

VI
MIĘDZYNARODOWA
KONFERENCJA UZBROJENIOWA

NAUKOWE ASPEKTY TECHNIKI UZBROJENIA



VIth
INTERNATIONAL
ARMAMENT CONFERENCE

SCIENTIFIC ASPECTS OF ARMAMENT TECHNOLOGY

Waplewo - 2006

REDAKCJA MATERIAŁÓW KONFERENCYJNYCH

Zbigniew Leciejewski

ISBN: 83-89399-27-X; 978-83-89399-27-4

PROGRAM KONFERENCJI

STRESZCZENIA

oraz

PEŁNE TEKSTY REFERATÓW

(w wersji elektronicznej na płycie CD)

CONFERENCE PROGRAMME

ABSTRACTS

and

PROCEEDINGS

(compact disk)

Waplewo, 11÷13.10. 2006 r.

RADA NAUKOWO-PROGRAMOWA
SCIENTIFIC & PAPER SELECTION COMMITTEE

Andrzej BARAN, Vladimir BELLA, Zbigniew BIELECKI, Maciej BOSSAK,
Stanisław CUDZIŁO, **Józef GACEK – z-ca przewodniczącego**,
Geza GORASZ, Hristo HRISTOV, Adam JACKOWSKI,
Leszek R. JAROSZEWICZ, Zygmunt KITOWSKI, Tomasz KORZA,
Jan W. KOBIERSKI, Ryszard KOSTROW, Martin MACKO, Jerzy MARYNIAK,
Zygmunt MIERCZYK, Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ, Aleksander
NAKONIECZNY, **Aleksander OLEJNIK –przewodniczący**,
Jan W. OSIECKI, Andrzej PIETRZYK, Lubomir POPELINSKY,
Wiesław SOBIERAJ, Bogusław L. SMÓLSKI, Stanisław TORECKI,
Radosław TRĘBIŃSKI, Waldemar A. TRZCIŃSKI, Titica VASILE,
Edward WŁODARCZYK, Stanisław WRZESIEN, Bogdan ZYGMUNT,
Svatopluk ZEMAN

KOMITET ORGANIZACYJNY
ORGANIZING COMMITTEE

Renata Chromik, Wojciech Furmanek **Józef Gacek – przewodniczący**,
Robert Kamiński, Jacek Kijewski, Hanna Kępka,
Zbigniew Leciejewski – sekretarz, Ryszard Woźniak,

Komitet Organizacyjny VI Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej
Naukowe Aspekty Techniki Uzbrojenia
ul. Kaliskiego 2 (bud.69)
00-908 Warszawa
Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Elektromechaniki WMT
tel. (+48 22) 683 9508, 683 9956, fax (+48 22) 683 9508
e-mail: Józef.Gacek@wat.edu.pl



Szef
Sztabu Generalnego
Wojska Polskiego

Warszawa, dnia 6 kwietnia 2006 r.

gen. broni Franciszek GAĞOR

Rektor
Wojskowej Akademii Technicznej
Pan
gen. bryg. prof. dr hab. inż. Bogusław SMÓLSKI

Szanowny Panie Generale,

Międzynarodowa Konferencja Uzbrojeniowa organizowana przez Wojskową Akademię Techniczną jest ważnym przedsięwzięciem, które w istotny sposób przyczynia się do promocji oraz popularyzacji prac naukowo-badawczych i rozwojowych w dziedzinie uzbrojenia w Siłach Zbrojnych RP.

Jestem przekonany, że VI Międzynarodowa Konferencja Uzbrojeniowa przyniesie wiele pożytku uczestnikom, a jej efektem będzie nowe spojrzenie przedstawicieli nauki, przemysłu i wojska na szeroko pojętą dziedzinę uzbrojenia.

Zaproszenie do kontynuacji Honorowego Patronatu Szefa Sztabu Generalnego Wojska Polskiego nad Konferencją przyjmuję z wielką satysfakcją.

Życzę Radzie Naukowo-Programowej Konferencji doskonałej organizacji, a Panu Generalowi i wszystkim współpracownikom doskonałych efektów i osobistej satysfakcji z obchodów 55-lecia Wojskowej Akademii Technicznej.

Z wyrazami szacunku,


Patronat honorowy

*Szef Sztabu Generalnego Wojska Polskiego
generał Franciszek GĄGOR*

Patronat merytoryczny

Departament Polityki Zbrojeniowej MON

Patronat naukowy

Polskie Towarzystwo Mechaniki teoretycznej i Stosowanej

Patronat medialny

Wydawnictwo „Myśl Wojskowa”

Konferencję wsparły poniższe instytucje

BUMAR Sp. z o.o.

00-828 Warszawa, Al. Jana Pawła II nr 11

Departament Wychowania i Promocji Obronności MON

00-911 Warszawa, Al. Niepodległości nr 218

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

00-529 Warszawa, ul. Wspólna nr 1/3

Obsługa językowa

LIDEX Centrum Tłumaczeń i Obsługi Konferencji

04-167 Warszawa, ul. Kawcza nr 44

WYKAZ REFERATÓW – LIST OF PAPERS
(pełna treść referatów na CD – CD contains all papers)

1.	Vladislav ADAMÍK, Jaroslav BUCHAR	1
	<i>Numerical simulation of explosive welding using LS-DYNA ALE multi-material approach</i> <i>Numeryczne modelowanie wybuchowego platerowania z zastosowaniem metody ALE i kodu LS-DYNA do ośrodków wielofazowych</i>	
2.	Vladislav ADAMÍK, Waldemar A. TRZCIŃSKI	13
	<i>Numerical investigation of the behaviour of a steel plate under blast wave load and missile impact</i> <i>Numeryczne badanie zachowania się płyty stalowej po obciążeniu falą podmuchową i pociskiem</i>	
3.	Mirosław ADAMSKI	22
	<i>Intelligentne systemy identyfikacji celów w operacjach wsparcia wojsk lądowych</i> <i>Intelligent systems of target identification in land forces support operations</i>	
4.	Alojz BAJČI	32
	<i>Design of a new camouflage pattern for combat suits in the Armed Forces of the Slovak Republic</i> <i>Projekt nowego wzoru munduru maskującego dla Sił Zbrojnych Słowacji</i>	
5.	Alojz BAJČI, Emil HRIVŇÁK, Koloman DOBÁK	38
	<i>Disclosing symptoms of small firing weapons in thermovision spectrum range</i> <i>Ujawnianie cech charakterystycznych broni strzeleckiej w zakresie widma termowizyjnego</i>	
6.	Leszek BARANOWSKI	44
	<i>Model matematyczny dynamiki lotu sterowanych pocisków artylerii polowej</i> <i>Mathematical model of flight dynamics for guided artillery projectiles</i>	
7.	Leszek BARANOWSKI, Krzysztof RUTYNA, Zbigniew SURMA, Marek SZUDROWICZ	54
	<i>Wykorzystanie kamery zdjęć szybkich do badania powylotowego działania gazów prochowych</i> <i>The use of fast photo camera for investigation of the intermediate ballistics phenomena</i>	
8.	Adam BARTNICKI, Paweł MARECKI	63
	<i>Badania wytrzymałościowe mostu MS-20 z uwzględnieniem połączeń spawanych</i> <i>Durability research for MS-20 bridge taking into consideration weld joints</i>	
9.	Adam BARTNICKI, Piotr SPRAWKA	73
	<i>Modelowanie oddziaływania obciążenia zewnętrznego na minę umieszczoną w gruncie</i> <i>The model of influence of load on a mine placed in the ground</i>	

10.	Adam BARTNICKI, Andrzej TYPIAK, Zbigniew ZIENOWICZ	82
	Dobór układu napędowego dla bezzałogowego pojazdu lądowego <i>Selection of driving system for unmanned ground vehicles</i>	
11.	Maciej BAŚ	89
	Śledzenie pasywne – koncepcja zastosowania w rozproszonych kanałach celowania <i>Passive tracking – conception of use in distributed aiming channels</i>	
12.	Vladimír BELLA	99
	Static mechanical characteristics, dynamic modulus of elasticity and high frequency fatigue of materials <i>Statyczne charakterystyki mechaniczne, moduł sprężystości i wysokoczęstotliwościowe zmęczenie materiałów</i>	
13.	Jan BIS, Mirosław ZAHOR, Paweł PLATEK	106
	Projektowanie małokalibrowej broni strzeleckiej z wykorzystaniem techniki szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) <i>Design process of weapons with using rapid prototyping technology</i>	
14.	Igor BUKOVINSKY, Stanislav PROCHAZKA	114
	Firearm muzzle deformation <i>Deformacja wylotu lufy broni palnej</i>	
15.	Christo CHRISTOV, Svetozar BOTEV, Rumen TODOROV	122
	Design of technological cumulative charge with no-gradient jet <i>Projekt ładunku kumulacyjnego z zerowym gradientem prędkości strumienia</i>	
16.	Adam CICHOCKI, Piotr BEKIER	130
	Obrona przeciwtorpedowa okrętów nawodnych. Obecne możliwości przeciwdziałania podwodnemu zagrożeniu <i>Surface ship torpedo defence. Present chances to counteract the underwater threat</i>	
17.	Adrian COMAN, Mircea BOSCOIANU	139
	Flexible wings for micro aerial vehicles <i>Elastyczne skrzydła dla mikroobiektów latających</i>	
18.	Adrian COMAN, Mircea BOSCOIANU	147
	Innovative propulsion systems for micro aerial vehicles <i>Nowatorski system napędowy dla mikroobiektów latających</i>	
19.	Stanisław CUDZIŁO, Zbigniew CHYLEK	153
	Termochemiczne właściwości 1,1-diamino-2,2-dinitroetenu <i>Thermal properties of 1,1-diamino-2,2-dinitroethene</i>	
20.	Marek DALKOWSKI	162
	Globalizacja produkcji i dostaw uzbrojenia i sprzętu wojskowego jako wyzwanie dla systemu kodyfikacyjnego NATO (NATO CODIFICATION SYSTEM – NCS) <i>Globalization of the source of supply and manufacture of weapon systems and military equipment as a challenge for NATO CODIFICATION SYSTEM – NCS</i>	

21.	Mirosław DĄBROWSKI, Henryk MADURA	171
	Skaner termowizyjny do wykrywania śmigłowców lecących na niskich wysokościach <i>IR scanning system for detection of helicopters flying at low altitudes</i>	
22.	Andrzej DĘBECKI	180
	Ocena zagrożeń i możliwości obrony przed rakietami balistycznymi <i>An analysis of threat and possibilities of defence against ballistic missiles</i>	
23.	Andrzej DĘBSKI	190
	Badania metalograficzne luf kalibru 5,56 mm po próbach trwałościowych <i>Metallographic investigations of 5,56 mm gun barrels after life testing</i>	
24.	Andrzej DĘBSKI, Jacek JANISZEWSKI	198
	Materiały spiekane wytwarzane metodą spiekania reakcyjnego na fragmentujące pociski pistoletowe <i>Technological investigations of the frangible pistol bullets</i>	
25.	Andrzej DĘBSKI, Jacek JANISZEWSKI, Łukasz KALINOWSKI	206
	Technological polymer-metal frangible bullets investigation <i>Badania technologiczne fragmentujących pocisków polimerowo- metalowych</i>	
26.	Peter DROPPA, Ivan SUSEDÍK	214
	Military mobile technology in spectrum of thermovision <i>Mobilna technika wojskowa w widmie termowizyjnym</i>	
27.	Zbigniew DZIOPA	221
	Układ koordynatora rakiety jako jeden z obiektów zestawu przeciwlotniczego <i>Состав координатора ракеты как один из объектов противовоздушного комплекса</i> <i>Missile co-ordination set as a one of objects of anti-aircraft system</i>	
28.	Ireneusz T. DZIUBEK	230
	Broń ukryta w warunkach zagrożeń atakami terrorystycznymi <i>Hidden weapons in the conditions of a threat of a terrorist attack</i>	
29.	László FECESO, Géza GÓRÁSZ	246
	Technological aspects of the Iraqi Army's Force generation <i>Techniczne aspekty tworzenia Sił Zbrojnych Iraku</i>	
30.	Bogdan FLORCZAK, Jerzy SZMAJDA	252
	Badania efektywnych katalizatorów szybkości spalania homogenicznych stałych paliw raketowych <i>Research of effective catalytic agents of burning rate of solid rocket propellants</i>	
31.	Tadeusz FORYSZEWSKI, Zdzisław IDZIASZEK, Michał JASZTAL	260
	Zastosowanie modelowania i symulacji do badania oraz weryfikacji parametrów technicznych i eksploatacyjnych działka lotniczego <i>Application of modelling and simulation for study and verification technical and maintenance parameters of aircraft's cannon</i>	

32. Michał FRANT, Stanisław WRZESIŃ	272
Wybrane zagadnienia doświadczalno-numerycznych badań aerodynamiki obiektów latających <i>Selected problems of experimental-numerical investigations of flying objects aerodynamics</i>	
33. Wojciech FURMANEK, Józef GACEK, Jacek KIJEWSKI	283
Projekt koncepcyjny odkrytej strzelnicy garnizonowej przystosowanej do strzelania amunicją ćwiczebną <i>Outdoor firing range proposal for shooting with practice ammunition</i>	
34. Wojciech FURMANEK, Józef GACEK, Jacek KIJEWSKI, Wiesław STĘPNIAK	294
Wybrane wyniki badań balistycznych 7,62 mm ćwiczebnej amunicji strzeleckiej <i>Selected results of ballistic research work of 7,62 mm practice ammunition</i>	
35. Jerzy GARUS, Lech ROWIŃSKI	305
Design of semi-automatic control system for self-propelled mine counter charge <i>Półautomatyczny układ sterowania samobieżnym ładunkiem do niszczenia min morskich</i>	
36. Józef GAWOR, Bogdan GARBARZ, Krzysztof UJMA, Henryk CIERNIAK	312
Nowe gatunki stali produkcji krajowej na blachy o wysokiej odporności balistycznej <i>New grades of domestic production steel for plates showing high-ballistic resistance</i>	
37. Sorin GHEORGHIAN	324
Extraction of the mass fraction of the burned propellant as a function of the gas pressure measured into the closed bomb <i>Sposób wyznaczenia względnej części spalonego ładunku prochowego jako funkcji zmierzonego w trakcie badań pirostatycznych ciśnienia gazów prochowych</i>	
38. Jerzy GŁĘBOCKI	329
Stawianie min z okrętów podwodnych <i>The minelaying from underwater minelayers</i>	
39. Geza GORASZ, László FECSE	336
Новая система обучения офицера по ремонту вооружения в свете военной реформы <i>Nowy system szkolenia oficerów ds. remontu uzbrojenia w świetle reformy w Siłach Zbrojnych Węgier</i> <i>New training system of repair officers in the light of reforming system of Hungarian Armed Forces</i>	
40. Dariusz GRABIEC, Dariusz SZULC	340
Monitoring antyterrorystyczny baz morskich i portów <i>System of antiterrorist attacks monitoring of sea bases and harbours</i>	

