

A COMBAT VEHICLE IN STABILIZING OPERATIONS

Wacław Borkowski

Piotr Rybak

Zdzisław Hryciów

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

Abstract

The paper describes dangers that can be met by combat vehicles during combat missions of different kinds. A particular attention has been focused on risks accompanying patrol – intervention tasks.

The assumptions concerning mathematical model of a combat vehicle and of the loads acting on its supporting structure have been presented. The numerical model of the vehicle has been built up on the basis of the available technical documentation with the aid of the finite element method. The solutions of the natural frequencies problem have been compared with results of experimental tests. The numerical model of the loads has been built up by using the assumption that the charge that constitutes a source of the shock wave is equivalent to the explosion of a pointwise charge in a free space. The model of loads has been verified on the basis of experimental tests. Forced vibrations of the supporting structure were studied for chosen, most common, cases of acting of Improvised Explosive Devices (IED) on combat vehicles. The results of numerical investigations of the combat vehicle supporting structure that has been loaded by a burst wave generated by IEDs have been illustrated in a number of graphs.

The presented approach can be viewed as a multivariant method of analysis of supporting structures of combat vehicles affected by after-explosion shock waves.

Keywords: *combat vehicle, carrying structure, impact strength, Improvised Explosive Device, dynamic loads*

POJAZD BOJOWY W DZIAŁANIACH STABILIZACYJNYCH

Streszczenie

W pracy opisano zagrożenia, jakie mogą spotykać pojazdy bojowe podczas działań wojennych oraz w misjach pokojowych i stabilizacyjnych. Szczególną uwagę zwrócono na niebezpieczeństwa wynikające z realizacji zadań patrolowo – interwencyjnych.

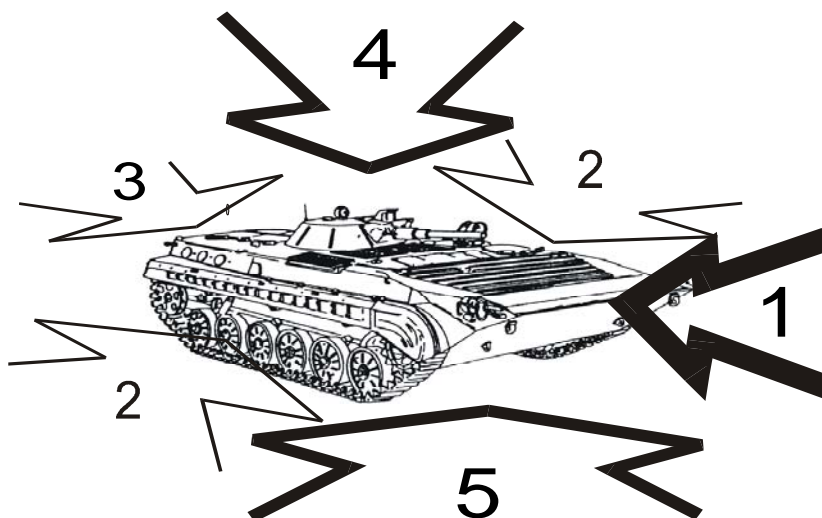
Przedstawiono założenia przyjęte do budowy modelu matematycznego obiektu badań oraz modelu obciążenia struktur nośnych badanego pojazdu. Model obiektu badań zbudowano w oparciu o dostępną dokumentację i wiedzę ekspercką wykorzystując metodę elementów skończonych, a rezultaty rozwiązania zagadnienia na wartości własne odniesiono do wyników badań eksperymentalnych. Model obciążenia wybuchem opracowano przy założeniu, że ładunek wybuchowy, który jest źródłem fali uderzeniowej jest równoważny wybuchowi ładunku punktowego w nieograniczonej przestrzeni. Model zweryfikowano w oparciu o rezultaty własnych badań eksperymentalnych. Badania drgań wymuszonych realizowano dla wybranych, najczęściej spotykanych przypadków oddziaływań improwizowanych ładunków wybuchowych na pojazdy bojowe. Rezultaty badań numerycznych samonośnego nadwozia wozu bojowego obciążonego wybuchem improwizowanego ładunku wybuchowego przedstawiono na rysunkach i wykresach.

