

BADANIA STRUKTUR OCHRONNYCH WOZÓW BOJOWYCH OBCIĄŻONYCH WYBUCEM

Wacław Borkowski, Piotr Rybak, Zdzisław Hryciów

Military University of Technology
S. Kaliskiego 2 Str., 00-908 Warszawa
tel.: +48 22 6839752, fax: +48 22 6837370
e-mail: w.borkowski@wme.wat.edu.pl
p.rybak@wme.wat.edu.pl
z.hryciów@wat.edu.pl

RESEARCHES OF PROTECTIVE STRUCTURES OF COMBAT VEHICLES LOADED BY EXPLOSION

Abstract

In the paper were described the threats of combat vehicles during realizing tasks in frames of stabilization and peacekeeping missions. The map of menaced by conflicts regions of the world was presented. These regions can be a field of combat operations in the future.

It the basis of available materials and results of experimental researches the effects of acting of blowing charge on combat vehicles during fights in urbanized and mountain terrain were presented. The general directions of research and development were described particularly from the point of view of possibility of increasing a protection level of combat vehicles crews against combat means. These means are characteristic in stabilization and peacekeeping missions as well as in combat operations.

The chosen results of model researches of worked out protective structures were presented. The protective structures were loaded by shock wave generated by hypothetic, unconventional blowing charge or mine. In the paper was evidenced the possibility and urgency of selection of the most profitable structure parameters of protected part of combat vehicles against expected threats as well.

Keywords: combat vehicle, modelling, protective structures, blowing charge

Streszczenie

W pracy opisano zagrożenia wozów bojowych podczas realizacji zadań w ramach misji stabilizacyjnych i pokojowych. Przedstawiono mapę regionów świata zagrożonych konfliktami. Regiony te mogą być obszarami przyszłych działań wojsk.

W oparciu o dostępne materiały i wyniki własnych badań eksperymentalnych przedstawiono efekty oddziaływania ładunków wybuchowych na pojazdy wojskowe podczas walk w terenie zurbanizowanym i górzystym. Opisano ogólne kierunki prac badawczych i rozwojowych prowadzące w efekcie do podwyższenia poziomu ochrony załóg wozów bojowych przed środkami bojowymi, charakterystycznymi dla działań pokojowych i misji stabilizacyjnych, ale mogące występować również w działaniach bojowych.

Przedstawiono wybrane rezultaty badań modelowych opracowanych struktur ochronnych dla wozów bojowych. Strukturę ochronną poddawano oddziaływaniu fali uderzeniowej generowanej hipotetycznym, niekonwencjonalnym ładunkiem wybuchowym lub miną. W pracy wskazano również możliwość i potrzebę doboru najkorzystniejszych parametrów struktury dla ochranianych części wozu bojowego przed spodziewanym zagrożeniem

Słowa kluczowe: wóz bojowy, modelowanie, struktura ochronna, ładunek wybuchowy

1. Wprowadzenie

Zadania, które spoczywają na jednostkach biorących udział w misjach stabilizacyjnych, swoim zakresem obejmują tradycyjne zadania, charakterystyczne np. dla policji działającej na terenie własnego państwa oraz zadania specjalne, wynikające z przeciwdziałania terroryzmowi lub

przestępczości zorganizowanej, jak również wsparcia operacji pokojowych. Podczas realizacji postawionych zadań dopuszczane są różne scenariusze rozwoju sytuacji, charakteryzujące się różnorodnymi zagrożeniami. Na rys.1 przedstawiono regiony potencjalnych działań misji stabilizacyjnych.



Rys. 1. Lokalizacja i przyczyny współczesnych konfliktów zbrojnych [2]
 Fig. 1. Location and cause of present armed conflicts [2]

Dlatego też wozy bojowe i pojazdy transportowe przeznaczone do działania w strefie konfliktów zbrojnych powinny spełniać specyficzne wymagania ze szczególnym uwzględnieniem zapewnienia jak najlepszej ochrony żołnierzom. Doświadczenia tych działań jak np. wojna w zatoce perskiej w 1991 roku i w 2003 roku, gdzie Stany Zjednoczone i Wielka Brytania pierwszy raz użyły wołów bojowych na taką skalę, podsuwają tylko pewne rozwiązania, jak należy działać i co należy zrobić, aby uniknąć takich zdarzeń jak pokazuje rys.2. Wojna w Iraku zdyktowała prace nad modernizacją czołgów, bojowych wołów piechoty i innych pojazdów w aspekcie ich dostosowania do walki i ochrony żołnierzy w terenie zurbanizowanym i górzystym. Podobnie użycie przez Rosję sprzętu pancernego i transportowego w Afganistanie, pokazało niedopracowanie metod użycia jednostek zmechanizowanych w górach. Również walki w terenie zurbanizowanym takim jak Czeczenia pokazały jak bardzo wojska rosyjskie nie były przygotowane do walki z przeciwnikiem, gdzie wszystkie działania odbywały się na małych odległościach - rys.3.