41.	Zenon HORUBALA, Mieczysław KACZOROWSKI, Zbigniew LUDYŃSKI, Waldemar NOWAK, Mirosław RAFALSKI, Paweł SKOCZYŁAS	348
	Badania technologii obróbki plastycznej kompozytów wolframowych. <i>Study of plastic working of tungsten composites</i>	
42.	Zdzisław IDZIASZEK, Eugeniusz OLEARCZUK, Sławomir PIECHNA	356
	Istota modernizacji eksploatacji działek lotniczych <i>The essence of the aircraft's cannon service modernization</i>	
43.	Zdzisław IDZIASZEK, Eugeniusz OLEARCZUK, Sławomir PIECHNA.....	373
	Komputerowe wspomaganie zarządzania eksploatacją <i>Computer aided maintenance management</i>	
44.	Zdzisław IDZIASZEK, Eugeniusz OLEARCZUK, Sławomir PIECHNA.....	382
	Organizacja obiegu danych w zarządzaniu trwałością działek lotniczych <i>Organization of data circulation at aircraft's cannons durability management</i>	
45.	Karol JACH, Jan OWSIK, Robert ŚWIERCZYŃSKI	392
	Modelowanie trójwymiarowych efektów towarzyszących zjawisku wybuchowego formowania pocisków <i>Computer modelling of 3D effects concurrent with explosive forming of projectiles</i>	
46.	Adam JACKOWSKI, Marek DĄBROWSKI	409
	Wpływ stosunku masy kul do masy proszku oraz czasu mieszania na wybrane charakterystyki mieszanki W – Cu i wyprasek z niej wykonanych <i>Effect of the ball-to-powder weight ratio and mixing time on selected characteristics of the W-Cu mixture and greens made from its</i>	
47.	Krzysztof JAMROZIAK, Łukasz KONAT, Mirosław BOCIAN, Grzegorz PĘKAŁSKI.....	423
	Strukturalne aspekty uderzenia balistycznego na przykładzie pocisku z rdzeniem stalowym i jednorodnej płyty pancernej <i>Structural aspects of the ballistic impact test illustrated by steel-cored bullet and by rolled homogeneous steel armour</i>	
48.	Miroslav JANOŠEK	431
	Capabilities of the ZPL-20 air cannon gunnery and comparison of its fire effectivity with other chosen air cannons <i>Możliwości działka lotniczego ZPL-20 i porównanie jego efektywności ogniowej z niektórymi innymi działkami lotniczymi</i>	
49.	Miroslav JANOŠEK.....	437
	Modelling of fighter aircraft flight during air target interception <i>Modelowanie lotu myśliwca podczas przechwytywania celu powietrznego</i>	
50.	Miroslav JANOŠEK	442
	Present state and possibilities of L-159 aircraft regarding further modernization <i>Stan obecny i możliwości przyszłej modernizacji samolotu L-159</i>	

51.	Marek JAWOROWICZ, Jarosław PANASIUK, Andrzej JURKIEWICZ.....	448
	Projekt koncepcyjny raketowego manewrującego imitatora celu powietrznego /MICP/ na bazie modernizacji pocisku M 21 <i>The concept project of new manoeuvred flying target imitator /MICP/ on the base of modernization of the rocket missile M-21</i>	
52.	Andrzej JĘCZMYK, Ryszard WOŹNIAK	458
	Stanowisko do badań węzła gazowego broni strzeleckiej kalibru 5,56 mm <i>The laboratory stand for examination of gas system of small arms calibre 5,56 mm</i>	
53.	Wiesław JĘDRZEJEWSKI , Mariusz MAGIER.....	467
	Nowa polska amunicja dla czołgów Leopard 2A4 <i>New Polish ammunition for battle tanks Leopard 2A4</i>	
54.	Milan JOZEFÉK, Peter LIPTÁK.....	474
	Possibilities of solution of balanced and unbalanced distribution tasks by means of the Vogel's approximation method <i>Możliwości rozwiązania zadań zrównoważonego i niezrównoważonego rozkładu dostaw za pomocą metody aproksymacyjnej Vogel'a</i>	
55.	Mieczysław KACZOROWSKI, Zbigniew LUDYŃSKI, Mirosław RAFALSKI	481
	Badania struktury kompozytów wolframowych odkształconych z dużymi prędkościami <i>The study of the structure of tungsten composites after high speed deformation</i>	
56.	Robert KAMIŃSKI, Stanisław TORECKI.....	489
	Obciążenia cieplne lufy podczas strzału <i>Heat load of barrel during shoot</i>	
57.	Peter KÁPOLKA, Peter LISÝ.....	500
	Simulation of penetration of small calibre projectile through the rolled homogeneous armour <i>Symulacja procesu penetracji jednorodnej płyty pancерnej przez pocisk małokalibrowy</i>	
58.	Peter KÁPOLKA, Peter LISÝ	508
	The transient analysis of the sealing ring <i>Analiza stanu przejściowego pierścienia uszczelniającego</i>	
59.	Mariusz KASTEK, Henryk MADURA, Tomasz SOSNOWSKI.....	514
	Wizualizacja figur bojowych w zakresie promieniowania podczerwonego <i>Visualization of firing targets in the infrared range</i>	
60.	Jacek KIJEWSKI, Wojciech KOPERSKI, Zbigniew SURMA, Ryszard WOŹNIAK, Mirosław ZAHOR	522
	Wyniki badań karabinka bezkolbowego Jantar z wykorzystaniem stanowiska typ 5,56B <i>The results of the investigations of bull-pup assault rifle "Jantar" conducted in research system type 5,56B</i>	

61.	Henryk KNAPCZYK, Jerzy PASZKOWSKI	531
	Krajowe możliwości w zakresie zabezpieczenia perspektywicznych potrzeb uzbrojenia i wyposażenia Sił Zbrojnych RP <i>National possibilities in the scope of preservation of perspective needs for armament and equipment of Armed Forces of RP</i>	
62.	Jan Wacław KOBIERSKI	543
	Czynniki determinujące zastosowanie imitatorów celów powietrznych (ICP) w szkoleniu <i>Factors determining the application of air target (simulators) in training</i>	
63.	Pavel KONEČNÝ, Milan MACHALA	556
	Ballistic trajectory of unguided rocket influenced by solid propellant used <i>Wpływ zastosowanego stałego paliwa raketowego na trajektorię lotu rakiety niekierowanej</i>	
64.	Zbigniew KORUBA	561
	Dynamika i sterowanie trzyosiową platformą giroskopową na pokładzie bomby kierowanej <i>Динамика и управление трехосной гироскопической платформой на борту управляемой бомбы</i> <i>Dynamics and control of triaxial gyroscope platform on the guaided bomb deck</i>	
65.	Agnieszka KOZICKA, Andrzej TYPIAK	571
	Sterowanie nadążne lekką platformą transportową <i>Follow-up control system for light combat carrier</i>	
66.	Leopold KRUSZKA , Tomasz MAJEWSKI	579
	Modelowanie lepkoplastycznych właściwości spieków ciężkich W-Ni-Fe dla różnych szybkości odkształcenia <i>Modelling of viscoplastic properties W-Ni-Fe heavy metal alloys for various strain rate</i>	
67.	Andrzej KSIAŻCZAK, Teresa KSIAŻCZAK	588
	Wpływ składników lotnych na kinetykę rozkładu i żywłość dynamiczną (Γ) prochu 4/7 <i>Influence of volatile components on kinetic parameters of thermal degradation and dynamic vivacity of 4/7 powder</i>	
68.	Franciszek KUCZMARSKI, Marian J. ŁOPATKA	596
	Metoda oceny potencjału maszyn inżynierijno-drogowych z wykorzystaniem wzorca funkcjonalnego <i>The assessment method of armoured engineer vehicles potential using functional exemplar</i>	
69.	Przemysław KUPIDURA	604
	Main threats for troops in Iraq and technical countermeasures against them <i>Główne źródła zagrożeń dla wojsk w Iraku oraz techniczne środki przeciwdziałania</i>	

70.	Przemysław KUPIDURA, Grzegorz LEŚNIK, Mirosław ZAHOR	611
	Comparison of theoretical and experimental methods for weapon automatic operation analysis <i>Porównanie teoretycznych i doświadczalnych metod analizy automatyki broni</i>	
71.	Przemysław KUPIDURA, Mirosław ZAHOR	619
	Ballistic design of high-low pressure launching systems <i>Projektowanie balistyczne dwukomorowych układów miotających</i>	
72.	Zbigniew LECIEJEWSKI	624
	Closed vessel tests: Part I - Burning rate determination of fine-grained propellant <i>Badania pirostatyczne: Część I – Wyznaczenie szybkości spalania prochu drobnoziarnistego</i>	
73.	Zbigniew LECIEJEWSKI	632
	Closed vessel tests: Part II - Temperature factor determination of fine-grained propellant <i>Badania pirostatyczne: Część II – Wyznaczenie funkcji temperaturowej prawa szybkości spalania prochu drobnoziarnistego</i>	
74.	Peter LIPTÁK	638
	Development in technologies of metallic cable opticalization <i>Technologiczny rozwój zdolności światłowodowych kabli z rdzeniem metalowym</i>	
75.	Zbigniew ŁATAŚ, Aleksander CISKI, Tadeusz ŻÓŁCIAK	646
	Wymrażanie i węglonizowanie z wymrażaniem elementów broni strzeleckiej <i>Cryogenic treatment and combination of cryogenic treatment with nitrocarburizing of small arms elements</i>	
76.	Jacek ŁAZOWSKI, Tadeusz NIEZGODA, Jerzy MAŁACHOWSKI	655
	Modelowanie numeryczne współpracy pocisku z lufą <i>Numerical analysis of interaction between bullet and barrel with using of FE model</i>	
77.	Konrad MACKIEWICZ, Krzysztof SIBILSKI	662
	Wpływ strumienia zawirnikowego na tor lotu niekierowanego pocisku rakietowego po wylocie z wyrzutni podwieszanej na śmigłowcu <i>The influence of rotor wake on trajectory of missile launched from the helicopter</i>	
78.	Martin MACKO	674
	New equipment in laboratories of the University of Defence in Brno - Department of Weapons and Ammunition <i>Nowe stanowiska badawcze w Katedrze Broni i Amunicji Akademii Obrony w Brnie</i>	
79.	Henryk MADURA, Zdzisław JUCHACZ	679
	Mina zdalnego rażenia do niszczenia śmigłowców <i>Anti-helicopter mine</i>	

80.	Mariusz MAGIER	687
	The stresses in main parts of the 120 mm APFSDS projectile during firing <i>Napężenia podczas strzału w głównych elementach 120 mm pocisku APFSDS</i>	
81.	Andrzej MARANDA, Katarzyna LIPIŃSKA, Marek LIPIŃSKI	698
	Zdolność do wykonania pracy saletroli z dodatkiem prochów nitroglicerynowych <i>Working capability of ANFO explosives with double base propellants</i>	
82.	Jerzy MARYNIAK, Edyta ŁADYŻYŃSKA-KOZDRAŚ, Maciej LASEK, Marek KALSKI	705
	Modelowe badania aerodynamiczne uskrzydłonej bomby o zmiennej konfiguracji skrzydeł <i>Wind tunnel investigations into aerodynamic behaviour of a winged bomb with a variable wing configuration</i>	
83.	Robert MATYÁŠ, Cécile BARTEI, Svatopluk ZEMAN	720
	Explosive mixtures based on TATP: an introduction to the relation between the thermal reactivity and the performance <i>Mieszanki wybuchowe zawierające TATP: wprowadzenie do zależności pomiędzy reaktywnością termiczną i charakterystykami energetycznymi</i>	
84.	Zbigniew NITA, Wiesław JĘDRZEJEWSKI	731
	Grupa BUMAR: dzisiaj, jutro, wyzwania (tylko streszczenie) <i>BUMAR Group: today, tomorrow, challenges (abstract only)</i>	
85.	Krzysztof OGONOWSKI, Mirosław ADAMSKI	733
	Metody adaptacji bomb balistycznych do wymogów sieciocentrycznego pola walki (NCW) <i>Methods of ballistic bombs adaptations to meet NCW requirements</i>	
86.	Krzysztof ORŁOWSKI, Andrzej JANICKI	743
	Fotointerpretacja w rozpoznaniu obrazowym <i>Photointerpretation in photographic identification</i>	
87.	Krzysztof ORŁOWSKI, Robert KOMAREC	754
	Wykrywanie obiektów na zdjęciach wielospektralnych <i>Detecting objects on multispectral images</i>	
88.	Jarosław PANASIUK	767
	Wirtualny trener i system oceny strzelań na potrzeby zestawów artyleryjsko-rakietowych <i>Virtual training system and system of the assessment shooting for needs of anti-aircraft artillery-rocket sets</i>	
89.	Andrzej PAPLIŃSKI	776
	Zastosowanie modelu ośrodka dwufazowego do rozwiązania zadania balistyki wewnętrznej na przykładzie armaty 23mm <i>An employment of two-phase approach to evaluation of internal ballistics of 23 mm gun</i>	

