

BADANIA EKSPERYMENTALNE WPLYWU DEFORMACJI ŁADUNKU KUMULACYJNEGO NA ZMNIEJSZENIE SKUTECZNOŚCI STRUMIENIA KUMULACYJNEGO

Streszczenie: W poniższej pracy przedstawione zostały wyniki badań eksperymentalnych wpływu deformacji ładunku kumulacyjnego na zmniejszenie skuteczności strumienia kumulacyjnego. Celowo utworzone deformacje ładunku wpłynęły na imperfekcje wkładki kumulacyjnej oraz materiału wybuchowego. Efektem tego była utrata symetrii w osi ładunku. Imperfekcje te miały niekorzystny wpływ na proces tworzenia się strumienia kumulacyjnego, co udało się potwierdzić opisanymi poniżej badaniami eksperymentalnymi. Wytworzone sztucznie deformacje ładunku kumulacyjnego uformowane były na wzór deformacji, jakie mają miejsce podczas zderzenia pocisku typu PG 7 z ochronnym pancerzem prętowym. Zostało to wcześniej potwierdzone przeprowadzeniem odpowiednich badań poligonowych w ramach projektu obrony pasywnej pojazdów. Przedstawione poniżej badania można więc potraktować jako kontynuację tych prac w kontekście zjawiska kumulacji. Są one również potwierdzeniem skuteczności pancerza prętowego, pokazując jak niewielka deformacja ładunku kumulacyjnego skutecznie zaburza cały proces kumulacji. Praca ta pozwala wnioskować, że do skutecznego zaburzenia strumienia kumulacyjnego wystarczająca jest deformacja ładunku bez konieczności jego uszkodzenia w postaci nieciągłości materiału (rozerwania zewnętrznego poszycia, wkładki lub materiału wybuchowego).

Słowa kluczowe: ładunek kumulacyjny, strumień kumulacyjny, imperfekcja ładunku

EXPERIMENTAL STUDIES OF SHAPED CHARGE DEFORMATION IMPACT ON REDUCTION SHAPED CHARGE JET EFFECTIVENESS

Abstract: The basic aim of the paper is to presents the results of experimental studies of the shaped charge deformation impact on the reduction of the shaped charge jet. Imperfections of a cumulative liner, explosives and a cover were introduced intentionally. The imperfection resulted in the loss of symmetry in the axis of the charge. These imperfections have an adverse effect on the formation of the shaped charge jet, which was confirmed by experimental studies described below. Deformations introduced into the shape charge corresponded to the situations that take place during an interaction between PG 7 missile and a slat armour. It was previously confirmed by suitable field tests within the frameworks of the project of passive defence of vehicles against a missile with a shape charge warhead. The following tests may therefore be regarded as a continuation of these works in the context of the influence of the interaction between PG 7 missile and the slat armour on the phenomenon of the shaped charge jet. They also confirm the effectiveness of the bar armour, showing how a small deformation of the shape charge effectively interferes with the jet formation. This work allows us to conclude that the effective disorder of the shape charge jet formation is sufficient distortion of the charge without damage (rupture of the outer skin, liner or explosive).

Keywords: shaped charge, shaped charge jet, imperfection

1. Wstęp

W obecnych konfliktach asymetrycznych duże znaczenie ma:

- ochrona przed bronią małokalibrową;
- ochrona przeciwminowa oraz ochrona przed IED;
- ochrona przed pociskami kumulacyjnymi typu RPG 7.

Przed zagrożeniem w postaci pocisków z głowicami kumulacyjnymi możemy bronić się za pomocą pancerzy reaktywnych, grubych pancerzy właściwych oraz pancerzy prętowych. Jeżeli chodzi o ochronę przed pociskami z głowicami kumulacyjnymi sprzętu używanego na różnych misjach (np. Irak, Afganistan) – głównie pojazdy logistyczne i lekko opancerzone, to duże znaczenie ma pancerz prętowy [1] (rys. 1). Jest to związane z jego masą, prostotą wykonania i brakiem materiałów wybuchowych, co powoduje, że jest obecnie szeroko stosowane.



