływania czynników zewnętrznych na ładunek niebezpieczny;
- ograniczenie oddziaływania ładunku niebezpiecznego na otoczenie.

Ocena bezpieczeństwa prototypów pojazdów przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów

Biorąc pod uwagę całość procesu przewozu niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego, na etapie wykonanych badań prototypów, WITPiS skoncentrował się na ocenie bezpieczeństwa pojazdów przeznaczonych do tego rodzaju zadań w dwóch aspektach. Przy czym w zakresie zrealizowanych badań ze względu na sposób zdefiniowania wymagań przez wojsko, kwestia bezpieczeństwa była oceniana całościowo, obejmując oba niżej opisane spojrzenia na tę problematykę.

Pierwszym aspektem w jakim dokonano oceny prototypów pojazdów przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów

było ich bezpieczeństwo czynne, przez które postrzegano takie cechy i właściwości konstrukcyjne, które pozwalałyby zapobiec możliwości spowodowania zagrożenia detonacji przewożonego ładunku na skutek oddziaływania użytkownika lub czynników zewnętrznych. W zakresie tej oceny praktycznie wykonano próby:

- załadunku i wyładunku makiet pocisków artyleryjskich (określonego typu) w symulowanych warunkach oddziaływania czynników klimatycznych i terenowych odpowiadających ekstremalnym warunkom użytkowania przewidzianym dla tego typu pojazdów;
- wykorzystania ręcznego i automatycznego (zdalnego) załadunku przedmiotów (również z użyciem robotów saperskich) do pojazdów;
- trwałości i wytrzymałości konstrukcji pojazdów oraz pojemników przeciwdławkowych podczas przebiegu po różnych rodzajach dróg i bezdrożach, włącznie z pokonywaniem przeszkód terenowych (w tym brodów) przewidzianym dla tego typu pojazdów;
- wymuszenia zmian stateczności poprzecznej pojazdu podczas wykonywania manewrów podwójnej zmiany pasa ruchu;
- gwałtownego hamowania,

zwracając uwagę na oddziaływanie czynników zewnętrznych i postępowania użytkowników na zachowanie się pojazdów i przewożony w nich ładunek.

Drugim aspektem w jakim dokonano oceny tych pojazdów było ich bezpieczeństwo bierne, przez które postrzegano takie cechy i właściwości konstrukcyjne, które pozwoliłyby zapewnić ochronę załogi i otoczenia przed oddziaływaniem odłamków i fali uderzeniowej w przypadku nagłej detonacji ładunków przewożonych w pojemnikach przeciwdławkowych zamontowanych w tych pojazdach.

W zakresie tej oceny:

- wykonano praktycznie badania niszczące z wykorzystaniem pocisków artyleryjskich (o maksymalnym równoważniku energetycznym gramowo-trotylowym przewidzianym dla danego typu pojemnika), detonując je w pojemnikach zamontowanych w pojazdach;
- wykonano pomiary nadciśnienia w kabinie i otoczeniu pojazdów powstałego po detonacji pocisków w pojemnikach;
- w przypadku pojemnika przeciwdławkowego typu otwartego oszacowano prawdopodobieństwo trafienia odłamkami swobodnie spadającymi i odbitymi od podłoża pod pojazdem;
- wykonano praktyczną analizę uszkodzeń pojemników (spowodowanych oddziaływaniem odłamków, wzrostu ciśnienia i oddziaływania ognia) i ich stanu zamocowania w pojazdach po detonacji pocisków w pojemnikach.

Określony powyżej w sposób ogólny zakres badań bezpieczeństwa czynnego i biernego konstrukcji obu pojazdów był w rzeczywistości bardzo szeroki i długotrwały ze względu na objęcie procesem badawczym pojemników przeciwdławkowych i przyczep o różnej konstrukcji [9].