90.	Józef PASZULA, Waldemar A. TRZCIŃSKI, Tomasz KLEMB	788
	Badanie charakterystyk wybuchowych mieszanin flegmatyzowanego heksogenu ze stopem glinu i magnezu <i>Investigation of explosion properties of RDX mixed with an aluminium and magnesium alloy</i>	
91.	Mariusz PIETRASZEK, Zygmunt WINCZURA, Andrzej ŻYLUK	800
	Imitator celu powietrznego - badania własności dynamicznych <i>Imitator of the aerial target - investigations of the dynamic properties</i>	
92.	Jan PIĘTASZEWSKI, Jerzy MICHAŁOWSKI, Marcin MICHAŁOWSKI Edward WŁODARCZYK	809
	Wpływ dodatku renu do metali ciężkich W-Ni-Fe na ich umocnienie przez zgniot <i>Influence of the rhenium addition into heavy metals on their strengthening by cold work</i>	
93.	Witold PLECHA, Zbigniew RYCHERT	821
	„Tuning” broni i jej dodatkowe wyposażenie na przykładzie pistoletu Glock <i>Weapon tuning and its additional accessories based on Glock pistol</i>	
94.	Maciej PODCIECHOWSKI, Dariusz RODZIK, Konrad SIENICKI Stanisław ŻYGADŁO	826
	Kierunki rozwoju PZR NEWA SC dla Sił Powietrznych RP <i>Development directions of SA-3 anti-aircraft missile system of Polish Air Defence Forces</i>	
95.	Maciej PODCIECHOWSKI, Konrad SIENICKI, Stanisław ŻYGADŁO	834
	Koncepcja systemu nadajników pozorujących do walki z przeciwradiolokacyjnymi pociskami raketowymi <i>Conception of simulating transmitters system to fight against anti- radiolocation missiles</i>	
96.	Maciej PODCIECHOWSKI, Konrad SIENICKI, Stanisław ŻYGADŁO	838
	Modernizacja toru odbiorczego SNR-125SC pod kątem zwiększenia zasiegu PZR NEWA SC <i>Modernization of SNR-125SC receiver in the aim at enlarge the range of NEWA SC system</i>	
97.	Marek RADOMSKI	844
	Obliczenia zmęzeniowe luf wzmocnionych technologią przepiężania <i>Fatigue calculations of the gun barrels strengthened with auto-fretting</i>	
98.	Marek RADOMSKI	852
	Wstępna analiza wzajemnego oddziaływania płyty oporowej moździerza i podłoża podczas strzału <i>Initial analysis the interaction of mortar base plate and ground during shot</i>	
99.	Zbigniew REMPALA, Łukasz BEREZOWSKI, Artur KWIEK	860
	Przelicznik balistyczny do wieżyczki śmigłowcowej <i>The ballistic computer for the turret of helicopter</i>	

100. Adam Konrad RUTKOWSKI	868
Charakterystyki urządzeń pelengacyjnych z matrycami Butler’a i cylindrycznymi szyskami antenowymi <i>Characteristics of the pelengation devices with Butler matrices and cylindrical antenna arrays</i>	
101. Adam Konrad RUTKOWSKI	878
Namierzanie nadajników mikrofalowych za pomocą urządzeń z matrycami Butler’a i płaskimi szyskami antenowymi <i>Direction finding of the microwave emitters by means of devices with Butler matrices and flat antenna arrays</i>	
102. Jakub ŠELEŠOVSKÝ, Miloslav KRUPKA	888
The using of LS-DYNA for the simulation of heat transfer in explosives <i>Zastosowanie LS-DYNA do symulacji wymiany ciepła w materiałach wybuchowych</i>	
103. Tomasz SOSNOWSKI, Henryk MADURA, Edward POWIADA	898
Metoda wykrywania i lokalizacji wybranych obiektów militarnych na podstawie analizy sygnału akustycznego <i>Detection and localization methods of selected military objects on the basis of acoustic characteristics</i>	
104. Jerzy STĘPIEŃ, Leszek SKOWRON, Zdzisław KACZMAREK, Jan MATERNIAK, Alina STARCZEWSKA	906
Stanowisko do wyciskania na gorąco wyprasek przeznaczonych na okucia do amunicji kalibru 120 mm <i>The stand of hot extrusion forging of dies stampings for cartridge-case 120 mm</i>	
105. Jerzy STĘPIEŃ, Lech STARCZEWSKI	913
Opracowanie podstaw technologii produkcji w kraju kadłubów artyleryjnych pocisków odłamkowo – burzących dużych kalibrów (do 155mm), spełniających wymagania NATO <i>Development of domestic technology for production of the high-explosive artillery shells of the big calibre (up to 155 mm), meeting NATO requirements</i>	
106. Wiesław STĘPNIAK, Marian PIĄTEK	922
Analiza zastosowania wyników badań opracowywanych w Polsce strzeleckich naboju wzorcowych w odniesieniu do wymagań zawartych w założeniach taktyczno-technicznych <i>The analysis of application and tests results of working out in Poland small calibre reference ammunition in accordance to technical and tactical requirements</i>	
107. Mateusz SZALA, Stanisław CUDZIŁO, Lech SZYMAŃCZYK, Rafał FELIGA	930
Otrzymywanie i badanie 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10- diazatetracyklo [5.5.0.05,903,11]-dodekanu (TEX) <i>Synthesis and investigation of 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10- diazatetracyclo-[5.5.0.05,903,11]-dodecane (TEX)</i>	

108. Dariusz SZULC.....	940
Autonomiczny pojazd podwodny dla Marynarki Wojennej RP <i>Autonomous underwater vehicle for Polish Navy</i>	
109. Elżbieta SZYMCZYK, Wiesław BARNAT, Tadeusz NIEZGODA, Ryszard REKUCKI, Marcin ZACZYK.....	953
Badanie reakcji stalowych struktur obciążonych falą uderzeniową <i>Investigation of the response of steel structures under blast wave loading conditions</i>	
110. Sławomir TAMBERG.....	962
Tendencje rozwojowe przenośnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych <i>Development trends of human portable air-defence systems</i>	
111. Waldemar A. TRZCIŃSKI, Stanisław CUDZIŁO, Zbigniew CHYLEK, Leszek SZYMAŃCZYK.....	977
FOX-7 – nowy materiał wybuchowy o obniżonej wrażliwości <i>FOX-7 – new high explosive of low sensitivity</i>	
112. Waldemar A. TRZCIŃSKI, Stanisław CUDZIŁO, Radosław TRĘBIŃSKI.....	988
Loading steel and laminated fabric plates by blast wave and fragment impact <i>Obciążanie płyt stalowych i laminatowych falą podmuchową i odłamkiem</i>	
113. Janusz TUŚNIO, Zbigniew KORUBA.....	995
Koncepcja określenia położenia kąтового źródła promieniowania elektromagnetycznego małej częstotliwości na przykładzie napowietrznych urządzeń elektroenergetycznych <i>Концепция определения углового положения источника электромагнитного излучения малой частоты например навоздушных электроэнергетических устройств</i> <i>Conception of determination of angle situation of low frequency electromagnetic radiation source as example of air electromagnetic devices</i>	
114. Janusz TUŚNIO, Zbigniew KORUBA.....	1003
Konstrukcja układu zabezpieczająco-uzbrajającego zapalnika do wyrobów rakietowych o ruchu obrotowym względem osi podłużnej <i>Конструкция защитно-вооружающей системы взрывателя для ракетных изделий с вращательным движением относительно продольной оси</i> <i>Structure of rocket protective and fuse system for missiles with rotary motion</i>	
115. Paweł TYPER, Wiesław ŁABNO, Tadeusz ŚWIĘTEK.....	1010
Lufy i armaty wkładkowe do armat czołgowych <i>Вкладные стволы и вкладные пушки для танков</i> <i>Insert barrels and cannons for tank guns</i>	
116. Andrzej TYPIAK	1018
Główne zadania i struktura systemu sterowania dla bezzałogowych pojazdów lądowych <i>Main tasks and structure of control system for unmanned ground vehicle</i>	

117.	Titica VASILE, Doru SAFTA, Cristian BARBU	1026
	Regarding the fire extinguishing ballistic system <i>Rozważania na temat balistycznego systemu do gaszenia ognia</i>	
118.	Mariusz WAŻNY	1034
	Metoda wyznaczania trwałości resztkowej wybranego urządzenia systemu nawigacyjno-celowniczego <i>Method of marking the residual durability of a selected device of gun- layer system</i>	
119.	Mariusz WAŻNY	1042
	Opis zmian wartości parametrów diagnostycznych wybranego urządzenia systemu nawigacyjno-celowniczego w funkcji czasu eksploatacji <i>Description of diagnostic parameters changes in function of operating time for device of gun-layer system</i>	
120.	Zenon WILK, Bogdan ZYGMUNT	1053
	Badania ładunków kumulacyjnych z ciężkimi wkładkami proszkowymi <i>Research of shaped charges with heavy powder liners</i>	
121.	Adam WIŚNIEWSKI, Waldemar A. TRZCIŃSKI, Paweł PODGÓRZAK	1064
	Determination of the JWL EOS for phlegmatised octogen and its use in numerical computation of shaped charge warhead parameters <i>Wyznaczenie równania stanu JWL dla flegmatyzowanego oktogenu i jego zastosowanie do obliczeń numerycznych parametrów głowicy kumulacyjnej</i>	
122.	Edward WŁODARCZYK, Wojciech KOPERSKI, Marcin MICHAŁOWSKI	1075
	Badania balistyki końcowej spiekanych, przeciwpancernych pocisków amunicji strzeleckiej <i>Terminal ballistic researches on sintered armour piercing rifle ammunition</i>	
123.	Edward WŁODARCZYK, Alina STARCZEWSKA, Jan MATERNIAK, Jacek JANISZEWSKI, Wojciech KOPERSKI	1085
	Oszacowanie dynamicznej granicy plastyczności wybranych stali łuskowych za pomocą uderzeniowego testu Taylora <i>Estimation of dynamic yield stress of the shell steels by means of the Taylor impact test</i>	
124.	Stanisław WOLNY, Stanisław DZIK, Przemysław NIKOLIN	1097
	Dynamiczne problemy w eksploatacji górniczych urządzeń transportowych <i>Dynamic problems in maintenance of mining transportation facilities</i>	
125.	Tomasz WOLSZAKIEWICZ, Zbigniew A. WALENTA	1105
	Zastosowanie metody Monte-Carlo do symulacji początkowej fazy pracy gazogeneratora prochowego <i>The use of Monte-Carlo method for simulation of initial period of propellant gasgenerator working</i>	
126.	Ryszard WOŹNIAK, Zbigniew LECIEJEWSKI, Jacek KIJEWSKI	1113
	Zespół badawczy konstrukcji specjalnych i balistyki w roku jubileuszu 55-lecia Wojskowej Akademii Technicznej <i>The research team of the special structures and ballistics in the year of 55th anniversary of Military University of Technology</i>	

127. Tomasz ZAWADA.....	1139
Stabilizacja głowicy optoelektronicznej	
<i>Stabilization of opto-electronic head</i>	
128. Bogdan ZYGMUNT, Krzysztof MOTYL.....	1151
Modernizacja ładunków napędowych fotela wyrzucanego samolotu MiG-21	
<i>Modernization of propellant charges for MiG-21 ejection seat</i>	
129. Bogdan ŻAK.....	1165
The preprocessing and identification of chosen visional elements of underwater ranges	
<i>Identyfikacja min morskich z wykorzystaniem obrazów wizyjnych akwenu podwodnego</i>	

RAMOWY PLAN KONFERENCJI CONFERENCE SCHEME

Środa - *Wednesday*, 11.10.2006

6 ⁰⁰ - 11 ⁰⁰	rejestracja uczestników	<i>registration of participants</i>
9 ⁰⁰ - 10 ⁰⁰	śniadanie	<i>breakfast</i>
11 ⁰⁰	otwarcie obrad Konferencji	<i>opening ceremony</i>
11 ⁰⁰ - 12 ¹⁵	sesja I – plenarna	<i>session I - plenary</i>
12 ¹⁵ - 13 ⁰⁰	dyskusja i przerwa	<i>coffee break</i>
13 ⁰⁰ - 15 ⁰⁰	sesja II - obrady w sekcjach	<i>session II – sectional sessions</i>
15 ⁰⁰ - 16 ⁰⁰	obiad	<i>lunch</i>
16 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰	sesja III - obrady w sekcjach	<i>session III – sectional sessions</i>
18 ³⁰ - 24 ⁰⁰	uroczysta kolacja Zamek w Nidzicy	<i>formal dinner Nidzica Castle</i>

Czwartek - *Thursday*, 12.10.2006

9 ⁰⁰ - 10 ⁰⁰	śniadanie	<i>breakfast</i>
10 ⁰⁰ - 12 ⁰⁰	sesja IV – plenarna	<i>session IV – plenary</i>
12 ⁰⁰ - 12 ³⁰	przerwa	<i>coffee break</i>
12 ³⁰ - 14 ⁴⁵	sesja V - obrady w sekcjach	<i>session V – sectional sessions</i>
15 ⁰⁰ - 16 ⁰⁰	obiad	<i>lunch</i>
16 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰	sesja VI – plakatowa	<i>session VI – poster session</i>
18 ³⁰ - 23 ⁰⁰	kolacja przy ognisku	<i>barbecue</i>

Piątek - *Friday*, 13.10.2006

9 ⁰⁰ - 10 ⁰⁰	śniadanie	<i>breakfast</i>
10 ⁰⁰ - 12 ¹⁵	sesja VII – plenarna	<i>session VII – plenary</i>
12 ¹⁵ - 14 ³⁰	sesja VIII - obrady w sekcjach	<i>session VIII – sectional sessions</i>
14 ³⁰	oficjalne zamknięcie obrad konferencji	<i>free final discussion conference closing</i>
15 ⁰⁰ - 16 ⁰⁰	obiad	<i>lunch</i>

PROGRAM SZCZEGÓŁOWY CONFERENCE PROGRAMME

Środa - Wednesday, 11.10. 2006

- 11⁰⁰
- powitanie uczestników Konferencji i otwarcie obrad przez JM Rektora Wojskowej Akademii Technicznej – *opening ceremony*
 - sprawy organizacyjne – *basic informations*

Sesja I – plenarna Session I – plenary

(papers in Polish; all paper will be translated Polish>English)

Przewodniczący obrad: prof. dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK
Chairman prof. dr hab. inż. Józef GACEK