Rys. 1. Demonstrator pojazdu klasy MRAP z pancerzem prętowym [1]

W Polsce badaniami eksperymentalnymi pancerzy prętowych zajmował się Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej [2] oraz Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej [3 ÷ 6]. Druga z wymienionych grup zajmowała się również analizami numerycznymi związanymi z procesem oddziaływania pancerza prętowego z pociskiem wyposażonym w głowicę kumulacyjną [4, 5]. Okazało się, że na skutek oddziaływań pomiędzy tymi elementami dochodzi do uszkodzenia pocisku – deformacji wkładki kumulacyjnej, uszkodzenia obudowy i pokruszenia materiału wybuchowego.

Przykładowe wyniki badań eksperymentalnych i numerycznych pancerza prętowego zostały przedstawione na rysunkach: 2, 3 (badania eksperymentalne) [6], 4, 5 (badania numeryczne).

Z badań tych wynika, że uszkodzenia doznaje głowica kumulacyjna – zarówno obudowa, wkładka jak i materiał wybuchowy, który ulega pokruszeniu.

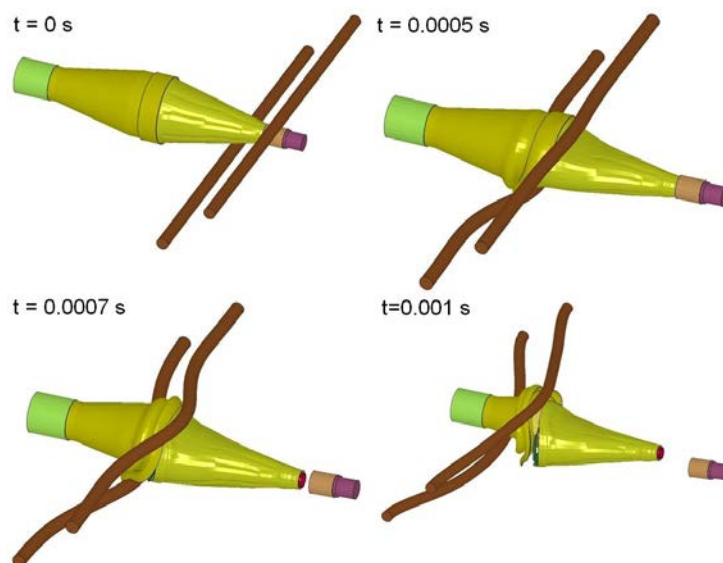
Wytworzenie strumienia wymaga wykonania elementów ładunku kumulacyjnego i jego złożenie z bardzo wysoką dokładnością zachowującą symetrię całości. Z zasady działania ładunku kumulacyjnego wynika, że im większa symetria tym przebitcie rośnie. Symetria ładunków rośnie wraz z rozwojem technologii, co zostało przedstawione na rysunku 6 [7]. Nowoczesne ładunki spełniające takie warunki potrafią przebić do 9 kalibrów (ładunek o średnicy 100 mm przebija do 900 mm stali RHA).