Rys. 2. Zniszczony czołg w Iraku (po lewej), samochód osobowo-terenowy po wybuchu ładunku (po prawej) [3]
Fig. 2. Destroyed tank in Iraq (on left), all-terrain vehicle after explosion of blowing charge (on right) [3]



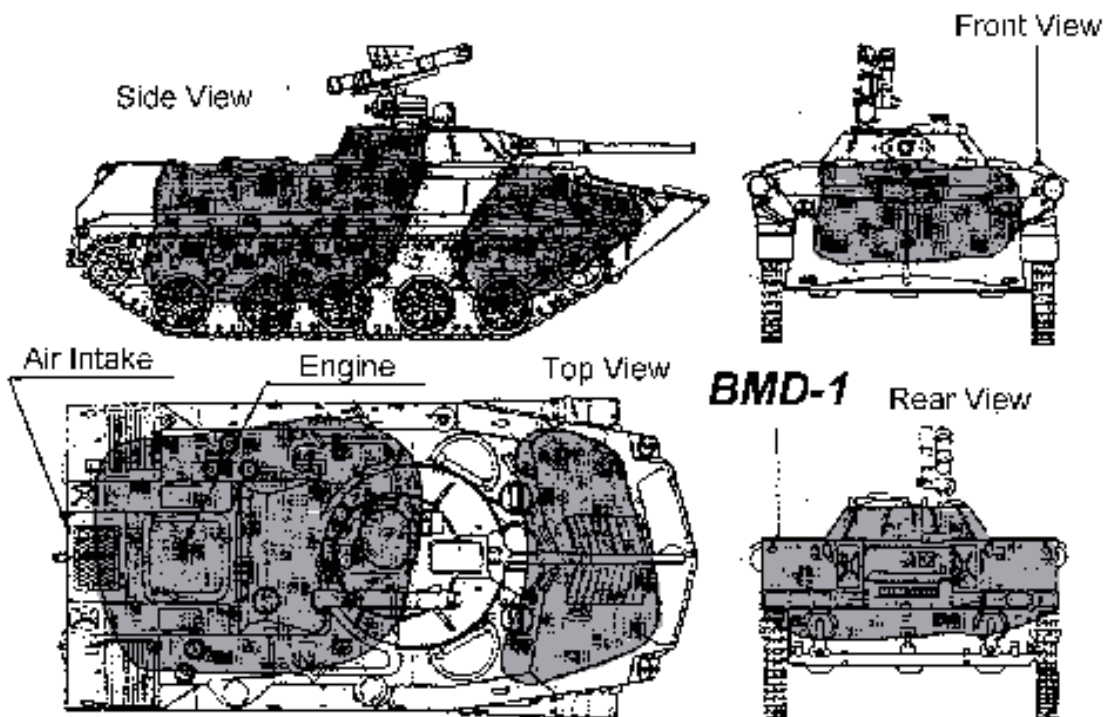
Rys. 3. Następstwa szturm Groznego (po lewej), wybuch miny pod pojazdem (po prawej) [4]
Fig. 3. The result of attack of Grozny (on left), the explosion of mine under vehicle (on right) [4]

W wielu przypadkach uszkodzenie wozów bojowych w działaniach stabilizacyjnych było spowodowane wybuchem min lub improwizowanych ładunków wybuchowych (IED – Improved Explosive Devices) zawierających znacznie większe ilości materiału wybuchowego niż w konwencjonalnych środkach porażających (nawet powyżej 100 kg). Ładunki tego typu rozmieszczone są w sposób przemyślany, tam gdzie najmniej się można ich spodziewać, wzdłuż ważnych dróg uczęszczanych przez patrole wojsk stabilizacyjnych: są zakopywane na poboczu, w studzienkach kanalizacyjnych, mocowane do drzew lub ścian budynków, a w górach umieszczanie w zboczach skał lub pod kamieniami. Przykładowe ułożenie improwizowanego ładunku wybuchowego wewnątrz przydrożnej budowli przedstawiono na rys. 4.

Analiza dostępnych informacji o uszkodzonych węzłach konstrukcyjnych kadłubów wozów oraz częstotliwość ich porażień, wskazuje na miejsca najbardziej niebezpieczne i wymagające szczególnego wzmocnienia. Przykład zestawienia takich obszarów dla pojazdów biorących udział w wojnie w Czeczenii (w odniesieniu do wozu BMD-1) przedstawia rys.5.