- 11¹⁵-11³⁵ **R. Woźniak, Z. Leciejewski, J. Kijewski**
Zespół badawczy konstrukcji specjalnych i balistyki w roku jubileuszu
55-lecia Wojskowej Akademii Technicznej
*(The research team of the special structures and ballistics in the year of
55th anniversary of Military University of Technology)*
- 11³⁵-11⁵⁵ **Z. Nita, W. Jędrzejewski**
Grupa BUMAR - dzisiaj, jutro, wyzwania
(BUMAR Group: today, tomorrow, challenges)
- 11⁵⁵-12¹⁵ **H. Knapczyk, J. Paszkowski**
Krajowe możliwości w zakresie zabezpieczenia perspektywicznych potrzeb uzbrojenia
i wyposażenia Sił Zbrojnych RP
*(National possibilities in the scope of preservation of perspective needs for armament
and equipment of Armed Forces of RP)*
- 12¹⁵-13⁰⁰ Dyskusja i przerwa
Discussion & coffee break

Sesja II - obrady w sekcjach ; Session II – sectional sessions

13⁰⁰-14⁴⁵

Sekcja/Section 1

**Materiały
wybuchowe
i balistyka końcowa**
 str. 44-53
**Explosives &
Terminal Ballistics**

Sekcja/Section 2

**Eksplotacja: teoria i
praktyka**
 str.54-63
**Operation:
theory & practice**

Sekcja/Section 3

**Technologia
uzbrojenia**
 str. 64-76
**Engineering Process of
Armament**

Sekcja/Section I

(referaty i dyskusja w języku angielskim - *papers and discussion in English only*)

Materiały wybuchowe i balistyka końcowa

Explosives and Terminal Ballistics

Przewodniczący obrad :prof. dr hab. inż. Karol JACH
Chairman prof.. Svatopluk ZEMAN

- 13⁰⁰-13¹⁵ **A. Wiśniewski, W. A. Trzciński, P. Podgórzak**
Determination of the JWL EOS for phlegmatized octogen and its use in numerical computation of shaped charge warhead parameters
- 13¹⁵-13³⁰ **P. Kápolka, P. Lisý**
Simulation of penetration of small calibre projectile through the rolled homogeneous armour
- 13³⁰-13⁴⁵ **Ch. Christov, S. Botev, R. Todorov**
Design of technological cumulative charge with no-gradient jet
- 13⁴⁵-14⁰⁰ **A. Dębski, J. Janiszewski, Ł. Kalinowski**
Technological polymer-metal frangible bullets investigation
- 14⁰⁰-14¹⁵ **W. A. Trzciński, S. Cudziło, R. Trębiński**
Loading steel and laminated fabric plates by blast wave and fragment impact
- 14¹⁵-14³⁰ **V. Adamík, W. A. Trzciński**
Numerical investigation of the behaviour of a steel plate under blast wave load and missile impact
- 14³⁰-14⁴⁵ **R. Matyáš, C. Bartei and S. Zeman**
Explosive mixtures based on TATP: an introduction to the relation between the thermal reactivity and the performance
- 14⁴⁵-15⁰⁰ Dyskusja - *discussion*

Sekcja/Section 2

(referaty tłumaczone - *all papers and discussion will be translated*)

Eksplotacja: teoria i praktyka

Operation: theory and practice

Przewodniczący obrad :kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI

Chairman

dr hab. Stefan WŁUDYKA

- 13⁰⁰-13¹⁵ **Z. Idziaszek, E. Olearczuk, S. Piechna**
Istota modernizacji eksploatacji działek lotniczych
(*The essence of the aircraft's cannon service modernization*)
- 13¹⁵-13³⁰ **Z. Idziaszek, E. Olearczuk, S. Piechna**
Komputerowe wspomaganie zarządzania eksploatacją
(*Computer aided maintenance management*)
- 13³⁰-13⁴⁵ **M. Janošek**
Capabilities of the ZPL-20 air cannon gunnery and comparison of its fire effectivity
with other chosen air cannons
(*Możliwości działka lotniczego ZPL-20 i porównanie jego efektywności ogniowej
z niektórymi innymi działkami lotniczymi*)
- 13⁴⁵-14⁰⁰ **F. Kuczmarski, M. J. Łopatka**
Metoda oceny potencjału maszyn inżynierijno-drogowych z wykorzystaniem
wzorca funkcjonalnego
(*The assessment method of armoured engineer vehicles potential using functional
exemplar*)
- 14⁰⁰-14¹⁵ **M. Jozefek, P. Lipták**
Possibilities of solution of balanced and unbalanced distribution tasks by means
of the Vogel's approximation method
(*Możliwości rozwiązywania zadań zrównoważonego i niezrównoważonego rozkładu
dostaw za pomocą metody aproksymacyjnej Vogel'a*)
- 14¹⁵-14³⁰ **T. Foryszewski, Z. Idziaszek M.Jasztal**
Zastosowanie modelowania i symulacji do badania i weryfikacji parametrów
technicznych i eksploatacyjnych działka lotniczego
(*Application of modelling and simulation for study and verification technical and
maintenance parameters of aircraft's cannon*)
- 14³⁰-14⁴⁵ **J. Bis, M. Zahor, P. Płatek**
Projektowanie broni strzeleckiej z wykorzystaniem techniki szybkiego prototypowania
(Rapid Prototyping)
(*Design process of weapons with using rapid prototyping technology*)
- 14⁴⁵-15⁰⁰ Dyskusja - *discussion*

Sekcja/Section 3

(referaty i dyskusja w języku polskim - *papers and discussion in Polish*)

Technologia uzbrojenia *Engineering Process of Armament*

Przewodniczący obrad : dr hab. inż. Jan MATERNIAK
Chairman dr hab. inż. Bogdan GARBARZ

- 13⁰⁰-13¹⁵ **J. Piętaszewski, J. Michałowski, M. Michałowski, E. Włodarczyk**
Wpływ dodatku renu do metali ciężkich W-Ni-Fe na ich umocnienie przez zgniot
(*Influence of the rhenium addition into heavy metals on their strengthening by cold work*)
- 13¹⁵-13³⁰ **M. Kaczorowski, Z. Ludyński, M. Rafalski**
Badania struktury kompozytów wolframowych odkształconych z dużymi prędkościami
(*The study of the structure of tungsten composites after high speed deformation*)
- 13³⁰-13⁴⁵ **J. Stępień, L. Starczewski**
Opracowanie podstaw technologii produkcji w kraju kadłubów artyleryjskich pocisków odłamkowo – burzących dużych kalibrów (do 155mm), spełniających wymagania NATO
(*Development of domestic technology for production of the high-explosive artillery shells of the big calibre (up to 155 mm), meeting NATO requirements*)
- 13⁴⁵-14⁰⁰ **L. Kruska, T. Majewski**
Modelowanie lepkoplastycznych właściwości spieków ciężkich W-Ni-Fe dla różnych szybkości odkształcenia
(*Modelling of viscoplastic properties W-Ni-Fe heavy metal alloys for various strain rate*)
- 14⁰⁰-14¹⁵ **Z. Łataś, A. Ciski, T. Żółciak**
Wymrażanie i węgloazotowanie z wymrażaniem elementów broni strzeleckiej
(*Cryogenic treatment and combination of cryogenic treatment with nitrocarburizing of small arms elements*)
- 14¹⁵-14³⁰ **Z. Horubala, M. Kaczorowski, Z. Ludyński, W. Nowak, M. Rafalski, P. Skoczylas**
Badania technologii obróbki plastycznej kompozytów wolframowych
(*Study of plastic working of tungsten composites*)
- 14³⁰-14⁴⁵ **A. Jackowski, M. Dąbrowski**
Wpływ stosunku masy kul do masy proszku oraz czasu mieszania na wybrane charakterystyki mieszanki W – Cu i wyprasek z niej wykonanych
(*Effect of the ball-to-powder weight ratio and mixing time on selected characteristics of the mixture W- Cu and greens made from its*)
- 14⁴⁵-15⁰⁰ Dyskusja - *discussion*

Sesja III - obrady w sekcjach ; *Session III – sectional sessions*

16⁰⁰-18⁰⁰

Sekcja/Section 1

Balistyka wewnętrzna
 str. 77-85
<i>Internal Ballistics</i>

Sekcja/Section 2

Eksplotacja broni palnej
 str. 86-92
<i>Operation of Weapon</i>

Sekcja/Section 3

Technologia materiałów wybuchowych
 str. 93-102
<i>Explosives Technology</i>

Sekcja/Section I

(referaty i dyskusja w języku angielskim - *papers and discussion in English only*)

Balistyka wewnętrzna *Internal Ballistics*

Przewodniczący obrad : prof. Eng. Pavel KONECNY PhD
Chairman prof. dr hab. inż. Adam WIŚNIEWSKI

- 16⁰⁰-16¹⁵ ***T.Vasile, D.Safta, C. Barbu***
Regarding the fire extinguishing ballistic system
- 16¹⁵-16³⁰ ***S. Gheorghian***
Extraction of the mass fraction of the burned propellant as a function of the gas pressure measured into the closed bomb
- 16³⁰-16⁴⁵ ***Z. Leciejewski***
Closed vessel tests: Part I - Burning rate determination of fine-grained propellant
- 16⁴⁵-17⁰⁰ ***Z. Leciejewski***
Closed vessel tests: Part II - temperature factor determination of fine-grained propellant
- 17⁰⁰-17¹⁵ ***P. Kupidura, M. Zahor***
Ballistic design of high-low pressure launching systems
- 17¹⁵-17³⁰ ***M.Macko***
New equipment in laboratories of the University of Defence in Brno - Department of Weapons and Ammunition
- 17³⁰-17⁴⁵ Dyskusja - *discussion*

Sekcja/Section 2

(referaty tłumaczone - *all papers and discussion will be translated*)

Eksplotacja broni palnej

Operation of Weapon

Przewodniczący obrad : prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI

Chairman

płk dr hab. inż. Franciszek KUCZMARSKI

16⁰⁰-16¹⁵

M. Radomski

Obliczenia zmęczeniowe luf wzmocnionych technologią przepiężania
(*Fatigue calculations of the gun barrels strengthened with auto-fretting*)

16¹⁵-16³⁰

A. Dębski

Badania metalograficzne luf 5,56 mm po próbach trwałościowych
(*Metallographic investigations of 5,56 mm gun barrels after life testing*)

16³⁰-16⁴⁵

J. Łazowski, T. Niezgoda, J. Małachowski

Modelowanie numeryczne współpracy pocisku z lufą
(*Numerical analysis of interaction between bullet and barrel with using of FE model*)

16⁴⁵-17⁰⁰

I. Bukovinsky, S. Prochazka

Firearm muzzle deformation
(*Deformacja wylotu lufy broni palnej*)

17⁰⁰-17¹⁵

R. Kamiński, S. Torecki

Obciążenia cieplne lufy podczas strzału
(*Heat load of barrel during shoot*)

17¹⁵-17³⁰

G. Gorasz, L. Fecso

Новая система обучения офицера по ремонту вооружения в свете военной реформы
(*Nowy system szkolenia oficerów ds. remontu uzbrojenia w świetle reformy w Siłach Zbrojnych Węgier*)

17³⁰-17⁴⁵

W. Plecha, Z. Rychert

Tuning broni i jej dodatkowe wyposażenie na przykładzie pistoletu GLOCK
(*Weapon tuning and its additional accessories based on Glock pistol*)

17⁴⁵-18⁰⁰

Dyskusja- *discussion*

Sekcja/Section 3

(referaty i dyskusja w języku polskim - *papers and discussion in Polish only*)

Technologia materiałów wybuchowych *Explosives Technology*

Przewodniczący obrad : prof. dr hab. inż. Edward WŁODARCZYK
Chairman prof. dr hab. inż. Radosław TRĘBIŃSKI

- 16⁰⁰-16¹⁵ **B. Zygmunt, K. Motyl**
Modernizacja ładunków napędowych fotela wyrzucanego samolotu MIG-21
(*Modernization of propellant charges for MiG-21 ejection seat*)
- 16¹⁵-16³⁰ **A. Książczak, T. Książczak**
Wpływ składników lotnych na kinetykę rozkładu i żywość dynamiczną (Γ) prochu 4/7
(*Influence of volatile components on kinetic parameters of thermal degradation and dynamic vivacity of 4/7 powder*)
- 16³⁰-16⁴⁵ **M. Szala, S. Cudziło, L. Szymańczyk, R. Feliga**
Otrzymywanie i badanie 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10-diazatetracyklo-
[5.5.0.05,903,11]-dodekanu (TEX)
(*Synthesis and investigation of 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10-diazatetracyclo-
[5.5.0.05,903,11]-dodecane (TEX)*)
- 16⁴⁵-17⁰⁰ **B. Florczak, J. Szmajda**
Badania efektywnych katalizatorów szybkości spalania homogenicznych stałych paliw
raketowych
(*Research of effective catalytic agents of burning rate of solid rocket propellants*)
- 17⁰⁰-17¹⁵ **J. Paszula, W. A. Trzeciński, T. Klemba**
Badanie charakterystyk wybuchowych mieszanin flegmatyzowanego heksogenu ze
stopem glinu i magnezu
(*Investigation of explosion properties of RDX mixed with an aluminium and magnesium
alloy*)
- 17¹⁵-17³⁰ **A. Maranda, K. Lipieńska, M. Lipiński**
Zdolność do wykonania pracy saletroli z dodatkiem paliw homogenicznych
(*Working capability of ANFO explosives with double base propellants*)
- 17¹⁵-17³⁰ **S. Cudziło, Z. Chylek**
Termochemiczne właściwości 1,1-diamino-2,2-dinitroetenu
(*Thermal properties of 1,1-diamino-2,2-dinitroethene*)
- 17³⁰-17⁵⁰ Dyskusja - *discussion*

Czwartek- Thursday 12.10.2006

Sesja/Session IV - plenarna – plenary
(all papers will be translated)

10⁰⁰ – 12³⁰

 **str. 103-112**

Rozwój techniki uzbrojenia *Development of Armament Technology*

Przewodniczący obrad :prof. dr hab. inż. Mieczysław KACZOROWSKI
Chairman dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT

- 10⁰⁰-10¹⁵ **L. Fecso, G. Górász**
Technological aspects of the Iraqi Army's Force generation
(*Techniczne aspekty tworzenia Sił Zbrojnych Iraku*)
- 10¹⁵-10³⁰ **P. Kupidura**
Main threats for troops in Iraq and technical countermeasures against them
(*Główne źródła zagrożeń dla wojsk w Iraku oraz techniczne środki przeciwdziałania*)
- 10³⁰-10⁴⁵ **M.Podciechowski D. Rodzik, K. Sienicki S. Żygadło**
Kierunki rozwoju PZR NEWA SC dla Sił Powietrznych RP
(*Development directions of SA-3 anti-aircraft missile system of Polish Air Defence Forces*)
- 10⁴⁵-11⁰⁰ **M. Dalkowski**
Globalizacja produkcji i dostaw uzbrojenia i sprzętu wojskowego jako wyzwanie dla systemu kodyfikacyjnego NATO (NATO Codification System – NCS)
(*Globalization of the source of supply and manufacture of weapon systems and military equipment as a challenge for NATO CODIFICATION SYSTEM – NCS*)
- 11⁰⁰-11¹⁵ **W. A. Trzeciński, S. Cudziło, Z. Chylek, L. Szymańczyk**
FOX-7 – nowy materiał wybuchowy o obniżonej wrażliwości
(*FOX-7 – new high explosive of low sensitivity*)
- 11¹⁵-11³⁰ **M. Janošek**
Present state and possibilities of L-159 aircraft regarding further modernization
(*Stan obecny i możliwości przyszłej modernizacji samolotu L-159*)
- 11³⁰-11⁴⁵ **D. Szulc**
Autonomiczny pojazd podwodny dla Marynarki Wojennej RP
(*Autonomous underwater vehicle for Polish Navy*)
- 11⁴⁵-12⁰⁰ Dyskusja – *discussion*
12⁰⁰-12³⁰ Przerwa – *coffee break*

Sesja/Session V – obrady w sekcjach – sectional session

12³⁰-14⁴⁵

Sekcja/Section 1

Badanie i modelowanie zjawisk dynamicznych

 str. 113-120

**Testing & Modelling
of Dynamic
Phenomena**

Sekcja/Section 2

Aerodynamika obiektów latających

 str. 121-131.

**Aerodynamics of Flying
Objects**

Sekcja/Section 3

Dynamika i wytrzymałość konstrukcji

 str. 132-142

**Structural Strength &
Dynamics**

Sekcja/Section 1

(referaty i dyskusja w języku angielskim - *papers and discussion in English only*)

Badanie i modelowanie zjawisk dynamicznych Testing and Modelling of Dynamic Phenomena

Przewodniczący obrad : prof. dr hab. inż. Waldemar A. TRZCIŃSKI
Chairman dr hab. inż. Stanisław CUDZIŁO

12³⁰-12⁴⁵

M. Magier

The stresses in main parts of the 120 mm APFSDS projectile during firing

12⁴⁵-13⁰⁰

V. Adamík, J. Buchar

Numerical simulation of explosive welding using LS-DYNA ALE multi-material approach

13⁰⁰-13¹⁵

M. Janošek

Modelling of fighter aircraft flight during air target interception

13¹⁵-13³⁰

J. Šelešovský, M. Krupka

The using of LS-DYNA for the simulation of heat transfer in explosives

13³⁰-13⁴⁵

P. Kápolka, P. Lisy

The transient analysis of the sealing ring

13⁴⁵-14⁰⁰

P. Kupidura, G. Leśnik, M. Zahor

Comparison of theoretical and experimental methods for weapon automatic operation analysis

14⁰⁰-14¹⁵

J. Garus, L. Rowiński

Design of semi-automatic control system for self-propelled mine counter charge

14¹⁵-14⁴⁵

Dyskusja - *discussion*

Sekcja/Section 2

(referaty tłumaczone - *all papers and discussion will be translated*)

Aerodynamika obiektów latających *Aerodynamics of Flying Objects*

Przewodniczący obrad : płk dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK
Chairman gen.(ret) prof. Titica VASILE

- 12³⁰-12⁴⁰ **A. Coman, M. Boscoianu**
Flexible Wings for Micro Aerial Vehicles
(*Elastyczne skrzydła dla mikroobektów latających*)
- 12⁴⁰-12⁵⁰ **A. Coman, M. Boscoianu**
Innovative propulsion systems for micro aerial vehicles
(*Nowatorski system napędowy dla mikroobektów latających*)
- 12⁵⁰-13⁰⁵ **J. Maryniak, E. Ładyżyńska-Kozdraś, M. Lasek, M. Kalski**
Modelowe badania aerodynamiczne uskrzydłonej bomby o zmiennej konfiguracji skrzydeł
(*Wind tunnel investigations into aerodynamic behaviour of a winged bomb with a variable wing configuration*)
- 13⁰⁵-13²⁰ **L. Baranowski**
Model matematyczny dynamiki lotu sterowanych pocisków artylerii polowej
(*Mathematical model of flight dynamics for guided artillery projectiles*)
- 13²⁰-13³⁵ **M. Frant, S. Wrzesień**
Wybrane zagadnienia doświadczalno-numerycznych badań aerodynamiki obiektów latających
(*Selected problems of experimental-numerical investigations of flying objects aerodynamics*)
- 13³⁵-13⁵⁰ **P. Konečný, M. Machala**
Ballistic trajectory of unguided rocket influenced by solid propellant used
(*Wpływ zastosowanego stałego paliwa raketowego na trajektorię lotu rakiety niekierowanej*)
- 13⁵⁰-14⁰⁵ **K. Mackiewicz, K. Sibilski**
Wpływ strumienia zawirnikowego na tor lotu niekierowanego pocisku raketowego po wylocie z wyrzutni podwieszanej na śmigłowcu
(*The influence of rotor wake on trajectory of missile launched from the helicopter*)
- 14⁰⁵-14²⁰ **J. Tušnio, Z. Koruba**
Konstrukcja układu zabezpieczająco-uzbrajającego zapalnika do wyrobów raketowych o ruchu obrotowym względem osi podłużnej
(*Structure of rocket protective and fuse system for missiles with rotary motion*)
- 14²⁰-14⁴⁵ Dyskusja - *discussion*

Sekcja 3

(referaty i dyskusja w języku polskim - *papers and discussion in Polish only*)

Dynamika i wytrzymałość konstrukcji *Structural Strength and Dynamics*

Przewodniczący obrad : prof. dr hab. inż. Tadeusz NIEZGODA
Chairman Assoc.prof. Eng.. Peter LISY PhD

- 12³⁰-12⁴⁵ **V. Bella**
Static mechanical characteristics, dynamic modulus of elasticity and high frequency fatigue of materials
(*Statyczne charakterystyki mechaniczne, moduł sprężystości i wysokoczęstotliwościowe zmęczenie materiałów*)
- 12⁴⁵-13⁰⁰ **M. Radomski**
Wstępna analiza wzajemnego oddziaływania płyty oporowej moździerza i podłoża podczas strzału
(*Initial analysis the interaction of mortar base plate and ground during shot*)
- 13⁰⁰-13¹⁰ **P. Typer, W. Łabno, T. Świętek**
Lufy i armaty wkładkowe do armat czołgowych
(*Insert barrels and cannons for tank guns*)
- 13¹⁰-13²⁵ **A. Bartnicki, P. Marecki**
Wyniki badań wytrzymałościowych mostu MS-20 z uwzględnieniem połączeń spawanych
(*Durability research for MS-20 bridge taking into consideration weld joints*)
- 13²⁵-13⁴⁰ **S. Wolny, S. Dzik, P. Nikolin**
Dynamiczne problemy w eksploatacji górniczych urządzeń transportowych
(*Dynamic problems in maintenance of mining transportation facilities*)
- 13⁴⁰-13⁵⁵ **E. Włodarczyk, A. Starczewska, J. Materniak, J. Janiszewski, W. Koperski**
Oszacowanie dynamicznej granicy plastyczności wybranych stali łuskowych za pomocą uderzeniowego testu Taylora
(*Estimation of dynamic yield stress of the shell steels by means of the Taylor impact test*)
- 13⁵⁵-14¹⁰ **A. Dębski, J. Janiszewski**
Materiały spiekane wytwarzane metodą spiekania reakcyjnego na fragmentujące pociski pistoletowe
(*Technological investigations of the frangible pistol bullets*)
- 14¹⁰-14²⁰ **J. Stępień, L. Skowron, Z. Kaczmarek, J. Materniak, A. Starczewska**
Stanowisko do wyciskania na gorąco wyprasek przeznaczonych na okucia do amunicji kalibru 120 mm
(*The stand of hot extrusion forging of dies stampings for cartridge-case 120 mm*)
- 14²⁰-14⁴⁵ Dyskusja - *discussion*

Sesja/ Session VI – plakatowa / poster session
(all papers and discussion will be translated)

16⁰⁰ – 18⁰⁰

 **str. 143-170**

Wykrywanie i śledzenie celów
Target Indication and Tracking

Przewodniczący obrad :prof. dr hab. inż. Jerzy MARYNIAK
Chairman dr hab.inż. Zbigniew KORUBA

- 1) **M. Ważny**
Opis zmian wartości parametrów diagnostycznych wybranego urządzenia systemu nawigacyjno-celowniczego w funkcji czasu eksploatacji
(Description of diagnostic parameters changes in function of operating time for device of gun-layer system)
- 2) **M. Ważny**
Metoda wyznaczania trwałości resztkowej wybranego urządzenia systemu nawigacyjno-celowniczego
(Method of marking the residual durability of a selected device of gun-layer system)
- 3) **M. Podciechowski K. Sienicki S. Żygadło**
Modernizacja toru odbiorczego SNR-125SC pod kątem zwiększenia zasięgu PZR NEWA S.C.
(Modernization of SNR-125SC receiver in the aim at enlarge the range of NEWA SC system)
- 4) **K. Orłowski, A. Janicki**
Fotointerpretacja w rozpoznaniu obrazowym
(Photointerpretation in photographic identification)
- 5) **K. Orłowski, R. Komarec**
Wykrywanie obiektów na zdjęciach wielospektralnych
(Detecting objects on multispectral images)
- 6) **J. Tuśnio, Z. Koruba**
Koncepcja określenia położenia kąowego źródła promieniowania elektromagnetycznego małej częstotliwości na przykładzie napowietrznych urządzeń elektroenergetycznych
(Conception of determination of angle situation of low frequency electromagnetic radiation source as example of air electromagnetic devices)
- 7) **M. Baś**
Śledzenie pasywne – koncepcja zastosowania w rozproszonych kanałach celowania
(Passive tracking – conception of use in distributed aiming channels)
- 8) **A. Bajči**
Design of a new camouflage pattern for combat suits in the Armed Forces of the Slovak Republic
(Projekt nowego wzoru munduru maskującego dla Sił Zbrojnych Słowacji)

- 9) **A. Bajčí, E. Hrivňák, K. Dobák**
Disclosing symptoms of small firing weapons in thermovision spectrum range
(*Ujawnianie cech charakterystycznych broni strzeleckiej w zakresie widma termowizyjnego*)
- 10) **T. Sosnowski, H. Madura, E. Powiada**
Metoda wykrywania i lokalizacji wybranych obiektów militarnych na podstawie analizy sygnału akustycznego
(*Detection and localization methods of selected military objects on the basis of acoustic characteristics*)
- 11) **M. Dąbrowski, H. Madura**
Skaner termowizyjny do wykrywania śmigłowców lecących na niskich wysokościach
(*IR scanning system for detection of helicopters flying at low altitudes*)
- 12) **M. Kastek, H. Madura, T. Sosnowski**
Wizualizacja figur bojowych w zakresie promieniowania podczerwonego
(*Visualization of firing targets in the infrared range*)
- 13) **P. Droppa, I. Susedík**
Military mobile technics in spectrum of thermovision
(*Mobilna technika wojskowa w widmie termowizyjnym*)
- 14) **M. Adamski**
Inteligentne systemy identyfikacji celów w operacjach wsparcia wojsk lądowych
(*Intelligent systems of target identification in land forces support operations*)
- 15) **T. Zawada**
Stabilizacja głowicy optoelektronicznej
(*Stabilization of opto-electronic head*)
- 16) **B. Żak**
The preprocessing and identification of chosen visional elements of underwater ranges
(*Identyfikacja min morskich z wykorzystaniem obrazów wizyjnych akwenu podwodnego*)
- 17) **A.K. Rutkowski**
Charakterystyki urządzeń pelengacyjnych z matrycami Butler'a I cylindrycznymi szyskami antenowymi
(*Characteristics of the pelengation devices with Butler matrices and cylindrical antenna arrays*)
- 18) **A.K. Rutkowski**
Namierzanie nadajników mikrofalowych za pomocą urządzeń z matrycami Butler'a i płaskimi szyskami antenowymi
(*Direction finding of the microwave emitters by means of devices with Butler matrices and flat antenna arrays*)
- 19) **P. Lipták**
Development in technologies of metallic cable opticalization
(*Technologiczny rozwój zdolności światłowodowych kabli z rdzeniem metalowym*)
- 20) **A. Cichocki, P. Bekier**
Obrona przeciwtorpedowa okrętów nawodnych. Obecne możliwości przeciwdziałania podwodnemu zagrożeniu
(*Surface ship torpedo defence. Present chances to counteract the underwater threat*)

Piątek – Friday 13.10.2006

(in Polish only)

Sesja/Session VII - plenarna – plenary

10⁰⁰ – 11⁴⁵

☞ str. 171-179

Eksploracja techniki uzbrojenia
Operation of Armament Technology

Przewodniczący obrad :kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI
Chairman kmdr dr hab. inż. Bogdan ŻAK