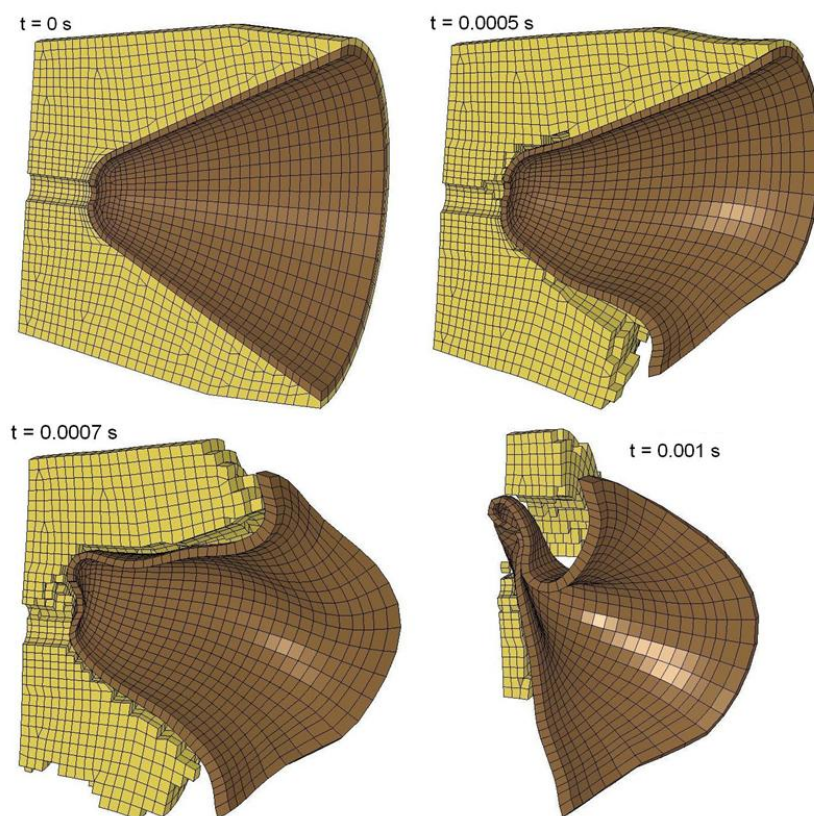
Rys. 2. Przejście głowicowej części pocisku do RPG 7 pomiędzy elementami pancerza prętowego [6]



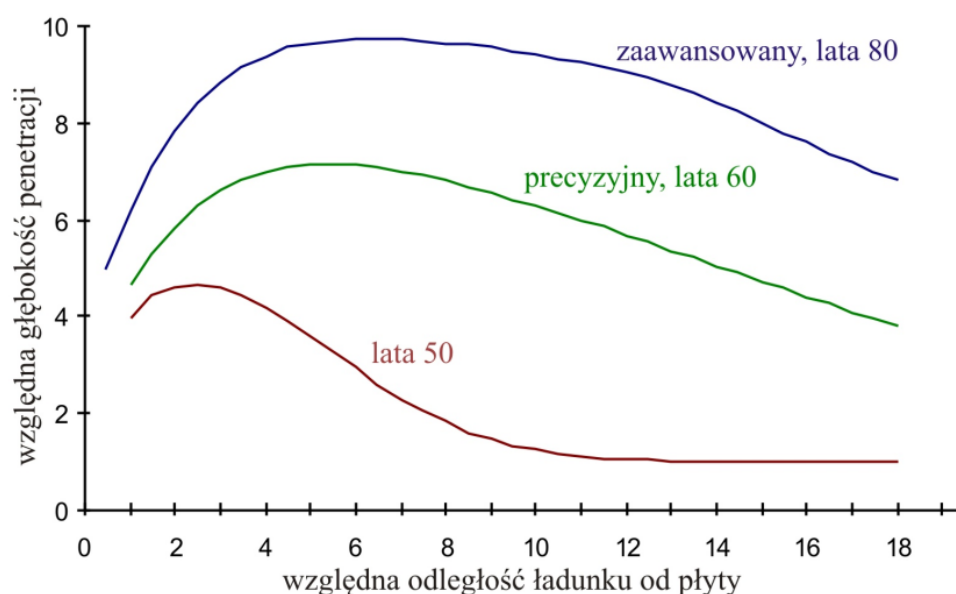
Rys. 3. Widok ramki z pancerzem prętowym po uderzeniu pocisku z głowicą kumulacyjną [6]