Przedstawiona metodyka badań pozwala na wielowariantowe badanie struktur nośnych pojazdów bojowych na obciążenia udarowe oraz innych obiektów, które mogą być narażone na oddziaływanie powybuchowych fal uderzeniowych.

Słowa kluczowe: wóz bojowy, struktura pojazdu, obciążenie udarowe, improwizowany ładunek wybuchowy, obciążenia dynamiczne

1. Wprowadzenie

Na współczesnym i przyszłym polu działań wóz bojowy (czołg, BWP, KTO) będzie narażony na niebezpieczeństwo – oddziaływanie środków porażających przeciwnika – pochodzące z różnych stron. Dotyczy to oddziaływania z ładu i powietrza (rys.1.1), głównie środkami przeciwpancernymi konwencjonalnymi oraz improwizowanymi środkami minowymi. Sposób i siła rażenia tych środków zależą od: kalibru, prędkości, energii, rodzaju pocisku i zdolności przebicia danym pociskiem monolitycznego pancerza stalowego oraz od wielkości ładunku materiału wybuchowego.



Rys.1.1. Strefy rażenia pojazdu bojowego
Fig. 1.1. Danger zones of a combat vehicle

Strefa 1 to przód pojazdu, potencjalnie najbardziej narażony na środki ogniowe i zarazem najlepiej chroniony. Strefa 2 to boki pojazdu, których płyty są ustawione niemalże pionowo i mają znaczną powierzchnię. Są wrażliwe na ręczne środki przeciwpancerne oraz miny przeciwburtowe. Strefa 3 obejmuje tył wozu bojowego, o małej powierzchni i mniej skutecznej ochronie niż strefa pierwsza. Ze względu na charakter działania jest to obszar o małym stopniu narażenia. Strefa 4 to górne płyty kadłuba i wieży, o największej powierzchni, najbardziej odsłoniętej i o dużej wrażliwości na środki artylerii naziemnej oraz środki napadu powietrznego. Strefa 5 obejmuje dno kadłuba, które w większości rozwiązań jest bazą dla niektórych układów i zespołów pojazdu, charakteryzuje się niewielką grubością oraz stosunkowo mało skuteczną ochroną przed ładunkami minowymi.

Minione i współczesne konflikty zbrojne (m.in. w 1), Angoli, Bliskim Wschodzie, Czeczenii, Jugosławii, Afganistanie, Iraku i in.) potwierdzają tezę, że, wozy bojowe (czołgi, bojowe wozy piechoty oraz kołowe transportery opancerzone) stanowią i będą nadal stanowić podstawowy środek walki oraz transportu wojsk lądowych.

W działaniach wojennych można się spodziewać, że najbardziej obciążonymi strefami będą 1, 5, i 4, natomiast w działaniach patrolowych i misji stabilizacyjnych strefy 2 i 5.

Przeznaczeniem pojazdu bojowego na polu walki jest wykonywanie zadań w warunkach bezpośredniego zagrożenia środkami porażającymi przeciwnika. W ciągłej rywalizacji „pocisk przeciwpancerny – pancerz”, przewaga jest po stronie pocisku. Determinuje to konieczność badania oraz poszukiwania takich rozwiązań konstrukcji, które mogą poprawić właściwości chroniące i zwiększyć trwałość bojową pojazdu. Poszukiwanie racjonalnej ochrony przed pociskami konwencjonalnymi w działaniach bojowych jest w pewnym sensie

ułatwione, ponieważ, chociaż w przybliżeniu, możemy określić strefy porażenia dla zadanych parametrów pocisku. Trudniejsza jest analiza i dobór parametrów improwizowanych ładunków wybuchowych, które spotyka się w działaniach stabilizacyjnych - zadaniach patrolowych i konwojowych. Podstawowym czynnikiem rażenia takich ładunków jest ciśnienie powybuchowej fali uderzeniowej działające na strukturę nośną pojazdu bojowego. Skutek takiego oddziaływania ma wpływ na trwałość i żywotność pojazdu na polu walki oraz możliwość przeżycia załogi. W pracy podjęto próbę ilościowej oceny wpływu obciążeń generowanych wybuchem improwizowanego ładunku na strukturę wozu bojowego.