- 10⁰⁰-10¹⁵ **H. Madura, Z. Juchacz**
Mina zdalnego rażenia do niszczenia śmigłowców
(*Anti-helicopter mine*)
- 10¹⁵-10³⁰ **W. Stepniak, M. Piątek**
Analiza zastosowania i wyników badań opracowywanych w Polsce strzeleckich
naboi wzorcowych w odniesieniu do wymagań zawartych w założeniach
taktyczno-technicznych
(*The analysis of application and tests results of working out in Poland small calibre
reference ammunition in accordance to technical and tactical requirements*)
- 10³⁰-10⁴⁵ **T. Dziubek**
Broń ukryta w warunkach zagrożeń atakami terrorystycznymi
(*Hidden weapons in the conditions of a threat of a terrorist attack*)
- 10⁴⁵-11⁰⁰ **D. Grabiec, D. Szulc**
Monitoring antyterrorystyczny baz morskich i portów
(*System of antiterrorist attacks monitoring of sea bases and harbours*)
- 11⁰⁰-11¹⁵ **J. Panasiuk**
Wirtualny trener i system oceny strzelań na potrzeby zestawów artyleryjsko-
raketowych OPL
(*Virtual training system and system of the assessment shooting for needs
of anti-aircraft artillery-rocket sets*)
- 11¹⁵-11³⁰ **J. Głębocki**
Stawianie min z okrętów podwodnych
(*The minelaying from underwater minelayers*)
- 11³⁰-11⁴⁵ **S. Tamberg**
Tendencje rozwojowe przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych
(*Development trends of human portable air-defence systems*)
- 11⁴⁵-12¹⁵ Dyskusja i przerwa – *discussion & coffee break*

Sesja/Session VIII - obrady w sekcjach - sectional sessions

(papers and discussion in Polish only)

12¹⁵-14³⁰

Sekcja/Section 1

Balistyka końcowa

 str. 180-190

Terminal Ballistics

Sekcja/Section 2

Sterowanie i modelowanie zjawisk dynamicznych

 str. 191-202

*Control & Modelling of
Dynamic Phenomena*

Sekcja/Section 3

Balistyka zewnętrzna i dynamika lotu

 str. 203-212

*External Ballistics &
Flying Dynamics*

Sekcja/Section 1 Balistyka końcowa *Terminal Ballistics*

Przewodniczący obrad : dr hab. inż. Adam JACKOWSKI
Chairman doc dr inż. Henryk KNAPCZYK

- 12¹⁵-12³⁰ **E. Włodarczyk, W. Koperski, M. Michałowski**
Badania balistyki końcowej spiekanych, przeciwpancernych pocisków amunicji strzeleckiej
(*Terminal ballistic researches on sintered armour piercing rifle ammunition*)
- 12³⁰-12⁴⁵ **Z. Wilk, B. Zygmunt**
Badania ładunków kumulacyjnych z ciężkimi wkładkami proszkowymi
(*Research of shaped charges with heavy powder liners*)
- 12⁴⁵-13⁰⁰ **K. Jamroziak, Ł. Konat, M. Bocian, G. Pękalski**
Strukturalne aspekty uderzenia balistycznego na przykładzie pocisku z rdzeniem stalowym i jednorodnej płyty pancerniej
(*Structural aspects of the ballistic impact test illustrated by steel-cored bullet and by rolled homogeneous steel armour*)
- 13⁰⁰-13¹⁵ **J. Gawor, B. Garbarz, K. Ujma, H. Cierniak**
Nowe gatunki stali produkcji krajowej na blachy o wysokiej odporności balistycznej
(*New grades of domestic production steel for plates showing high-ballistic resistance*)
- 13¹⁵-13³⁰ **E. Szymczyk, W. Barnat, T. Niezgoda, R. Rekucki, M. Zaczek**
Badanie reakcji stalowych struktur obciążonych falą uderzeniową
(*Investigation of the response of steel structures under blast wave loading conditions*)
- 13³⁰-13⁴⁵ **K. Jach, J. Owsik, R. Świerczyński**
Modelowanie trójwymiarowych efektów towarzyszących zjawisku wybuchowego formowania pocisków
(*Computer modelling of 3D effects concurrent with explosive forming of projectiles*)
- 13⁴⁵-14³⁰ Dyskusja - discussion

Sekcja/Section 2

Sterowanie i modelowanie zjawisk dynamicznych *Control and Modelling of Dynamic Phenomena*

Przewodniczący obrad : prof. dr hab. inż. Jerzy MARYNIAK
Chairman kmdr dr hab. inż. Bogdan ŻAK

- 12¹⁵-12³⁰ **A. Typiak**
Główne zadania i struktura systemu sterowania dla bezzałogowych pojazdów lądowych
(*Main tasks and structure of control system for unmanned ground vehicle*)
- 12³⁰-12⁴⁵ **A. Bartnicki, A. Typiak, Z. Zienowicz**
Dobór układu napędowego dla bezzałogowego pojazdu lądowego
(*Selection of driving system for unmanned ground vehicles*)
- 12⁴⁵-13⁰⁰ **A. Kozicka, A. Typiak**
Sterowanie nadążne lekką platformą transportową
(*Follow-up control system for light combat carrier*)
- 13⁰⁰-13¹⁵ **Z. Koruba**
Dynamika i sterowanie trzyosiową platformą giroskopową na pokładzie bomby kierowanej
(*Dynamics and control of triaxial gyroscope platform on the guided bomb deck*)
- 13¹⁵-13³⁰ **T. Wolszakiewicz, Z.A. Walenta**
Porównanie symulacji Monte – Carlo z wynikami eksperymentalnymi badania układu gazogeneratora prochowego
(*The use of Monte-Carlo method for simulation of initial period of propellant gasgenerator working*)
- 13³⁰-13⁴⁵ **A. Bartnicki, P. Sprawka**
Modelowanie oddziaływania obciążenia zewnętrznego na minę umieszczoną w gruncie
(*The model of influence of load on a mine placed in the ground*)
- 13⁴⁵-14⁰⁰ **A. Papliński**
Zastosowanie modelu ośrodka dwufazowego do rozwiązania zadania balistyki wewnętrznej na przykładzie armaty 23 mm
(*An employment of two-phase approach to evaluation of internal ballistics of 23 mm gun*)
- 14⁰⁰-14³⁰ Dyskusja- *discussion*

Sekcja/Section 3
Balistyka zewnętrzna i dynamika lotu
External Ballistics and Flying Dynamics

Przewodniczący obrad : prof. dr hab. inż. Józef GACEK
Chairman prof. dr hab. inż. Stanisław WOLNY

- 12¹⁵-12³⁰ **M. Podciechowski K. Sienicki S. Żygadło**
Konceptcja systemu nadajników pozorujących do walki z przeciwradiolokacyjnymi pociskami raketowymi
(*Conception of simulating transmitters system to fight against anti-radiolocation missiles*)
- 12³⁰-12⁴⁵ **M. Pietraszek, Z. Winczura, A. Żyłuk**
Imitator celu powietrznego badania własności dynamicznych
(*Imitator of the aerial target - investigations of the dynamic properties*)
- 12⁴⁵-13⁰⁰ **J.W. Kobierski**
Czynniki determinujące zastosowanie imitatorów celów powietrznych (ICP) w szkoleniu
(*Factors determining the application of air target (simulators) in training*)
- 13⁰⁰-13¹⁵ **M. Jaworowicz, J. Panasiuk, A. Jurkiewicz**
Projekt koncepcyjny raketowego manewrującego imitatora celu powietrznego /MICP/ na bazie modernizacji pocisku M 21
(*The concept project of new manoeuvred flying target imitator /MICP/ on the base of modernization of the rocket missile M-21*)
- 13¹⁵-13³⁰ **Z. Dziopa**
Układ koordynatora rakiety jako jeden z obiektów zestawu przeciwlotniczego
(*Missile co-ordination set as a one of objects of anti-aircraft system*)
- 13³⁰-13⁴⁵ **K. Ogonowski, M. Adamski**
Metody adaptacji bomb balistycznych do wymogów sieciocentrycznego pola walki (NCW)
(*Methods of ballistic bombs adaptations to meet NCW requirements*)
- 13⁴⁵-14⁰⁰ **A. Dębecki**
Ocena zagrożeń i możliwości obrony przed raketami balistycznymi
(*An analysis of threat and possibilities of defence against ballistic missiles*)
- 14⁰⁰-14¹⁵ **Z. Rempala Ł. Berezowski, A. Kwiek**
Przelicznik balistyczny do wieżyczki śmigłowiecowej
(*The ballistic computer for the turret of helicopter*)
- 14¹⁵-14³⁰ Dyskusja- *discussion*

14³⁰ – oficjalne zakończenie konferencji - *free final discussion & closing ceremony*

Prace zakwalifikowane do opublikowania

(list of papers only published)

- 1) **L. Baranowski, K. Rutyna, Z. Surma, M. Szudrowicz**
Wykorzystanie kamery zdjęć szybkich do badania powylotowego działania gazów prochowych
(The use of fast photo camera for investigation of the intermediate ballistics phenomena)
- 2) **W. Furmanek, J. Gacek, J. Kijewski**
Projekt koncepcyjny odkrytej strzelnicy garnizonowej przystosowanej do strzelania amunicją strzelecką
(Outdoor firing range proposal for shooting with practice ammunition)
- 3) **W. Furmanek, J. Gacek, J. Kijewski, W. Stepniak**
Wybrane wyniki badań balistycznych 7,62 mm strzeleckiej amunicji ćwiczebnej
(Selected results of ballistic research work of 7,62 mm practice ammunition)
- 4) **Z. Idziaszek, E. Olearczuk, S. Piechna**
Organizacja obiegu danych w zarządzaniu trwałością działek lotniczych
(Organization of data circulation at aircraft's cannons durability management)
- 5) **A. Jęczmyk, R. Woźniak**
Stanowisko do badań węzła gazowego broni strzeleckiej kalibru 5,56 mm
(The laboratory stand for examination of gas system of small arms calibre 5,56 mm)
- 6) **W. Jędrzejewski, M. Magier**
Nowa polska amunicja dla czołgów Leopard 2A4
(New Polish ammunition for battle tanks Leopard 2A4)
- 7) **J. Kijewski, W. Koperski, Z. Surma, R. Woźniak, M. Zahor**
Wyniki badań karabinka bezkolbowego JANTAR z wykorzystaniem stanowiska typ 5,56B
(The results of the investigations of bull-pup assault rifle "Jantar" conducted in research system type 5,56B)

GRUPA BUMAR DZISIAJ, JUTRO, WYZWANIA**BUMAR GROUP: TODAY, TOMORROW, CHALLENGES****Zbigniew NITA, Wiesław JĘDRZEJEWSKI**

BUMAR Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

BUMAR Group, Warsaw, Poland

Streszczenie

Referat zawiera podstawowe informacje o grupie Bumar, w tym: historię powstania i podstawę prawną, skład grupy, cele strategiczne, najważniejsze informacje ekonomiczne. W następnej części przedstawia informacje o niektórych produktach zakładów Grupy Bumar, w trzeciej - informacje o prowadzonych pracach rozwojowych, zaś w czwartej przemyslenia z zakresu potrzeb i kierunków rozwoju.

Przedsiębiorstwo Handlu Zagranicznego BUMAR powołano 1.01.1971 roku. Jako Sp. z o.o. działa na podstawie umowy spółki sporządzonej dnia 31.05.1983 roku. Od dnia założenia Spółki w 1983 roku do chwili obecnej większościovym udziałowcem BUMAR Sp. z o.o. jest Skarb Państwa. Do 2001 roku Spółka zajmowała się głównie eksportem i importem w dziedzinie dostaw wojskowych, materiałów i elementów do produkcji wyrobów kolejowych, maszyn kopalnianych i budowlanych, części zamiennych i usług remontowych itp. Stosownie do przyjętej na Radzie Ministrów w dn. 14.05.2002 „Strategii przekształceń strukturalnych przemysłowego potencjału obronnego w latach 2002-2005” Zarząd PHZ BUMAR Sp. z o.o. z dniem 1.10.2002 r. zakończył prace związane z pierwszym etapem organizacji amunicyjno-rakietowo-pancernej grupy kapitałowej zwaną GRUPĄ BUMAR, w której PHZ BUMAR (od lipca 2004 roku Bumar Sp. z o.o.) jest spółką dominującą a pozostałe spółki Grupy – spółkami zależnymi. Aktualnie w skład GRUPY BUMAR wchodzi 17 przedsiębiorstw, następne np. ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A. w Gliwicach i ZPS „Gamrat” Sp. z o.o. w Jaśle są w trakcie procesu włączania do Grupy.

Celem strategicznym Grupy Kapitałowej BUMAR jest produkcja nowoczesnego uzbrojenia i sprzętu wojskowego na potrzeby polskiej armii oraz eksportu, jak również zapewnienie warunków dla utrzymania rozwoju zakładów. Ambicją naszą jest także włączenie zakładów do międzynarodowych programów dostaw uzbrojenia i sprzętu wojskowego dla potrzeb NATO. Utworzenie Grupy Kapitałowej BUMAR daje możliwości lepszego wykorzystania zasobów kapitałowych, produkcyjnych oraz marketingowo – handlowych pozostających w dyspozycji poszczególnych spółek wchodzących w skład holdingu. Sprzyja to przezwyciężeniu barier ekonomiczno – finansowych, ograniczających dotychczasową działalność i rozwój każdej z osobna spółki. Wiodąca rola BUMAR Sp. z o.o. w Grupie Kapitałowej wyraża się w:

- prowadzeniu centralizowanej promocji eksportu oraz obrotu produktów Grupy;
- koordynacji prac badawczo – rozwojowych;
- koordynacji i centralizacji zaopatrzenia w istotne materiały do produkcji;
- organizacji finansowania produkcji;
- monitorowaniu realizacji zadań produkcyjnych;
- udziale w restrukturyzacji majątkowej, technicznej i produkcyjnej Spółek Grupy.

Zakłady Grupy BUMAR współpracują z krajowymi uczelniami i jednostkami badawczo-rozwojowymi takimi, jak WAT i Politechnika Warszawska oraz OBRUM Gliwice, OBRSM Sp. z o.o. w Tarnowie, WITU, WITI, WITPIS, WICHIR oraz szczerą się wieloletnim doświadczeniem w opracowywaniu nowych i modernizacji starych wzorów uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Dzięki ciągłemu doskonaleniu konstrukcji, wykorzystywaniu nowych technologii oraz stałemu podnoszeniu ich niezawodności są one znane i cenione w wielu państwach na całym świecie.