Rys. 4. Przebieg procesu deformacji wkładki kumulacyjnej i niszczenia materiału wybuchowego przy uderzeniu pod kątem 45° [5]



Rys. 5. Przebieg procesu deformacji wkładki kumulacyjnej i niszczenia materiału wybuchowego przy uderzeniu pod kątem 45° [5]



Rys. 6. Zależność głębokości penetracji przez strumień pancerza od odległości ładunku kumulacyjnego od płyty odniesiona do kalibru ładunku kumulacyjnego dla trzech generacji ładunków [7]

Brakuje jednak badań dotyczących wpływu deformacji na spadek wielkości przebicia pancerza przez strumień kumulacyjny. Badania takie pozwolą między innymi na ocenę skuteczności pancerza prętowego.

Wyniki badań zostaną porównane ze skutecznością ładunku wzorcowego – niezdeformowanego.

2. Stanowisko badawcze

W badaniach wykorzystano proste stanowisko badawcze składające się z:

- ładunku kumulacyjnego (rys. 7);
- dystansera wykonanego z plastikowej rury o długości 20 cm (rys. 8);
- płytek świadków do oceny skuteczności działania ładunku kumulacyjnego (rys. 8).

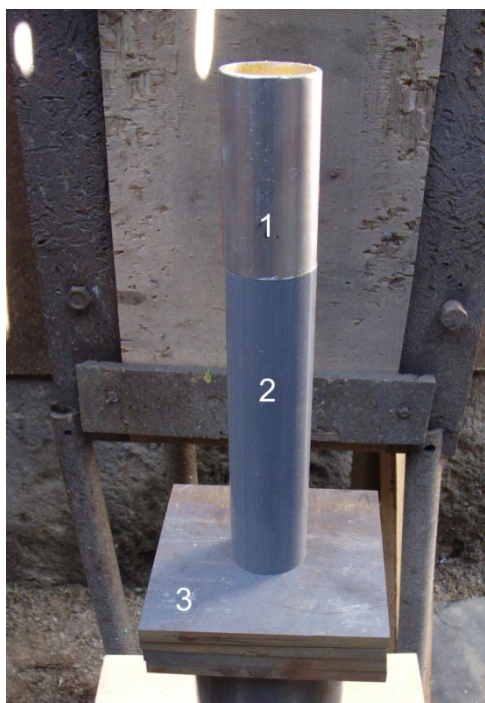
Ładunek kumulacyjny składał się z (rys. 7):

- aluminiowej obudowy;
- wkładki miedzianej o kącie rozwarcia wynoszącym 42° ;
- plastycznego materiału wybuchowego (mieszanka 80% heksogenu i 20% lepiszcza w postaci wosków i produktów ropopochodnych).

Każda ze stalowych płyt świadków miała kształt kwadratu o boku równym 150 mm i grubości 10 mm.