Rys. 4. Ułożenie improwizowanego ładunku wybuchowego [5]
Fig. 4. Arrangement of improvised blowing charge [5]



Rys. 5. Obszary trafień wozu desantowego środkami porażającymi w Czeczenii [4]
Fig. 5. The areas of hits of landing vehicle in Chechnya [4]

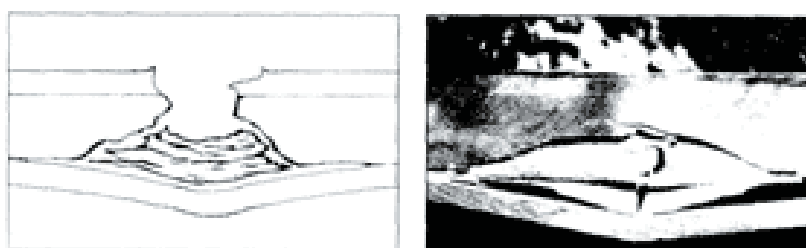
Dla zwiększenia bezpieczeństwa ludzi w pojazdach biorących udział w wyżej opisanych działaniach prowadzi się intensywne prace w kierunku uzyskania wysokiej odporności balistycznej głównie na działanie pocisków artylerii lufowej i granatników przeciwpancernych różnego kalibru. Głównie poszukuje się lekkich panczerzy dodatkowych o konstrukcji modułowej montowanej na pojazdy biorące bezpośredni udział w działaniach.

Np. masa dodatkowego, lekkiego opancerzenia chroniącego przed pociskami kal. 14,5 mm oraz odłamkami pocisków kal. 155mm, w zależności od pojazdu może wynosić od 2t do 2,5t (niekiedy 4t). Przykładem może być kompozycja Tristrato - rys. 6, stanowiąca kilkuwarstwowy pakiet płyt ze stopów aluminium o określonej twardości. Efekt uderzenia pocisku w taki pakiet pokazuje rys.7.



Rys. 6. Aluminiowa kompozycja ochronna Tristrato (z lewej) oraz twardość jej elementów składowych (z prawej) [6]
Fig. 6. The aluminium protective composition Tristrato (on left) as well as hardness of its component (on right) [6]

Badania [6] wskazują, że kompozycja Tristrato pozwala na zmniejszenie masy elementu ochronnego na jednostkę powierzchni (w stosunku do równoważnego elementu stalowego) w zależności od rodzaju zastosowanego materiału (stopu). I tak o wartość do 32% dla stopu 5083; do 21% dla stopu 7020, do 14% dla stopu 7039, do 10% dla stopu 7017.



Rys. 7. Schemat przedstawiający kompozycję Tristrato po uderzeniu (z lewej), rezultat uderzenia w kompozycji pocisku ze stępionym czubkiem [6]
Fig. 7. The composition Tristrato after hitting (on the left), the result of hitting at composition the bullet with blunted tip (on the right) [6]

W odniesieniu do kształtowania odporności wozów bojowych na miny przeciwpancerne (przeciwdenne, przeciwgąsienicowe, przeciwburtowe) oraz improwizowane ładunki wybuchowe (IED) również prowadzi się intensywne badania. W tym przypadku problem jest bardziej złożony ponieważ w ładunkach nie znamy ilości materiału wybuchowego (np. od kilku nawet do kilkudziesięciu kilogramów), miejsca ułożenia, odległości, czasu możliwego oddziaływania itp. Przykłady badań przedstawiają rysunki. Rys.8 – badania odporności czołgów na ładunki wybuchowe realizowane przez zespół Instytutu Pojazdów Mechanicznych i Transportu WME WAT oraz rys.9 – badania i dobór kształtu nadwozia pojazdu kołowego przez firmę Timoney Technology (Republika Irlandii).



Rys. 8. Badania odporności czołgu na miny (fot. P.R.)
Fig. 8. The researches of resistance of tank on mine (photo by. P. R.)