Wysoką jakość produkowanego uzbrojenia i sprzętu wojskowego gwarantują wprowadzone w Spółkach certyfikaty systemu jakości według ISO 9001, AQAP – 110.

Abstract

Since 1971, BUMAR has been in international defence equipment, construction machinery, mining machines and materials handling / transport equipment business. Our long-time experience, trade name known throughout the world, achievements in introduction of advanced new technologies to the Polish industry and in initiating co-operation with renowned world manufacturers, efficient and professional staff are our major advantages.

BUMAR Sp. z o.o. is the dominant entity in BUMAR Group, which includes 19 manufacturing and trading companies of the Polish defence industry, sector specialized in ammunition, rockets and armour, and of the construction machinery, agricultural machinery and construction services. The capital of the BUMAR Group, accumulated in BUMAR Sp. z o.o. amounted, as at February 2005, to PLN 401,963.500.

The leading role of BUMAR in the BUMAR Group is evidenced by central procurement of materials and bought-out items, by creating and financing the production for domestic and foreign markets, production monitoring of production capacities, introduction of changes in production profile and volume, co-ordination and performance of research and development work, and performance of off-set agreements.

Irrespective of the above tasks in BUMAR Group, our firm leads supplies to foreign and domestic markets, if civilian products: construction machines, road making machinery, railway accessories and other manufacturing industry products.

Ze względu na poufny charakter wielu problemów przedstawionych w referacie, niniejsza publikacja zawiera jedynie jego streszczenie.

The paper is classified therefore only summary is presented in the proceedings

**KRAJOWE MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE ZABEZPIECZENIA
PERSPEKTYWICZNYCH POTRZEB UZBROJENIA I WYPOSAŻENIA
SIŁ ZBROJNYCH RP**

**NATIONAL POSSIBILITIES IN THE SCOPE OF PRESERVATION OF
PERSPECTIVE NEEDS FOR ARMAMENT AND EQUIPMENT OF
ARMED FORCES OF RP**

Henryk KNAPCZYK, Jerzy PASZKOWSKI

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych OBRUM, Gliwice
Research and Development Centre of Mechanical Devices OBRUM, Gliwice, Poland

Streszczenie

W referacie przedstawiono wyniki analiz określających kierunki transformacji Sił Zbrojnych RP i wymagania dla systemów uzbrojenia spełniających potrzeby przyszłego pola walki 2010-2020. Odniesiono się do możliwości polskiego przemysłowego potencjału obronnego w zakresie zabezpieczenia potrzeb Sił Zbrojnych RP. Zaproponowano kierunki działania pozwalające na włączenie się Polski do wspólnych działań państw sojuszniczych i uruchomienie w kraju programu „Polska Wizja Przyszłego Pola Walki”. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych OBRUM w Gliwicach jest żywotnie zainteresowany uczestnictwem w takim przedsięwzięciu i mógłby wraz z innymi JBR-ami należącymi do sfery przemysłowego potencjału obronnego państwa pełnić, tak jak ma to miejsce w programach amerykańskim czy angielskim, rolę operatora technicznego czy koordynatora programu.

Abstract

In this paper have been presented results of analysis determining directions of transformation of Armed Forces of RP and requirements for armament systems fulfilling requirements of the future battlefields 2010-2020. There is a relation to possibilities of Polish industrial defensive potential in the scope of preservation of needs of Armed Forces of RP. Some operation direction have been proposed, which will enable including Poland to common operations of allied nations and commencing the program „Polish Vision of Future Battlefield” in Poland.

Conclusions

Delays in the scope of transformation of Armed Forces of RP in relation to the programs of USA or European countries require realization of at least following tasks:

1. Poland as a member of NATO and future participant of common armed operations shall have the equipment fulfilling contemporary requirements and simultaneously this equipment should be compatible with armament of allied nations. Poland should participate in programs of construction of modern armament, fulfilling requirements of future battlefield either as a partner or –in some applications – as a future bidder.

2. It is necessary to assess Polish manufacturers of devices and military equipment in the scope of possibilities of technical and technological manufacturing possibilities, making following diagnosis:
 - if they are fulfilling criteria of modern production according to western standards
 - if they require financing in the scope of gaining of new technologies leading to reaching of western standards
 - if they do not meet the criteria of modern production, require very high investment expenditures for their shake-up and gaining of many new technologies
3. A determined and consistent concentration of research and development as well as manufacturing potential around the spheres, in which Poland is able to be competitive on world-wide markets (radiolocation, C2-systems, combat vehicles and armoured vehicles, lightweight infantry armament, individual soldier's equipment, unmanned air force systems, systems and air force combat agents, systems of observation and naval recognition, submarine weapon systems) should take place.
4. It is necessary to take integration actions with leading European subjects by creating of consortium structures.
5. Because American, English, French or German transformation programs have been started already several years ago, there is a strong need for commencing the program „Polish Vision of Future Battlefield” in Poland.
6. Without financing of research and development of new technologies, armament techniques and military equipment according to the needs and world-wide trends defined by NATO and European Union, Poland will be in consequence forced to keep up with its partners purchasing the equipment by foreign manufacturers, paying in each product a fraction of expenditures for scientific and research and development works financed by the supplier.
7. Financing of the science and development of modern technologies is the best method of creating of industrial growth and expenditures incurred for such development will be repaid in the future with profits. Implementation potential of results of scientific and research and development works in the sector of defence industry is very large and the technological progress in military technology will be earlier or later transferred to other branches of industrial production.
8. Without long-term program Poland will not be able to keep his industrial defence potential with its intellectual and high qualified manufacturing personnel consisting of several dozens of thousands specialists, which will be impossible to reconstruct in the future. Such specialists are not trained by universities, but by specific workplaces and tasks performed permanently, in more and more complicated research and production cycles on these workplaces.
9. Research and Development Centre of Mechanical Devices “OBRUM” in Gliwice is highly interested in participation in such enterprise and it could play, together with other Research and Development Units belonging to the sphere of industrial defence potential of the nation, the role – such as it is in American or English program – of technical operator or program coordinator.

DETERMINATION OF THE JWL EOS FOR PHLEGMATISED OCTOGEN AND ITS USE IN NUMERICAL COMPUTATION OF SHAPED CHARGE WARHEAD PARAMETRES

WYZNACZENIE RÓWNANIA STANU JWL DLA FLEGMATYZOWANEGO OKTOGENU I JEGO ZASTOSOWANIE DO OBLICZEŃ NUMERYCZNYCH PARAMETRÓW GŁOWICY KUMULACYJNEJ

Adam WIŚNIEWSKI*, Waldemar A. TRZCIŃSKI**, Paweł PODGÓRZAK*

*Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Zielonka

**Military University of Technology, Warsaw, Poland

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Abstract

The methods of determination of the detonation pressure and JWL parameters of detonation products of ocfol are presented. Ocfol was used in shell filling of the warhead II of the model of the tandem shaped charge. To determine the detonation pressure the kind of the water test was used, in which the shape of the front of the oblique shock wave in the cylindrical water layer was registered by means of impulse X-ray radiography. The JWL parameters of detonation products were found on the basis of results of so-called cylinder test. The results of the computer simulation, carried out with the method of free points, and the shape charge jet formation from the classical shaped charge with the diameter of 106 mm, and its penetration into RHA (*rolled homogeneous armour*) armour, unprotected and protected with the one-layered and two-layered reactive cassette, are also shown.

Summing up it can be stated that:

1. The following characteristics of desensitized ocfol with the density of $\rho_0=1.78 \text{ g/cm}^3$ were determined:
 - the velocity of detonation $D=8730 \text{ m/s}$,
 - the pressure of detonation $p_C=33.9 \text{ GPa}$.
2. The JWL parameters of detonation products of ocfol were found from the cylinder test results.
3. Mathematical-physical models of the description of the phenomenon of the classical shaped charge jet formation were used.
4. The method of “the free points” to solve the non-linear, non-stationary, two-dimensional (of the axial symmetry) initial-boundary problem of the classical shaped charge jet formation and its penetration into armour was accepted.
5. The computer simulations were carried out to determine the parameters of the shaped charge jet of charges with the calibre of 106 mm. The influence of the kind of the explosive on the parameters of the shaped charge jet was examined.
6. On the basis of analyses concerning both explosives it results that in both cases the stable development of the shaped charge jet occurs.

Streszczenie

Wyznaczono ciśnienie detonacji oraz współczynniki równania JWL dla produktów detonacji flegmatyzowanego oktogenu - okfołu, którego użyto do elaboracji głowicy II modelu kumulacyjnego pocisku tandemowego. Wykorzystano w tym celu wyniki testu wodnego i cylindrycznego. Przedstawiono także wyniki symulacji komputerowej przeprowadzonej metodą punktów swobodnych, generowania strumienia kumulacyjnego z klasycznego ładunku o średnicy 106 mm, oraz wnikania tego strumienia w pancerz stalowy RHA niechroniony i chroniony kaseta reaktywną pojedynczą i podwójną.

Wnioski

1. Wyznaczono następujące charakterystyki okfołu (oktogenu flegmatyzowanego) o gęstości $\rho_0=1.78 \text{ g/cm}^3$:
 - prędkość detonacji $D=8730 \text{ m/s}$
 - ciśnienie detonacji $p_{CF}=33,9 \text{ GPa}$.
2. Określono współczynniki równania JWL dla produktów detonacji badanego okfołu.
3. Zastosowano modele matematyczno-fizyczne opisu zjawiska wybuchowego formowania klasycznego strumienia.
4. Przyjęto metodę “punktów swobodnych” do rozwiązania nieliniowego, niestacjonarnego, dwuwymiarowego osiowosymetrycznego zagadnienia początkowo-brzegowego wybuchowego formowania klasycznego strumienia kumulacyjnego i jego wnikania w pancerz.
5. Przeprowadzono symulacje komputerowe w celu określenia parametrów strumienia kumulacyjnego ładunków kalibru 106 mm. Przebadano wpływ rodzaju materiału wybuchowego na parametry strumienia.
6. Z analiz dotyczących obu materiałów wybuchowych wynika, że w obu przypadkach występuje stabilny rozwój strumienia kumulacyjnego.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Radosław TREBIŃSKI (Military University of Technology, Warsaw)

SIMULATION OF PENETRATION OF SMALL CALIBRE PROJECTILE THROUGH THE ROLLED HOMOGENEOUS ARMOUR

SYMULACJA PROCESU PENETRACJI JEDNORODNEJ PŁYTY PANCERNEJ PRZEZ POCISK MAŁOKALIBROWY

Peter KÁPOLKA, Peter LISÝ

Department of Mechanical Engineering, Academy of the Armed Forces, Liptovský Mikuláš,
Slovakia

Akademia Sił Zbrojnych, Liptowski Mikulasz, Słowacja

Abstract

In the present time to forefront are get the methods based on numerical simulation with utilization FEM and FVM. Numerical simulation come out from the theory of propagate stress waves of projectile and armour, which are arise by impact projectile to armour. Numerical modelling for interaction solid bodies use Lagrange description of continuum and for materials base on steel use more frequently Johnson – Cook model.

The paper deal with reached results simulation of penetration of the core of the projectile of calibre 7.62 x 51 mm, through the homogeneous armour module in the three alternatives. For the simulation was used software AUTODYN 3D with using finite volume method. The achieved results of the simulation are corresponding with the experimental determined values of limitary speed of the projectile for the initiate thickness of armoured modules.

More detailed analysis of the achieved results of simulation show on effect of the influences in subsequence designing of character and method generation net in process of preparation of models. Although in individual alternatives is not explicitly shown also on demands determination of the model and the value of the terminal deformation for break of the considered elements (Erosion Strain), which are not usually shown in material library an they can play important role at assessed so-called energetic state of the system.

This has influence on the final value so-called energetic errors of the solution. We can state that density of the net in exposed areas and consistent definition of material parameters has a cardinal influence on accuracy of the simulation models.

Streszczenie

W prezentowanym referacie rozpatruje się symulację (w trzech wariantach) penetracji homogenicznego pancerza przez rdzeń pocisku kalibru 7,62 x 51 mm. Do symulacji tego problemu wykorzystano oprogramowanie AUTODYN 3D z zastosowaniem metody objętości skończonych. Osiągnięte rezultaty symulacji odpowiadają wynikom badań eksperymentalnych penetracji pocisku o ograniczonej prędkości przez początkową warstwę opancerzenia.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Edward WŁODARCZYK (Military University of Technology, Warsaw)

DESIGN OF TECHNOLOGICAL CUMULATIVE CHARGE WITH NO-GRADIENT JET

PROJEKT ŁADUNKU KUMULACYJNEGO Z ZEROWYM GRADIENTEM PRĘDKOŚCI STRUMIENIA

Christo CHRISTOV, Svetozar BOTEV, Rumen TODOROV

Defence Advanced Research Institute, ‘G.S. Rakovski’ Defence and Staff College, Sofia, Bulgaria
Wyższa Szkoła Wojskowa im. Rakowskiego, Sofia, Bułgaria

Abstract

The availability of a velocity gradient lengthwise of cumulative jet is the factor of decrease of operation performance of a shaped charge on defocused distances. If the velocity gradient can be decreased or got to zero then the charge performance of operating will be increased in a large distances from the target. This is advantage of a long-focus shaped charge.

It is possible to optimize charge operating with intent by usage of different profiles for part of the charge. The flat-radial Orlenko-Stanukovitz’s schema for simulation of a cumulative action allows contacting between geometry of charge elements and their mechanical performances. The solution of a problem for optimized element of a charge is reduced to determination of a profile of a surface of this element, at the given performances and profiles of other elements. In result it also is the Cauchy problem for a differential equation.

The utilization of such problem takes place at designing of new ammunition at geometrical limitations for its construction. The ‘external’ limitations are a cylindrical profile of the shell in artillery ammunition for example. The ‘internal’ limitation is technological conical liner of the cumulative charge.

Streszczenie

Założenie o niezależności prędkości wkładki kumulacyjnej pod działaniem produktów detonacji jest tworzone na podstawie schematu działania ładunku kumulacyjnego Orlenko-Stankowicza.