Pierwszym prototypem pojazdu przeznaczonym do przewożenia niewybuchów i niewypałów była dwuosiowa przyczepa z centralnie zamontowanym pojemnikiem przeciwdławkowym typu otwartego (fot. 4). W konstrukcji tej załadunek niewybuchów i niewypałów odbywał się z płaszczyzny podłogi przyczepy do wydzielonej we wnętrzu pojemnika niewielkiej przestrzeni ładunkowej, umożliwiającej zamocowanie przedmiotu na czas transportu. Po załadunku i w czasie transportu przedmiot niebezpieczny znajdował się we wnętrzu stałowego walca, którego górną i dolną część zamykały odłamko- i energochłonne absorbery. Działanie ochronne załogi i otoczenia pojazdu ciągnącego przyczepę polegało na tym, aby powstałe w wyniku wybuchu odłamki zostały w możliwie największym stopniu zatrzymane przez konstrukcję walca oraz absorbery odłamków. W konstrukcji tej przyjęto możliwość pokonania absorberów przez część odłamków i

wyrzucenie ich nad przyczepę (wymuszenie spadku zbliżonego trajektorią lotu do rzutu ukośnego pod dużym kątem do podłoża dla obniżenia energii odłamków) lub pod przyczepę (wymuszenie częściowej lub całkowitej utraty energii odłamków na skutek uderzenia o podłoże i związane z tym zatrzymanie odłamków w podłożu lub ich dalszy lot przy podłożu pod przypadkowym kątem i w przypadkowym kierunku). Jednocześnie w konstrukcji tej założono niezmiernie istotny brak możliwości wylotu odłamków przez ściany walca i przechwylenie części odłamków (szczególnie dużych i ciężkich) przez absorbery, tworząc tym samym strefę ograniczonego oddziaływania odłamków (głównie o małej energii i w większości opadających pod wpływem własnej masy). Jednocześnie dopuszczono istnienie wokół przyczepy z pojemnikiem tzw. „strefy śmierci” o ograniczonej odległości od środka wybuchu (do 9m), w której obrażenia człowieka byłyby śmiertelne z uwagi na energię odłamków i powstałe w wyniku detonacji nadciśnienie (powyżej 10kPa).

Wykonany cały cykl badań pojazdu o tej konstrukcji w zakresie możliwej oceny bezpieczeństwa czynnego [2,3] pozwolił stwierdzić, że konstrukcja ta:

- posiadała poprawny dostęp do przestrzeni ładunkowej i przewożonego przedmiotu w warunkach oddziaływania czynników klimatycznych i terenowych odpowiadających ekstremalnym warunkom użytkowania przewidzianym dla tego typu pojazdu;
- umożliwiła wykorzystanie ręcznego i automatycznego (zdalnego) załadunku przedmiotów do pojemnika przeciwołamkowego (fot. 5);
- zachowywała trwałość i wytrzymałość w przewidywanych warunkach eksploatacji;
- zachowała stateczność poprzeczną i poprawne zamocowanie ładunku podczas manewrów podwójnej zmiany pasa ruchu i gwałtownego hamowania,

ograniczając tym samym możliwy wpływ czynników zewnętrznych i postępowania użytkownika na możliwą detonację przewożonych niewybuchów i niewypałów.



Fot. 5. Pierwszy prototyp przyczepy „Topola-P”. Widoczne próby zdalnego załadunku makiety pocisku do pojemnika przeciwołamkowego

W zakresie oceny bezpieczeństwa biernego wykonane badania niszczące (fot. 6) pozwoliły stwierdzić, że:

- absorbery odłamków pochłonęły około 32,5% masy skorupy użytego pocisku odłamkowo-burzącego OF540;
- nie nastąpiło przebicie powierzchni walca przez odłamki;
- nadciśnienie powstałe w wyniku detonacji pocisku nie przekroczyło wartości 10 kPa w odległości powyżej 10 m od środka wybuchu;

- nie doszło do powstania wtórnych odłamków z materiałów konstrukcyjnych przyczepy (poza nie stanowiącymi zagrożenia dla życia fragmentami absorbera),
- prawdopodobieństwo śmiertelnego trafienia odłamkami w człowieka było niższe niż 1% dla ustalonej odległości od środka wybuchu zarówno przy rażeniu określonej powierzchni poziomej jak i ekranów pionowych (tzw. ekranów „świadków” na których rejestrowano przebicia),

w związku z czym uzyskano lepszy poziom bezpieczeństwa załogi i ograniczone oddziaływanie na otoczenie w porównaniu do ówczesnie użytkowanych pojazdów saperskich Star 266 Saper i Honker Saper.