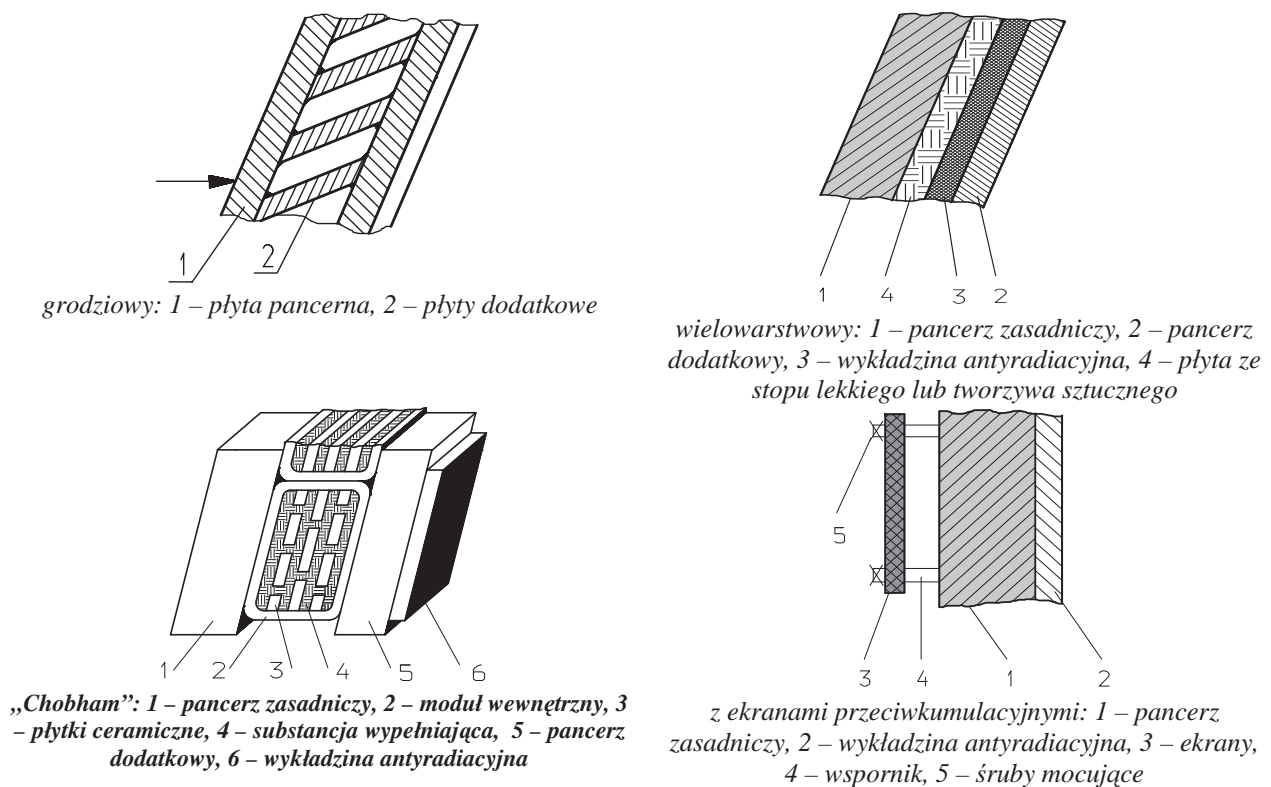


Rys. 9. Badania odporności nowego nadwozia firmy Timoney's na wybuch ładunku [7]
 Fig. 9. Timoney's innovative vehicle designs incorporate blast deflecting hulls, blow-away components and multiple floors [7]

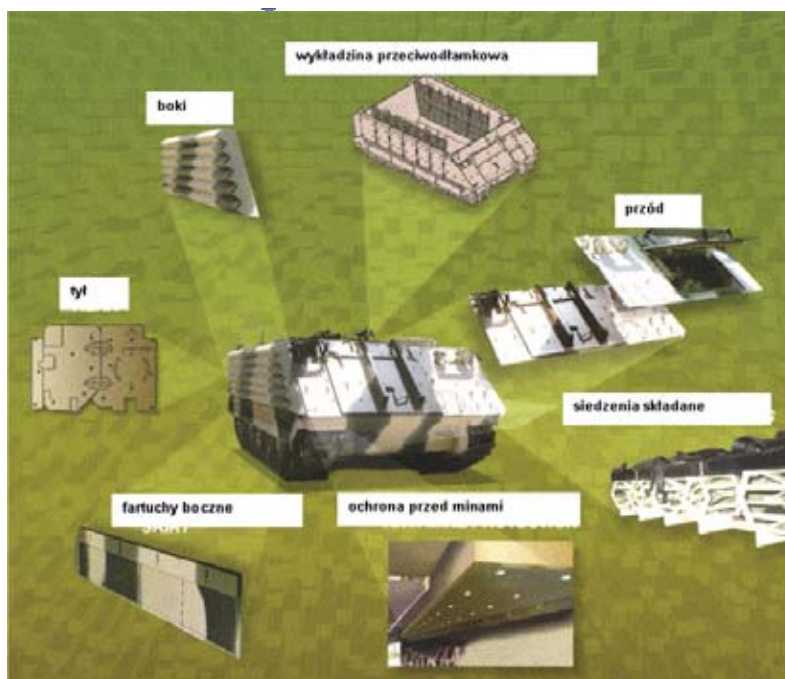
W wielu przypadkach jest tak, że struktura opancerzenia dodatkowego wozu bojowego wytrzymuje oddziaływanie powybuchowej fali uderzeniowej natomiast nie wytrzymuje tego obciążenia konstrukcja nośna nadwozia. Efekt porażenia jest taki sam jak dla pojazdu bez dodatkowego opancerzenia.