2. Badania modelowe

Jako obiekt badań przyjęto pojazd gaśnicowy- wzorowany na bojowym wozie piechoty BWP – 1, sylwetkę którego przedstawia rys. 2.1.



Rys. 2.1. Sylwetka bojowego wozu piechoty BWP-1
Fig. 2.1. Combat vehicle BWP-1

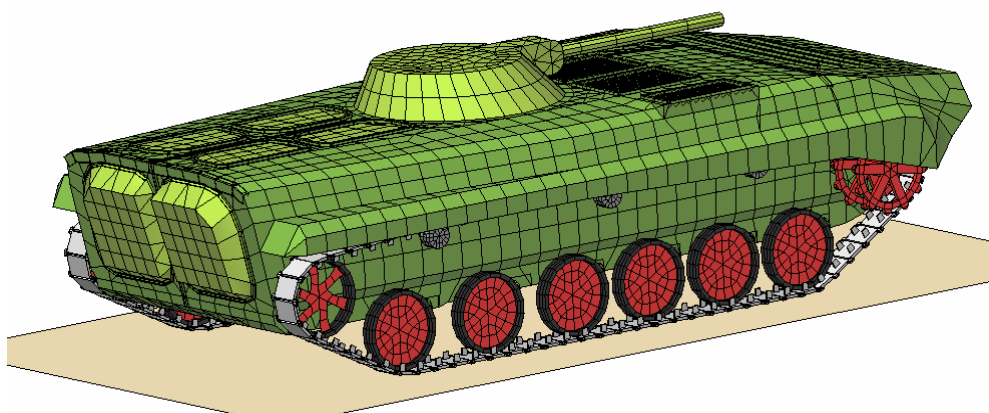
2.1. Model obiektu badań

Analizę konstrukcji obiektu badań, a w szczególności jego zasadniczych węzłów, przeprowadzono wykorzystując dostępną literaturę oraz obiekt rzeczywisty. Przeprowadzona analiza pozwoliła przyjąć następujące założenia:

- kadłub pojazdu ma konstrukcję skrzyniową (złożoną z płyt o zróżnicowanej grubości) o znanej masie i masowych momentach bezwładności,
- pominięto występujące w płycie dna wytłoczenia i nieciągłości struktury,
- w modelu uwzględniono siedzisko kierowcy,
- elementy sprężyste i tłumiące zawieszenia kadłuba są równoważne rzeczywistym,
- w modelu pominięto gaśnice.

Do dyskretyzacji konstrukcji obiektu wykorzystano metodę elementów skończonych. Z uwagi na założony cel badań szczególną uwagę zwrócono na kadłuba czołgu, który modelowano elementami powłokowymi, odwzorowując jego złożoną geometrię, wzmocnienia usztywniające (uźebrowania) oraz elementy wyposażenia wewnętrznego. Kompletny model pojazdu jest strukturą o danej masie, masowych momentach bezwładności oraz ściśle określonym położeniu środka masy. Charakterystyki wykorzystywanych

elementów są tak dobrane, aby odwzorować najistotniejsze cechy badanego obiektu (rozkład masy, sztywności, tłumienia, masowe momenty bezwładności). Model pojazdu przedstawiono na rys. 2.2.



Rys. 2.2. Model obiektu badań
Fig. 2.2. A numerical model of the object

2.2. Drgania własne

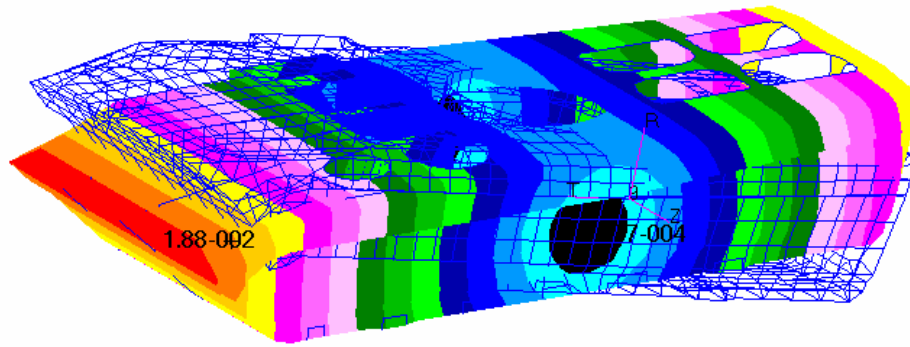
W pierwszym etapie analizy rozwiązano zagadnienie na wartości własne. Obliczone, podstawowe częstotliwości drgań własnych modelu zestawiono w tabeli 2.1, a w tabeli 2.2 przedstawiono wartości częstotliwości drgań własnych w porównaniu z dostępnymi danymi dla tej klasy obiektów. Na rysunku 2.3 przedstawiono wybrane postacie drgań własnych.