Fot. 6. Próba detonacji pocisku odłamkowo-burzącego typu OF540 o ekwiwalencie 10kg czystego TNT w pojemniku przeciwołamkowym typu otwartego pierwszego prototypu przyczepy „Topola-P”. Widoczny efekt ukierunkowanego wylotu odłamków do góry i pod przyczepę i brak wylotu na bok przez konstrukcję walca

Jednakże konstrukcja ta nie była w stanie zatrzymać 100% odłamków i umożliwiła ich wylot w dolnej przestrzeni przyczepy pod przypadkowymi kątami (z uwagi na potrzebę posiadania przez pojazd zdolności pokonywania określonego rodzaju przeszkód terenowych konieczne było zachowanie niezbędnego prześwitu).

W czasie badań pojazdu o wyżej opisanej konstrukcji rozpoczęto prace badawcze [4,6] nad prototypem pojazdu dla patroli saperskich wyposażonym w pojemnik przeciwołamkowy o konstrukcji zamkniętej, wentylowanej [fot. 1 i 3] W konstrukcji tego typu pojemnika przewidziano, że w jego wnętrzu zostaną zatrzymane wszystkie odłamki zdetonowanego niewybuchu lub niewypału pochodzenia wojskowego a gazy powstałe po detonacji w sposób łagodny dla otoczenia (nie powodujący powstania nadciśnienia w otoczeniu pojazdu o wartości groźnej dla życia lub zdrowia ludzkiego) wydostaną się ponad pojazd przez otwory wylotowe.

Wykonany cały cykl badań samochodu z pojemnikiem przeciwołamkowym dla patroli saperskich (pierwszego i drugiego prototypu) pozwolił stwierdzić, że w zakresie bezpieczeństwa czynnego konstrukcja ta:

- zapewniła poprawny dostęp do przestrzeni ładunkowej i przewożonego przedmiotu w warunkach oddziaływania czynników klimatycznych i terenowych odpowiadających ekstremalnym warunkom użytkowania przewidzianym dla tego typu pojazdu;
- umożliwiła wykorzystanie ręcznego załadunku przedmiotów do pojemnika przeciwołamkowego (w kombinezonie EOD);
- zachowywała trwałość i wytrzymałość w przewidywanych warunkach eksploatacji;

- zachowała stateczność poprzeczną i poprawne zamocowanie ładunku podczas manewrów podwójnej zmiany pasa ruchu i gwałtownego hamowania,

ograniczając tym samym możliwy wpływ czynników zewnętrznych i postępowania użytkownika na możliwą detonację przewożonych niewybuchów i niewypałów. W zakresie wykonanych badań stwierdzono jednak, że korzystniejszym rozwiązaniem dla tej konstrukcji jest wzdłużne umieszczenie pojemnika, które zastosowano w drugim prototypie (fot. 1) wraz ze zmienioną, bardziej zwartą konstrukcją nadwozia.

W zakresie oceny bezpieczeństwa biernego wykonane badania niszczące drugiego prototypu (fot. 7) pozwoliły stwierdzić, że:

- konstrukcja pojemnika przeciwdziałkowego zatrzymała całkowicie powstałe odłamki użytego pocisku odłamkowo-burzącego OF412;
- nie nastąpiło przebicie zewnętrznej powierzchni pojemnika przez odłamki;
- nadciśnienie powstałe w wyniku detonacji pocisku w pojemniku przeciwdziałkowym osiągnęło wartości 1,7 kPa w odległości 6 m od otworu ładunkowego oraz 0,2 kPa na oparciu siedzenia kierowcy w kabinie pojazdu i nie osiągnęło zagrażającej życiu wartości powyżej 10 kPa;
- w wyniku detonacji pocisku wewnątrz pojemnika nie doszło do powstania wtórnych odłamków z materiałów konstrukcyjnych pojazdu;
- działanie ognia powstałego w wyniku detonacji pocisku wewnątrz pojemnika nie spowodowało jego przeniesienia się na elementy konstrukcyjne pojazdu poza wnętrzem pojemnika,

w związku z czym to rozwiązanie konstrukcyjne byłoby w stanie zapewnić całkowite bezpieczeństwo nie tylko załogi znajdującej się w kabinie pojazdu ale także osób znajdujących się w jego otoczeniu [6].