2. Model struktury

Analizując rozwiązania konstrukcyjne zasadniczych panczerzy wozów bojowych oraz elementów opancerzenia dodatkowego – rys.10 i 11, opracowano strukturę ochronną o charakterze zbliżonym do panczerza grodziowego.

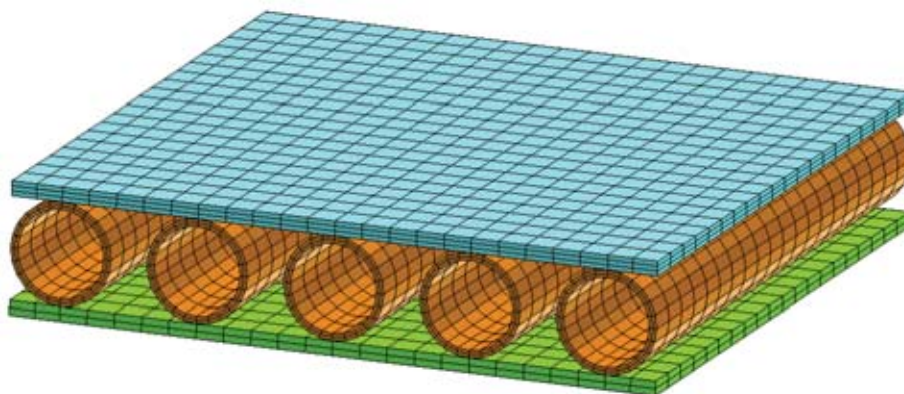


Rys. 10. Struktury opancerzenia wozów bojowych
 Fig.10 . The structure of armor of combat vehicles



Rys. 11. Panczerze modułowe wozów bojowych [7]
 Fig. 11. The module armours of combat vehicles [7]

Model opracowanej struktury ochronnej, przedstawionej na rys. 12, wykonano ze stopu lekkiego. W efekcie ma stanowić element cząstkowy pancerza modułowego dla wozu bojowego. Przyjęto przy tym założenie, że opracowana struktura ochronna w głównej mierze powinna w możliwie maksymalnym stopniu osłabić oddziaływanie obciążenia na strukturę nośną nadwozia wozu bojowego lub pojazdu patrolowego. Założono również możliwość wypełnienia przestrzeni wewnętrznych specjalnym materiałem.



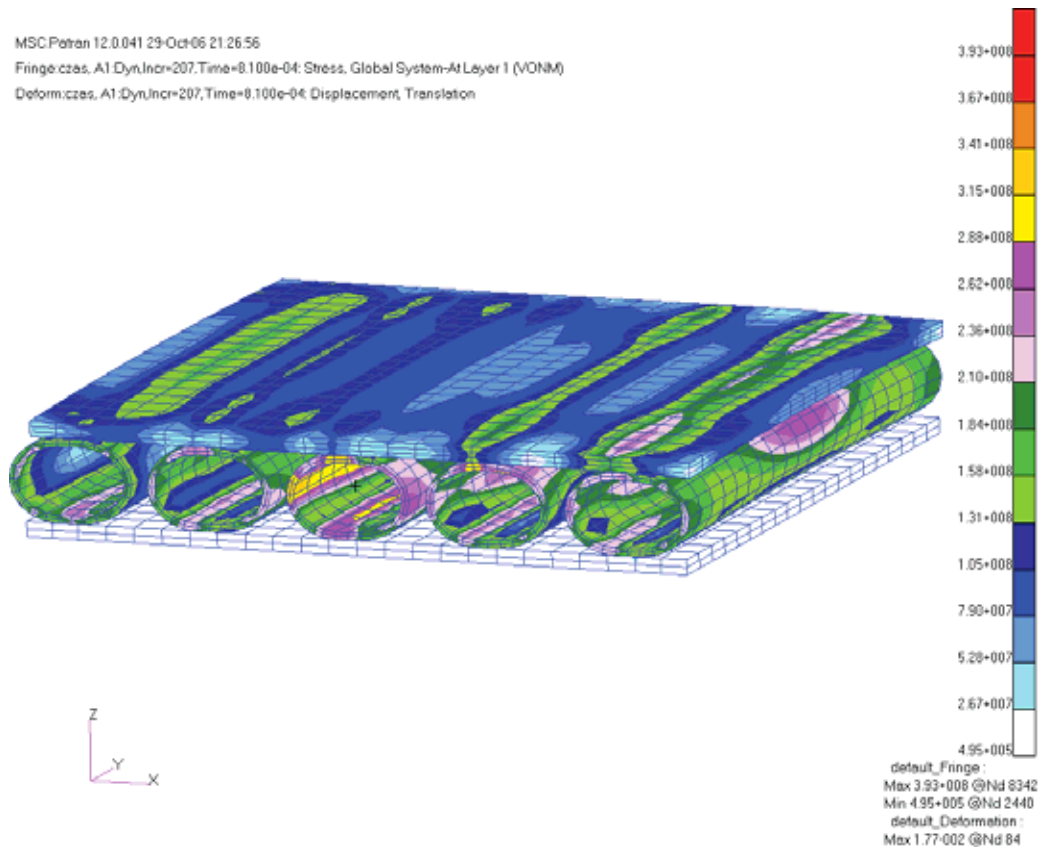
Rys. 12. Model struktury ochronnej
 Fig. 12. Model of protective structure