Rys. 7. Elementy składowe ładunku kumulacyjnego

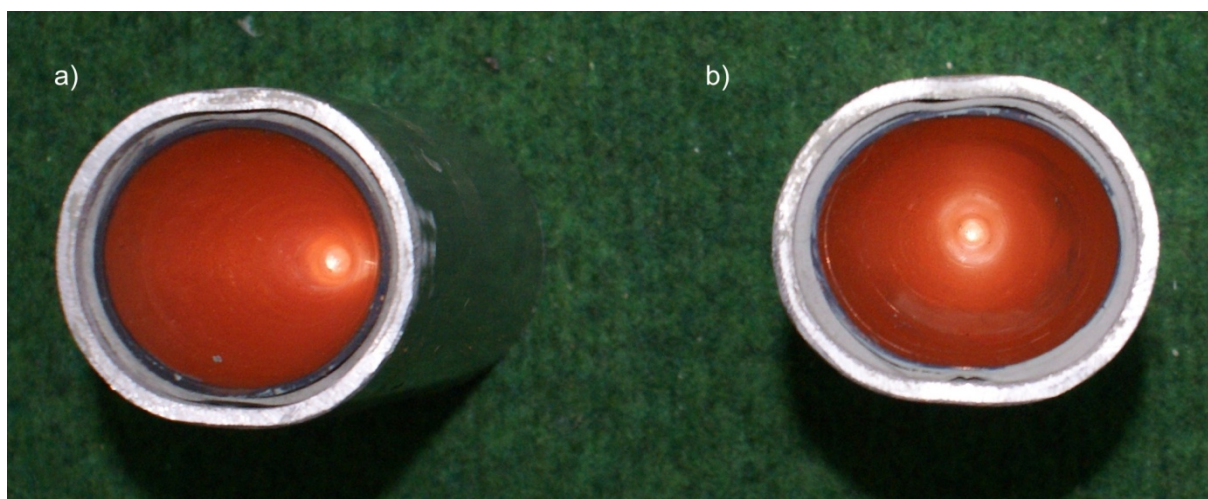


Rys. 8. Stanowisko do oceny skuteczności strumienia kumulacyjnego; (1) ładunek kumulacyjny, (2) dystanser, (3) płyty świadek

Najpierw obudowę ładunku kumulacyjnego z umieszczoną w nim wkładką napelniono plasteliną (rys. 9). Plastelina miała gęstość porównywalną z gęstością plastycznego materiału wybuchowego. Tak przygotowane ładunki odkształcono przez przyłożenie prostopadłej do ładunku siły o różnej intensywności. Odkształcone ładunki zostały przedstawione na rysunku 10.



Rys. 9. Ładunek kumulacyjny częściowo wypełniony plasteliną



Rys. 10. Ładunki kumulacyjne po deformacji poprzez przyłożenie siły; (a) mniejsza deformacja, (b) większa deformacja

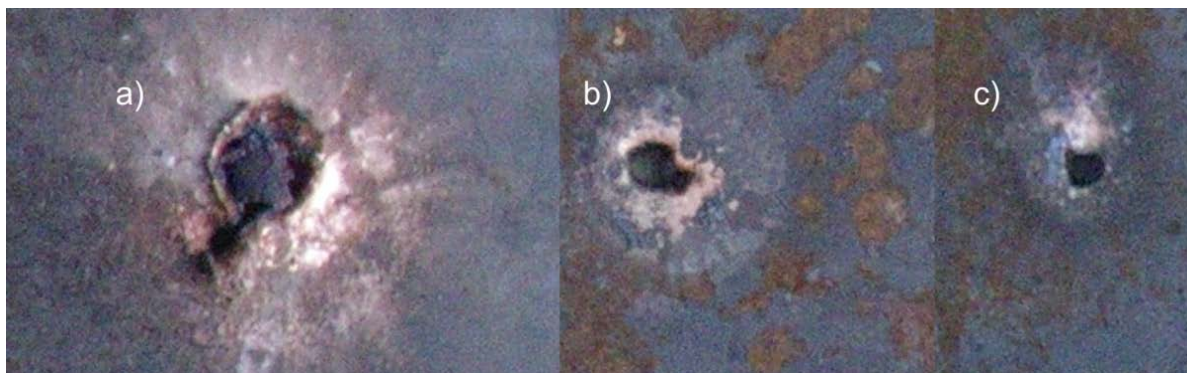
Następnie z ładunków usunięto plastelinę i zaelaborowano je plastycznym materiałem wybuchowym.