Tab. 2.1. Częstotliwości drgań własnych modelu
Tab. 2.1. Natural frequencies of the model

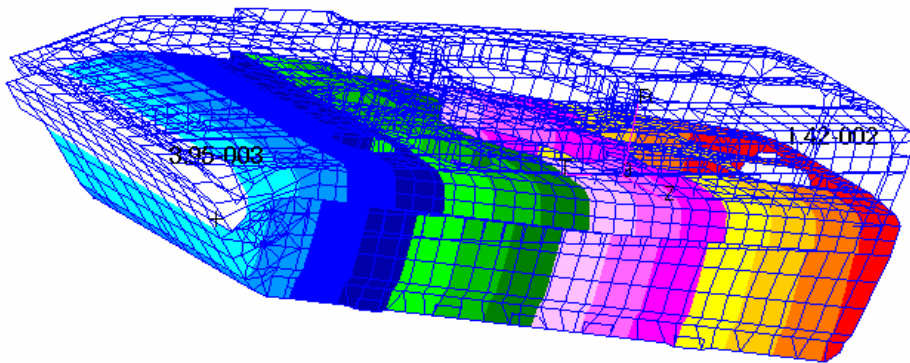
Nr częstotliwości drgań własnych	f (Hz)
1	0.96
2	1.42
3	24
4	34
5	38

Tab. 2.2. Zestawienie porównawcze częstotliwości drgań własnych modelu i pojazdu
Tab. 2.1. Comparison of natural frequencies of the model and object

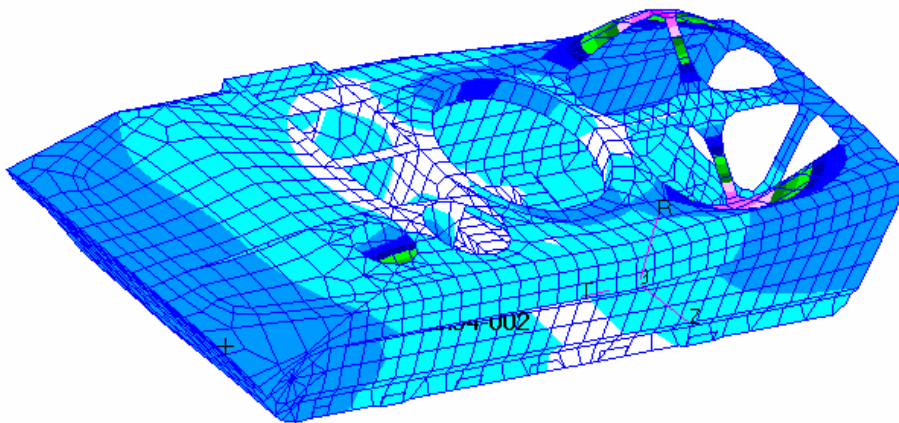
Częstotliwość drgań [Hz]	Badania modelowe	Badania eksperymentalne i dane literaturowe
kątowe podłużne kadłuba	0.96	0.6 – 1.00
pionowe kadłuba	1.42	1.4 – 2.00
płyt kadłuba	> 24	> 22



I postać
I shape



II postać
II shape



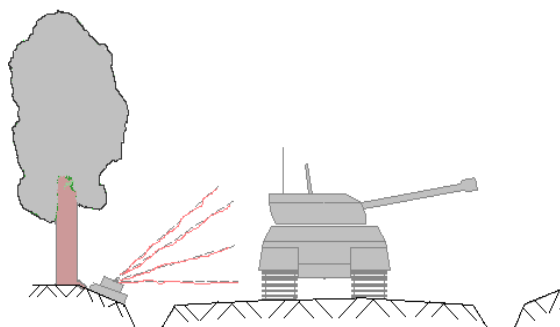
III postać
III shape

Rys. 2.3. Wybrane postacie drgań własnych
Fig. 2.3. Selected forms of natural frequencies