3. Badania modelowe

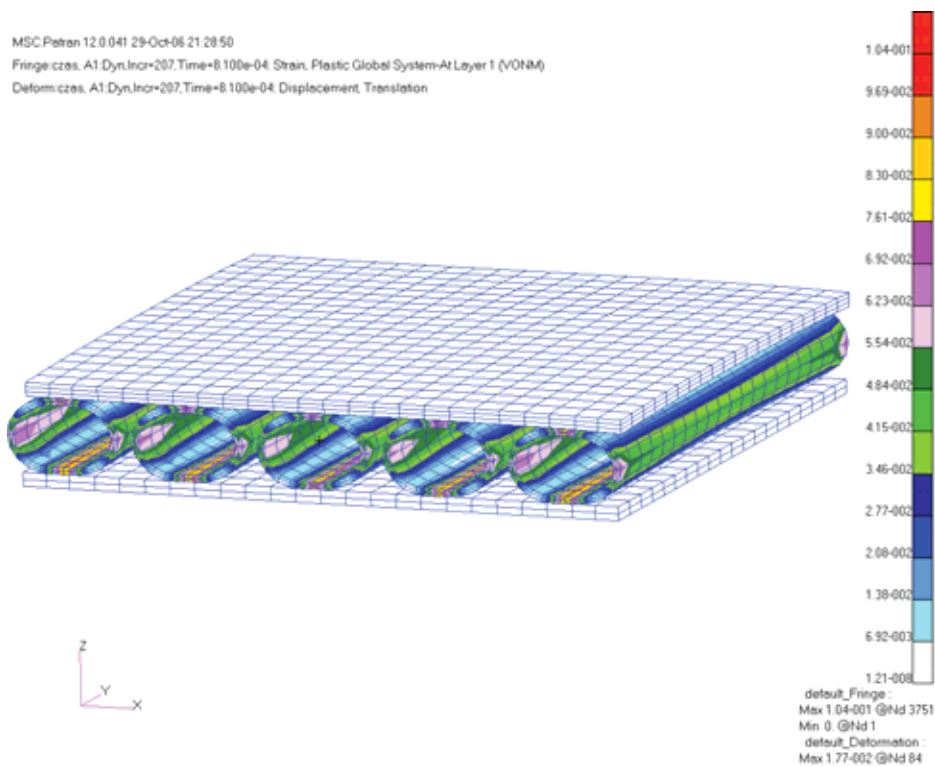
W pracy przedstawiono wybrany fragment obliczeń, w którym rozważano dwa modele struktury ochronnej różniące się grubością ścianek elementów rurowych g , przy czym $g_1 > g_2$. Modele poddano oddziaływaniu powybuchowej fali uderzeniowej wygenerowanej wybuchem hipotetycznego ładunku minowego. Charakter fali uderzeniowej, stanowiącej model obciążenia struktury, został zweryfikowany w badaniach eksperymentalnych.

Rezultaty obliczeń przedstawiono na rysunkach i wykresach. Na rys. 13 i 14 przedstawiono wyężenie w elementach struktury ochronnej dla chwili osiągnięcia maksymalnych deformacji, przy