3. Badania eksperymentalne

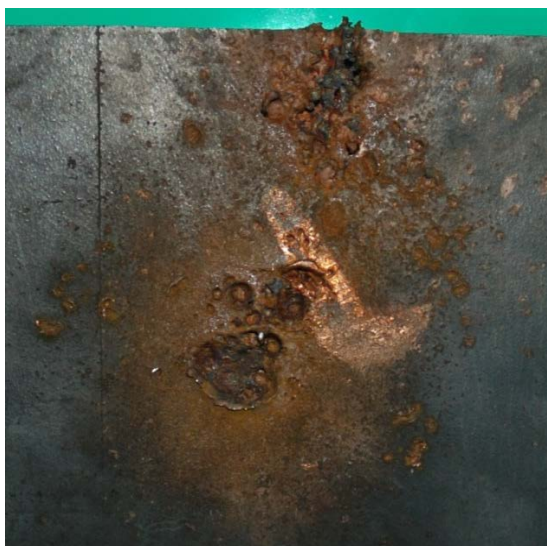
Na opisanym wcześniej stanowisku laboratoryjnym (rys. 8) przeprowadzono porównawcze badania eksperymentalne skuteczności zdeformowanych ładunków kumulacyjnych.

Jako pierwszy przebadano ładunek niezdeformowany (wzorcowy), który przebił 8 płyt świadków (łącznie 80 mm stali) (rys. 11). Otwór, który wykonał strumień w pierwszych płytach miał średnicę 5-6 mm.

Następnie wykonano badania zdeformowanych ładunków. Żaden z badanych ładunków nie przebił więcej niż jedną płytę. Przykładowy skutek oddziaływania strumienia z płytą ze zdeformowanego ładunku został przedstawiony na rysunku 12. Widać, że strumień był mocno porwany i odchylony od osi symetrii ładunku co spowodowało tak znaczny spadek przebicia.



Rys. 11. Płyty świadkowie po oddziaływaniu strumienia z niezdeformowanego ładunku kumulacyjnego; (a) pierwsza, (b) czwarta, (c) ósma licząc od strony ładunku kumulacyjnego



Rys. 12. Oddziaływanie strumienia z owalnego ładunku kumulacyjnego na płytę świadka

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych zdeformowanych przez przyłożenie siły ładunków kumulacyjnych. Wyniki badań porównano ze skutecznością przebicia ładunku wzorcowego, który przebił 80 mm stali.

Zarówno z ładunku mniej zdeformowanego o $\Delta r = 1,00\text{mm}$ oraz ładunku bardziej zdeformowany o $\Delta r = 1,93\text{mm}$ nie utworzył się strumień. W obu z tych przypadków doszło do odgięcia kierunku strumienia kumulacyjnego i jego o wiele szybszej niż zwykle fragmentacji. Skutkowało to 8 krotnym spadkiem przebicia.

Literatura

1. Zdobinsky M., Vega nowy czeski pojazd opancerzony, Nowa Technika Wojskowa, 6, 2011.

2. Szudrowicz M.. Analysis of bar and net screens structure protecting vehicles against anti-tank grenades fired from RPG-7. *Journal of Kones*, 1, 18, 2011
3. Panowicz R. i inni, Obliczenia analityczne prawdopodobieństwa zadziałania pancerza wykonanego z prętów o przekroju kołowym. Materiały konferencyjne XVIII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Problemy rozwoju, produkcji i eksploatacji techniki uzbrojenia, UZBROJENIE'2011, 2011.
4. Niezgoda T., Panowicz R., Sybilski K., Barnat W., Numerical analysis of a Shell with a main shaped charge warhead stroke into a bar armor with square section, *Journal of KONES*, Vol. 17, No. 3, 2010.
5. Panowicz R., Sybilski K., Niezgoda T., Barnat W.: Numeryczna ocena zniszczenia elementów pocisku PG-7G przy kontakcie z pancerzem prętowym, *Górnictwo odkrywkowe*, 51, 3, 2010.
6. Panowicz R., Sybilski K., Gieleta R., Kupidura P., Bazela R., Magier M., Badania eksperymentalne wybranego typu pancerza prętowego, *Biuletyn Naukowy Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia*, Zeszyt 118, nr 2, 2011
7. Ogorkiewicz R. M., Advances in armour materials, *International Defense Review*, 4, 1991.