2.3. Model obciążenia

Miny pułapki lub inaczej mówiąc improwizowane ładunki wybuchowe (Improvised Explosive Device - IED) jest to broń tania, łatwa do skonstruowania i zastosowania nawet przez przeciętnie wyszkolonego bojownika. Do wykonania miny pułapki są stosowane najczęściej: pociski artyleryjskie i moździerzowe, bomby lotnicze, plastyczny materiał

wybuchowy, lont detonujący i inne. Ustawiane są całe ciągi ładunków wybuchowych połączonych w sieć. Detonacja IED odbywa się zazwyczaj drogą radiową lub przewodową, a napastnicy po wybuchu ładunku natychmiast oddalają się z punktu kierowania wybuchem, na który wybierają miejsca pozwalające na dogodną obserwację i ucieczkę. Na rys.2.4 przedstawiono przykładowe rozmieszczenie IED

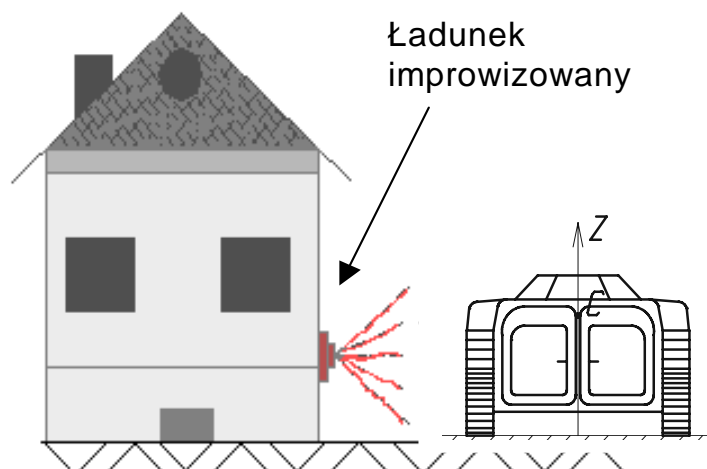


Rys. 2.4. Przykład rozmieszczenia miny pułapki
Fig. 2.4. Example of location of a trap mine

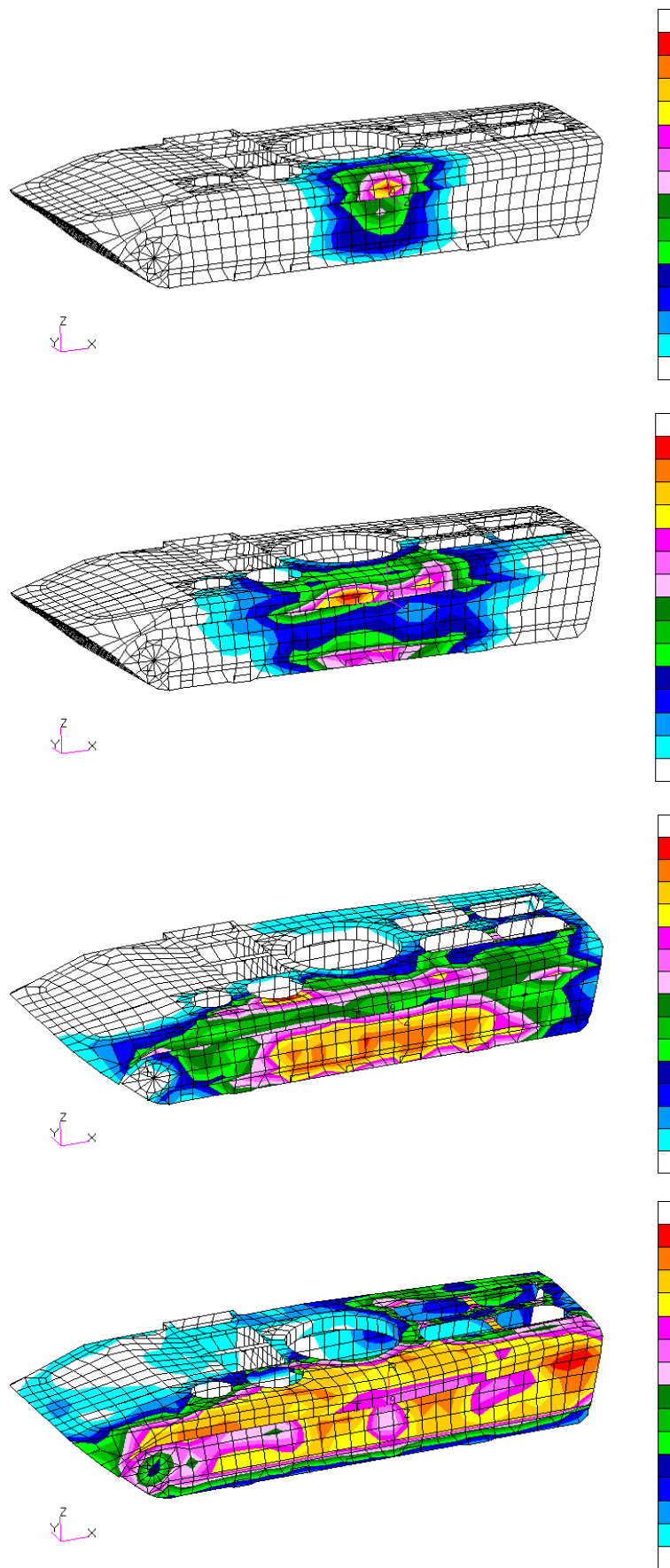
Głównym czynnikiem rażenia ładunków improwizowanych jest ciśnienie powybuchowej fali uderzeniowej działające na napotkaną konstrukcję obiektu. Parametry obciążenia, charakterystyki przestrzenno – czasowe, generowano w oparciu o oryginalne oprogramowanie zaimplementowane do programu MES.