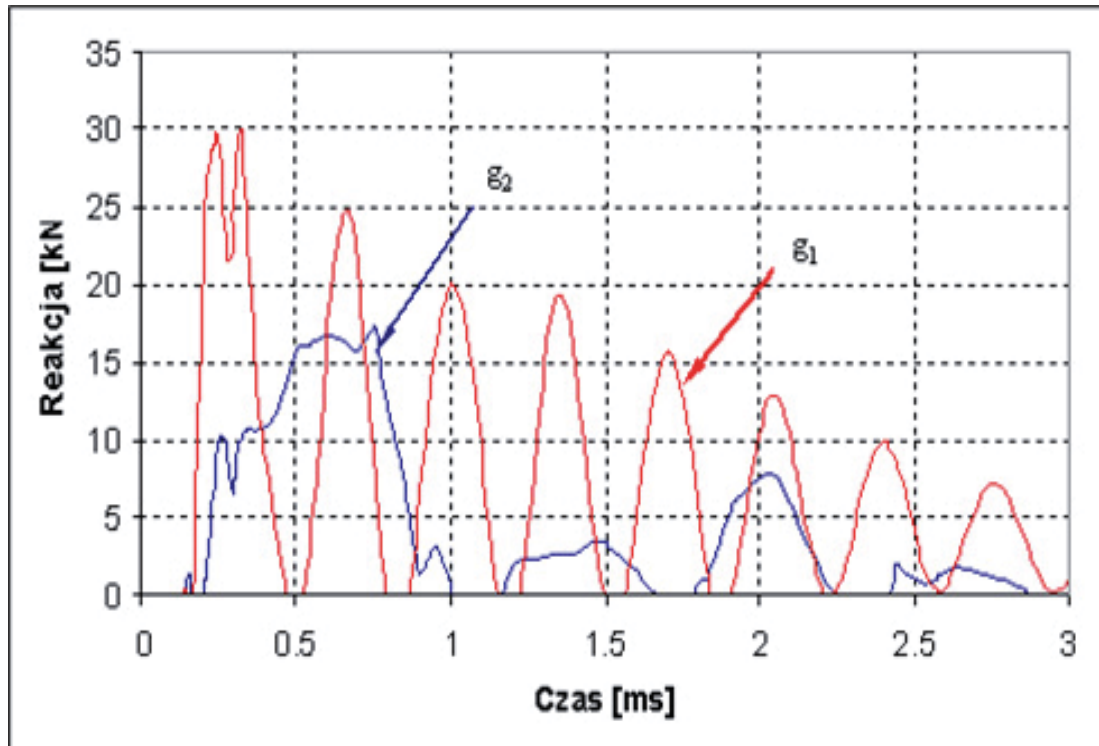
zadany ładunku materiału wybuchowego. Na rys.15 pokazano reakcje w wybranych podporach struktury, a na rys. 16 przemieszczenia jednego z węzłów płyty zewnętrznej struktury.



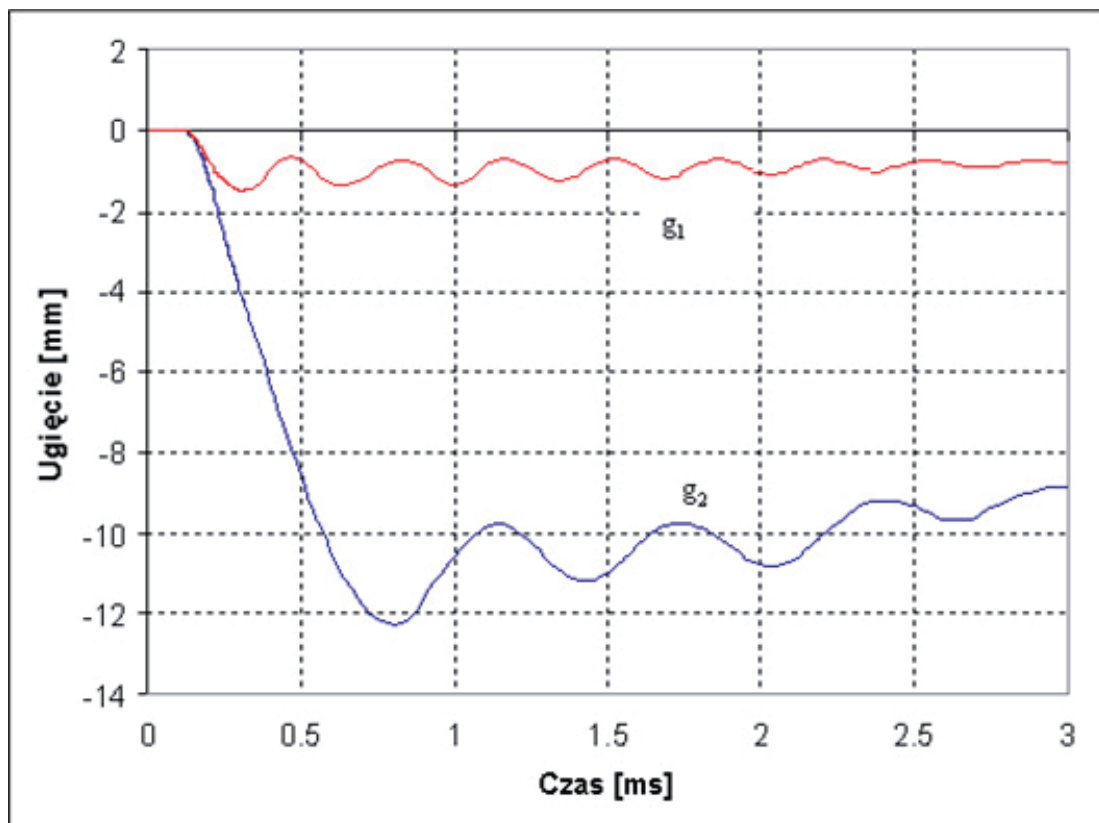
Rys. 13. Rozkład naprężeń dla maksymalnych deformacji struktury, dla g_1
Fig. 13. Distribution of stress at maximum deformations of structure (g_1)