Fot. 7. Próba detonacji pocisku odłamkowo-burzącego typu OF412 o ekwiwalencji 3,5kg czystego TNT w pojemniku przeciwdziałkowym typu zamkniętego, wentylowanego prototypu samochodu „Topola-S”. Widoczna początkowa faza detonacji z zatrzymaniem odłamków w pojemniku i uwolnieniem gazów powstałych w czasie detonacji

Biorąc pod uwagę:

- skuteczność ochrony załogi i otoczenia uzyskaną w wyniku badań pojazdu saperckiego z pojemnikiem przeciwdziałkowym (pierwszego prototypu) przeznaczonym do przewożenia niewybuchów i niewypałów o równoważniku do 3,5 kg czystego i nieopakowanego TNT;
- rozwinięte możliwości technologiczno-produkcyjne krajowego przemysłu;
- ograniczoną możliwość ochrony otoczenia związaną z możliwością emisji odłamków przez absorbery pojemnika przeciwdziałkowego typu otwartego zastosowanego w pierwszym prototypie przyczepy,

do badań typu przedstawiono prototyp przyczepy dwuosiowej o centralnym układzie osi, wyposażonej w dyszel o regulowanej wysokości położenia, w której zamocowano poziomo i wzdłużnie pojemnik przeciwdziałkowy o konstrukcji typu zamkniętego, wentylowanego, przeznaczonej do przewożenia niewybuchów i niewypałów o równoważniku do 10 kg czystego i nieopakowanego TNT (fot. 2).

Wykonany cały cykl badań tego prototypu przyczepy z pojemnikiem przeciwdziałkowym zamkniętym, pozwolił stwierdzić, że w zakresie bezpieczeństwa czynnego konstrukcja ta:

- zapewniła poprawny dostęp do przestrzeni ładunkowej i przewożonego przedmiotu w warunkach oddziaływania czynników klimatycznych i terenowych odpowiadających ekstremalnym warunkom użytkowania przewidzianym dla tego typu pojazdu;
- umożliwiła wykorzystanie ręcznego (w kombinacie EOD) i zdalnego ładunku przedmiotów (przy użyciu robota saperckiego) do pojemnika przeciwdziałkowego;
- zachowywała trwałość i wytrzymałość w przewidywanych warunkach eksploatacji;
- zachowała stateczność poprzeczną i poprawne zamocowanie ładunku podczas manewrów podwójnej zmiany pasa ruchu i gwałtownego hamowania,

ograniczając tym samym możliwy wpływ czynników zewnętrznych i użytkownika na możliwą detonację przewożonych niewybuchów i niewypałów.

W zakresie oceny bezpieczeństwa biernego wykonane badania niszczące prototypu przyczepy z pojemnikiem przeciwdziałkowym (fot. 8) pozwoliły stwierdzić, że:

- konstrukcja pojemnika przeciwdziałkowego zatrzymała całkowicie powstałe odłamki użytego pocisku odłamkowo-burzącego;
- nie nastąpiło przebicie zewnętrznej powierzchni pojemnika przez odłamki;
- nadciśnienie powstałe w wyniku detonacji pocisku w pojemniku przeciwdziałkowym osiągnęło wartość 4,9 kPa w odległości 1m od otworu ładunkowego oraz 0,2 kPa na klatce piersiowej manekina w kabinie pojazdu i nie osiągnęło zagrażającej życiu wartości powyżej 10 kPa;
- w wyniku detonacji pocisku wewnątrz pojemnika nie doszło do powstania wtórnych odłamków z materiałów konstrukcyjnych przyczepy;
- działanie ognia powstałego w wyniku detonacji pocisku wewnątrz pojemnika nie spowodowało jego przeniesienia się na elementy konstrukcyjne przyczepy poza wnętrzem pojemnika,

w związku z czym to rozwiązanie konstrukcyjne byłoby w stanie zapewnić całkowite bezpieczeństwo zarówno załogi znajdującej się w kabinie pojazdu ciągnącego przyczepę, jak również osób znajdujących się w jej otoczeniu.