2.4. Drgania wymuszone

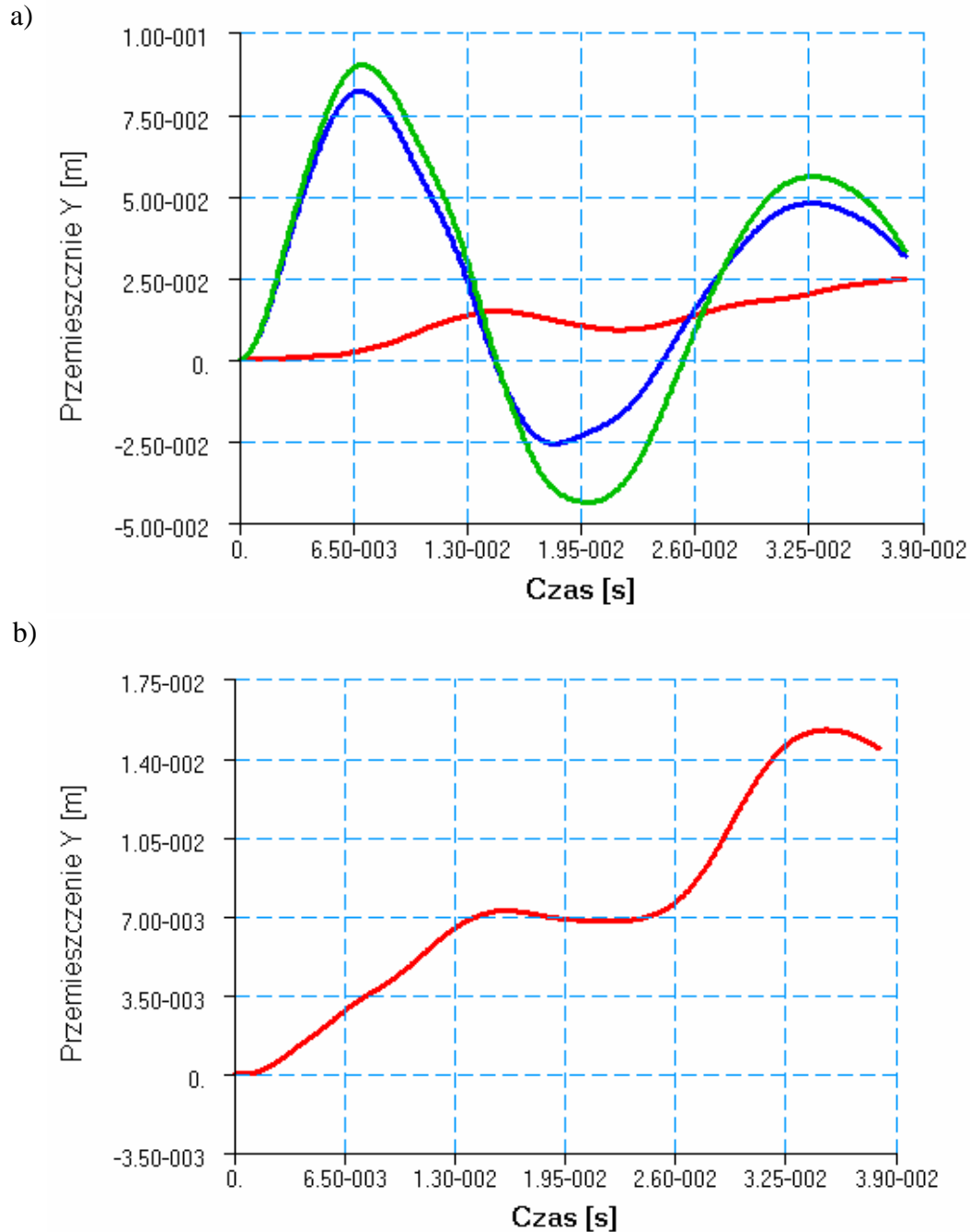
Opracowany model obiektu badań poddano obciążeniu powybuchową falą uderzeniową wygenerowaną detonacją ładunku niekonwencjonalnego, rozmieszczonego na wysokości płyt bocznych kadłuba rys. 2.5. Niektóre rezultaty obliczeń przedstawiono na rysunkach. Na rysunku 2.6 przedstawiono rozkład naprężeń w strukturze nośnej pojazdu w wybranych chwilach czasu, a na rysunku 2.7 przebiegi czasowe przemieszczeń wybranych węzłów modelu.