Rys. 14. Rozkład naprężeń dla maksymalnych deformacji struktury, dla g_2
Fig. 14. Distribution of stress at maximum deformations of structure (g_2)



Rys. 15. Reakcje w wybranym punkcie struktury, dla g_1 i g_2
Fig. 15. The reaction forces in chosen point of structure (g_1 and g_2)

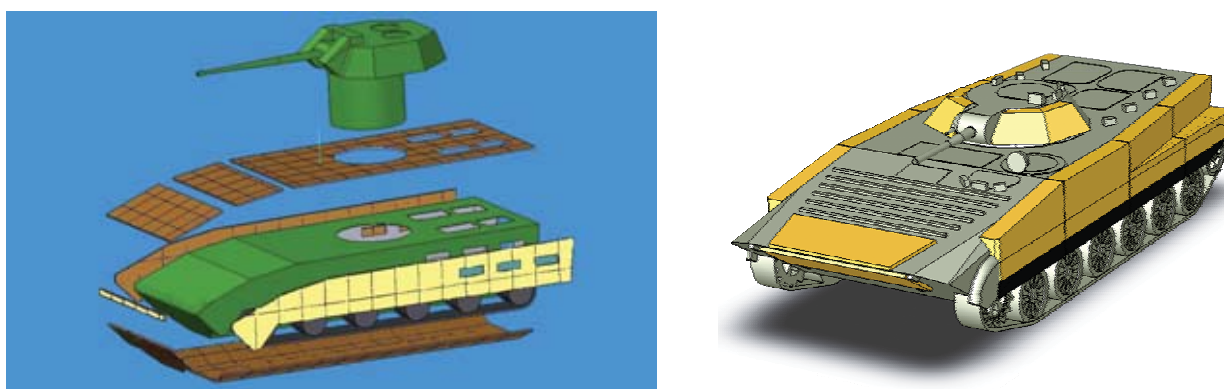


Rys. 16. Przemieszczenie pionowe w wybranym punkcie struktury, dla g_1 i g_2
Fig. 16. The vertical displacement in chosen point of structure (g_1 and g_2)

4. Wnioski końcowe

Uzyskane z badań modelowych rezultaty są obiecujące i stanowią dobrą podstawę do dalszych badań, w tym badań eksperymentalnych, nad uzyskaniem struktury ochronnej nie tylko przed minami i improwizowanymi ładunkami wybuchowymi ale również przed innymi środkami bojowymi.

Opracowany model pozwala na wielowariantowe jego kształtowanie w zależności od zastosowania. Parametry charakterystyczne opracowanej struktury ochronnej można dobierać odpowiednio dla każdego ochranianego obszaru nadwozia pojazdu, biorąc pod uwagę między innymi kąty pochylenia pancerza zasadniczego, prawdopodobieństwo porażenia obszaru, rodzaj środka porażającego. Na rys. 17 przedstawiono dwie, koncepcje modernizacji wozu bojowego piechoty pod kątem zwiększenia ochrony, własną oraz firmy Slavin- Land System Division (Izrael). Obydwie z zastosowaniem lekkich materiałów



Rys. 17. Dodatkowe, lekkie opancerzenie wozu bojowego piechoty: po lewej – wg koncepcji własnej; po prawej – wg Slavin - Land System Division

Fig. 17. The additional light armor of combat infantry carrier: on the left - according to own conception; on the right - according to Slavin - Land System Division

Literatura

- [1] Borkowski, W., Rybak, P., *Gąsienicowe wozy bojowe w warunkach oddziaływania obciążeń uderowych*, XII Konferencja. Naukowo – Techniczna „Problemy rozwoju, produkcji i eksploatacji techniki uzbrojenia”, Rynia 21 – 23 maj 2003.
- [2] <http://www.flattosharon.co.il>.
- [3] <http://www.caerdroia.org>.
- [4] <http://www.armor.kiev.ua>, [www. BTVT.narod.ru](http://www.BTVT.narod.ru).
- [5] <http://www.defense-update.com>, <http://www.globalsecurity.org>.
- [6] Di Russo, E., *Aluminium composite armour*, International Defense Review, No12,658, 1988.
- [7] www.army-technology.com.
- [8] Materiały niepublikowane z Seminarium nt *Ulepszone opancerzenie wozów bojowych*, Warszawa.
- [9] Materiały reklamowe firmy Slavin- Land System Division, Izrael.