Fot. 8. Próba detonacji pocisku odłamkowo-burzącego typu OF540 o ekwiwalencji 10kg czystego TNT w pojemniku przeciwdziałkowym typu zamkniętego, wentylowanego prototypu przyczepy „Topola-P”. Widoczna początkowa faza uwolnienia gazów powstałych w czasie detonacji i odkształcenia pojemnika przez odłamki

PODSUMOWANIE

Wykonane przez Wojskowy Instytut Techniki Pancерnej i Samochodowej kompleksowe badania bezpieczeństwa prototypów pojazdów przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów pochodzenia wojskowego, uwzględniające aspekty ich bezpieczeństwa biernego i czynnego, a w szczególności skoncentrowane na badaniach niszczących z użyciem pocisków odłamkowo-burzących o największym równoważniku energetycznym ładunków możliwych do przewożenia w pojemnikach przeciwołamkowych tych pojazdów, pozwoliły w wyniku długotrwałych prac pozyskać pojazdy o bardzo nowoczesnych konstrukcjach, odpowiadających najwyższym standardom bezpieczeństwa i istniejącym nowym wymaganiom prawnym w zakresie przewożenia tego rodzaju ładunków w Polsce.

Rozwiązania techniczne i technologiczne konstrukcji obu pojazdów cechują się lepszymi właściwościami ochronnymi (w szczególności w zakresie bezpieczeństwa biernego) niż konstrukcje zagraniczne ze względu na zdolność całkowitego powstrzymywania odłamków we wnętrzu ich pojemników przeciwołamkowych, zdolność łagodnego odprowadzenia gazów powybuchowych do atmosfery i odporność na krótkotrwałe oddziaływanie ognia wyzwolonego na skutek detonacji niewybuchów i niewypałów we wnętrzu pojemnika (przy zachowaniu maksymalnego dopuszczalnego równoważnika trotylowego przewożonego ładunku).

BIBLIOGRAFIA

1. Sprawozdanie WITPiS nr 7/ZPS/2007. Sulejówkę, 2007.
2. Sprawozdanie WITPiS nr 70/ZPS/2007. Sulejówkę, 2007.
3. Sprawozdanie WITPiS nr 32/ZPS/2008. Sulejówkę, 2008.
4. Sprawozdanie WITPiS nr 42/ZPS/2011. Sulejówkę, 2011.
5. Sprawozdanie WITPiS nr 62/ZPS/2011. Sulejówkę, 2011.
6. Sprawozdanie WITPiS nr 92/ZPS/2011. Sulejówkę, 2011.
7. Kowalski A., *Analiza bezpieczeństwa pojazdów przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów w związku z nowymi wymaganiami ustawowymi*, VI Konferencja Naukowo-Techniczna. *Problemy bezpieczeństwa w pojazdach samochodowych*, Kielce, Politechnika Świętokrzyska, 2008.
8. Kowalski A., *Wybrane problemy badań eksperymentalnych bezpieczeństwa użytkownika pojazdów wojskowych używanych do przewożenia niewybuchów i niewypałów*, VII Konferencja Naukowo-Techniczna. *Problemy bezpieczeństwa w pojazdach samochodowych*, Kielce, Politechnika Świętokrzyska, 2010.
9. Kowalski A., *Wpływ badań na ewolucję konstrukcji pojazdów specjalnych przeznaczonych do przewożenia niewybuchów i niewypałów*, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna. *Problemy detekcji i utylizacji materiałów niebezpiecznych*, Kościerzyna, Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej, 2010.
10. Ammunition and Explosives Safety Standards, PAM 385-64, Chapter 20, *Transportation of Ammunition and Explosives, Section I*.
11. Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions, Department of the Army Technical Manual TM5-1300, *Department of the Navy Publication NAVFAC P-397, Department of the Air Force AFM 88-22, Department of the Army, the Navy, and the Air Force, Revision 1, November 1990*.

Safety vehicles for carrying unexploded ordnance (UXO)

The topic of the article are the issues of safety of vehicles designated to carrying unexploded ordnance (UXO). Particular attention was paid to the active and passive safety of vehicles equipped with proof container explosion and shards. The author proposed to look at the problem with the focus on state of emergency (external factors and sudden outbreak).

Autorzy:

mgr inż. **Artur Kowalski** – Wojskowy Instytut Techniki Pancерnej i Samochodowej w Sulejówku – Zakład Pojazdów Gąsienicowych, artur.kowalski@witpis.eu

Źródła fotografii:

fotografie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – archiwum WITPiS, autor – mgr inż. Artur Kowalski.