Rys.2.5. Położenie ładunku działającego na obiekt
Fig. 2.5. Location of an explosive operating on the object



Rys. 2.6. Fazy oddziaływania ładunku na model
Fig. 2.6. Phases of affecting of an explosive on the model



Rys. 2.7. Przemieszczenia wybranych węzłów struktury nośnej (a) i środka masy (b) pojazdu
 Fig. 2.7. Displacements of selected nodes of the supporting structure of the object (a) and of its mass centre (b)

3. Wnioski końcowe

Przedstawione wyniki uzyskano z obliczeń wykonanych dla hipotetycznych ładunków materiału wybuchowego i mają one jedynie charakter ilościowy.

Badania wpływu obciążeń generowanych improwizowanymi ładunkami wybuchowymi (i środkami minowymi), działającymi na struktury nośne pojazdów można realizować wielowariantowo, m. in. w oparciu o:

- zmianę i rodzaju materiału wybuchowego masy ładunku wybuchowego,
- zmianę położenia ładunku względem środka masy pojazdu,
- zmianę odległości od analizowanej konstrukcji,

- możliwość zmiany lub modyfikacji konstrukcji modeli obliczeniowych.

Opracowana metodyka badań numerycznych, zweryfikowana doświadczalnie, umożliwia:

- określenie rozkładów wyężenia elementów analizowanych obiektów badań,
- określenie obciążeń działających na członków załóg, desantu lub ładunku pojazdów,
- ocenę odporności udarowej nadwozi samonośnych pojazdów bojowych,
- ocenę skutków działania obciążeń o charakterze udarowym już na etapie projektowania lub modernizacji pojazdu,
- poszukiwanie rozwiązań eliminujących słabe węzły konstrukcji lub rozmieszczanie ich w pożądanym przez konstruktora miejscach.

Literatura

- [1] Borkowski, W., Rybak, P., Papliński, K., *Fighting vehicle impact strength against impacts generated by mine explosion*, Biuletyn WAT, , str. 139 – 150, nr 8-9/2003.
- [2] Borkowski, W., Rybak, P., Hryciów, Z., *Wóz bojowy w warunkach oddziaływania obciążeń udarowych*, Journal of Transdisciplinary System Science, Volume 9/2004.