Problem Cauchy’ego dla zwykłego równania różniczkowego formułowany jest względnie dla nieznanej funkcji geometrycznej ładunku kumulacyjnego.

Rozwiązanie tego równania pozwala na skonstruowanie technologicznego profilu wkładki kumulacyjnej dla danego profilu cylindrycznego obudowy wypełnionej ładunkiem

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Radosław TRĘBIŃSKI (Military University of Technology, Warsaw)

TECHNOLOGICAL POLYMER-METAL FRANGIBLE BULLETS INVESTIGATION

BADANIA TECHNOLOGICZNE FRAGMENTUJĄCYCH POCISKÓW POLIMEROWO-METALOWYCH

Andrzej DĘBSKI, Jacek JANISZEWSKI, Łukasz KALINOWSKI

Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland
Instytut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Abstract

With the advent of modern hostage rescue tactics in the 1970s and 1980s, the military and police agencies began to look for ways to minimize overpenetration risks. One widely accepted solution was the frangible round, also known as the AET (Advanced Energy Transfer) round. Frangible ammunition is relatively recent development in bullets, presenting a departure from the standard projectiles in use for both range shooting and personal protection. Frangible rounds are available in a wide array of pistol calibre, but due to the relatively high velocities of the rifle rounds, frangible ammunition is much less effective in rifles. Frangible rounds are designed to break apart when they hit walls or other hard surfaces to prevent ricochets during close-quarters combat or training shooting. This behaviour of frangible bullets maximizes the round's transfer of energy to the object and minimizes the chances that pieces of the bullet will exit the object at dangerous velocities. Each of the small fragments quickly loses any energy and therefore poses very little danger to any secondary targets. This means that frangible bullets can be shot at target all the way up to muzzle contacts without any worries that the bullet or case will ricochet and potentially hurt either the shooter or other.

Frangible bullets have been designed for a number of applications. Primarily they are used in training exercises to reduce lead hazards on firing ranges. Frangible ammo is ideal for marksmanship training for both indoor and outdoor ranges, tactical team training, close-in engagement of metal targets and specialized service use. As such, it is the safest full-power training ammo for police and military shooters, civilian range owners and casual shooters.

Frangible bullets are not made from a lead projectile covered with a copper jacket, but are composites of hybrid materials either pressed together at high pressure or glued together with polymer binder. Powder metallurgy techniques have been mostly used to produce non-toxic frangible rounds. These methods ensure obtainment of metal-matrix composite that has properties very similar to those of lead. Bullets are fabricated from mixtures of powdered metals (tungsten, copper, iron, zinc, tin etc.) that are simply pressed at room temperature to produce a high-density material. No heat treating or sintering is necessary to achieve densities and mechanical properties similar to those of lead and its alloys. Bullets can be pressed directly to shape, or “slugs” can be produced that can be swaged into projectiles, with or without jacketing.

Among various approaches of frangible bullet manufacturing, polymer-metal compound technique has been especially developed. The initial bullet material represents a mixture consisted of fine metal powder and thermoplastic (nylon, polyester) or thermosetting resin (phenolic) which is compacted and formed by compression moulding or injection moulding.

The low cost bullet made in accordance with above technology have as close as possible mass and accuracy to that of compatibility sized conventional ammunition and can be loaded in ammunition having an ordinary brass casing.

Because this type of frangible ammunition is perspective and more and more popular therefore polymer-metal composite bullets are the object of present paper.

The results of technological and ballistic investigations with low toxicity frangible polymer-compound bullets are reported in this paper. It was found that composite bullets made from copper powder and thermosetting phenol resin as polymerized matrix have sufficient ballistic performance to provide shooting on 25 m distance and they break up into very small pieces upon contact with 1 mm steel plate.

In conclusion we would like to sum up this paper showing two general conclusions, which were drawn during these described experiments. Firstly, metal-polymer composite material made from copper powder and thermosetting phenol resin is satisfied for use in training frangible ammunition. Secondly, it seems to us that this type of training ammunition is relatively cheap and can be produced by polish arms industry and from Polish raw materials.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań technologicznych i balistycznych, które dotyczyły pocisków fragmentujących wykonanych z kompozytu polimerowo-proszkowego. Stwierdzono, że pociski wykonane z mieszanki zawierającej proszek miedzi oraz fenolową żywicę termoutwardzalną pełniącą rolę lepiszcza posiadają wystarczające właściwości balistyczne do prowadzenia treningu strzeleckiego na dystansie 25 m. Ponadto, pociski te wykazują wysoką zdolność do fragmentacji po uderzeniu w płytę stalową o grubości 1 mm.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Maciej BOSSAK (Warsaw University of Technology, Warsaw)

**LOADING STEEL AND LAMINATED FABRIC PLATES
BY BLAST WAVE AND FRAGMENT IMPACT****OBCIĄŻANIE PŁYT STALOWYCH I LAMINATOWYCH FALĄ
PODMUCHOWĄ I ODŁAMKIEM****Waldemar A. TRZCIŃSKI, Stanisław CUDZIŁO, Radosław TRĘBIŃSKI**

Military University of Technology, Warsaw, Poland

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, Polska

Abstract

Laminated fabrics are an important part of modern armours of light ground vehicles. Fabrics stop low velocity bullets and fragments directly. When used as a part of multilayered armour, they can also stop higher velocity projectiles. For light combat vehicles, blast land mines of medium-explosive weight and grenades represent a considerable threat. In this case, protective capability of fabric armour depends on dynamic mechanical properties of fabrics and their ability to dissipate energy. An experimental investigation was undertaken in order to study the behaviour of laminated fabric and steel plates when subjected to impulsive load and fragment impact. Fully clamped rectangular plates were loaded by the blast wave generated due to explosion of TNT charges and by a steel fragment accelerated by the explosion products. The velocities of steel fragments and blast wave impulses were estimated experimentally and theoretically.

The results of investigation of reaction of the laminate-steel structures to blast wave and projectile impact can be used in optimisation of multilayered armours for light ground vehicles. Moreover, they can be useful in the validation of numerical models applied in the simulation of the dynamic behaviour of laminated composite plates subjected to shock loading and shell impact.

Streszczenie

Zaproponowano metodykę badania reakcji osłon balistycznych na działanie fali podmuchowej oraz pocisku. Układ badawczy umożliwia obciążenie płyt stalowych i laminatowych impulsem ciśnienia oraz pociskiem o charakterystykach zbliżonych do obciążenia lekkiego pojazdu po wybuchu granatu. Do rejestracji procesu oddziaływania fali podmuchowej oraz przebijania osłony pociskiem zastosowano technikę rentgenografii impulsowej. W pracy podjęto próbę zbadania reakcji dwuwarstwowego układu blacha stalowa-płyta laminatowa na działanie fali podmuchowej oraz podążającego za nią pocisku. W sposób teoretyczny oszacowano charakterystyki fali podmuchowej i prędkość miotanego pocisku. Dokonano analizy otrzymanych wyników doświadczalnych.

Wyniki badań mogą być podstawą doboru rodzaju i parametrów wielowarstwowych osłon balistycznych dla lekkich pojazdów wojskowych. Ponadto mogą zostać również wykorzystane do weryfikacji modeli teoretycznych stosowanych do numerycznego badania reakcji osłon na działanie fali podmuchowej i odłamków.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Adam WIŚNIEWSKI (Military Institute of Armament Technology,
Zielonka)

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE BEHAVIOUR OF A STEEL PLATE UNDER BLAST WAVE LOAD AND MISSILE IMPACT

NUMERYCZNE BADANIE ZACHOWANIA SIĘ PŁYTY STALOWEJ PO OBCIĄŻENIU FALĄ PODMUCHOWĄ I POCISKIEM

Vladislav ADAMÍK*, Waldemar A. TRZCIŃSKI**

*University of Pardubice, Institute of Energetic Materials, Pardubice, Czech Republic
Uniwersytet w Pardubicach, Instytut Materiałów Wysokoenergetycznych, Pardubice, Czechy

** Military University of Technology, Warsaw, Poland
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, Polska

Abstract

The paper deals with numerical 3D simulation, through the code LS-DYNA, of the effects caused by air blast waves generated by cylindrical TNT on a fully clamped rectangular plate made of steel. Moreover, the effects of generated missile impact on the plate are taken into account. The numerical simulation presented hereafter is based on a new numerical approach: ALE multi-material method implemented in LS-DYNA, Version 970. Firstly, the constitutive models of the LS-DYNA, regarding the air, TNT explosive, steel plate material, and missile steel material used for simulations, are presented. Consequently, numerical 3D ALE models used for the simulations are characterized.

The main output results of the simulations are presented. From the results, it follows that the numerical simulations using ALE multi-material approach implemented in LS-DYNA code are very powerful and capable to described main process phenomena even if the demands on HW (hardware) computer resources are very great.

Conclusions

The ALE multi-material numerical method implemented in LS-DYNA was applied for a quite complex experimental problem: determination of blast air wave and connected missile effects on steel plates.

Numerical results and observations for single steel plate were presented and discussed. From the results, it follows that the numerical simulations using ALE multi-material approach implemented in LS-DYNA code are very powerful and capable to described main process phenomena even if the demands on the HW computer resources are very great.

By this approach it is possible to respect, **at the same time**, air blast wave dynamics, missile dynamics, gas detonation products expansion and mixture with the surrounding air, plate dynamics, and plate perforation and missile penetration.

Further possible research should regard mainly numerical mesh modelling. Namely, the volume of the TNT charge considered was very small respect to the system dimensions and therefore the Eulerian mesh used had to be finer near the centre and bottom of the system. The mesh for the charge and missile had to be fine in order to reproduce exactly the missile velocity, initial charge expansion, and plate perforation and missile penetration.

This fact had a great impact on the accuracy of the numerical simulations. On one side, the mesh used enabled to compute real missile velocity, on the other hand non-regular mesh was not exact for fluid dynamics (non exact fluid transport terms calculation through the Eulerian mesh) and therefore it could influence plate dynamics before the missile impact.

For that reason, more regular mesh will be used in the future with the scope to evaluate its influence mainly on missile final velocity and on the plate dynamics.

In the meantime, the application of the same ALE model is under development for steel-laminated fabric plates and for steel-steel plates. Preliminary results show that the model is capable to respect main process phenomena.

Streszczenie

Wykorzystując kod LS DYNA, wykonano trójwymiarową symulację i zbadano reakcję sztywno umocowanej, prostokątnej płyty stalowej na obciążenie falą podmuchową generowaną detonacją ładunku trotylu. Zbadano również skutki uderzenia w płytę stalowego pocisku napędzanego produktami detonacji. W pracy przedstawiono zastosowane modele konstytutywne dla stali, powietrza i produktów detonacji. Szczegółowo omówiono sposób modelowania zjawiska oddziaływania fali podmuchowej i pocisku na płytę. Dzięki zastosowanej technice ALE (*Arbitrary Lagrangian-Eulerian approach*) możliwe było jednoczesne modelowanie takich złożonych zjawisk jak ekspansja produktów detonacji, propagacja fali podmuchowej, napędzanie pocisku, dynamiczna reakcja płyty stalowej i perforacja płyty.

Przedstawiono podstawowe wyniki badań numerycznych. Na ich podstawie można stwierdzić, że zastosowana w LS DYNA metoda ALE stanowi silne i skuteczne narzędzie do numerycznej symulacji złożonych zjawisk dynamicznych, nawet jeśli wymagania odnośnie sprzętu komputerowego są bardzo wysokie.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Radosław TRĘBIŃSKI (Military University of Technology, Warsaw)

EXPLOSIVE MIXTURES BASED ON TATP: AN INTRODUCTION TO THE RELATION BETWEEN THE THERMAL REACTIVITY AND THE PERFORMANCE

MIESZANINY WYBUCHOWE ZAWIERAJĄCE TATP: WPROWADZENIE DO ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY REAKTYWNOŚCIĄ TERMICZNĄ I CHARAKTERYSTYKAMI ENERGETYCZNYMI

Robert MATYÁŠ, Cécile BARTEL, Svatopluk ZEMAN

Institute of Energetic Materials, University of Pardubice, Czech Republic

Instytut materiałów Wybuchowych, Uniwersytet w Pardubicach, Czechy

Abstract

We used non-isothermal differential thermal analysis (DTA) under atmospheric air to determine the thermal stability and measurements in ballistic mortar for the performance of mixtures of triacetone triperoxide (TATP) with ammonium nitrate (AN) and water (W). The modified Kissinger method is used for evaluation of the corresponding DTA results. The slope $E \cdot R^{-1}$ of the Kissinger relationship is taken as a characteristic of the mixtures thermal reactivity. A relation seems to exist between the $E \cdot R^{-1}$ values and performance of the given mixtures. The TATP/AN mixtures, whose content of water is about 20 wt. %, can have a performance close to dynamites. This publication is a first step in the study of the properties of mixtures based on TATP-AN-W. The presented results made themselves an attractive worthwhile.

Streszczenie

Badano mieszaniny trinitratu triacetonu (TATP) z azotanem amonu (AA) i wodą (W). Dynamiczną, różnicową analizę termiczną (DTA) wykorzystano do określenia stabilności termicznej, a wahałko balistyczne do pomiaru zdolności do wykonania pracy tych materiałów wybuchowych. Wyniki pomiarów DTA analizowano wykorzystując zmodyfikowaną metodę Kissingera. Współczynnik kierunkowy zależności Kissingera $E \cdot R^{-1}$ wykorzystano jako parametr charakteryzujący reaktywność termiczną badanych mieszanin.

Stwierdzono występowanie związku pomiędzy wartością $E \cdot R^{-1}$ i zdolnością do wykonania pracy. Mieszaniny TATP/AA/W zawierające ok. 20% wody mają charakterystyki energetyczne porównywalne z dynamitami. Niniejsza praca stanowi pierwszy krok w badaniach właściwości mieszanin TATP/AA/W. Prezentowane wyniki potwierdzają, że te materiały wybuchowe są godne uwagi.

Reviewer

dr hab. inż. Stanisław CUDZIŁO (Military University of Technology, Warsaw)

ISTOTA MODERNIZACJI EKSPLOATACJI DZIAŁEK LOTNICZYCH

THE ESSENCE OF THE AIRCRAFT'S CANNON SERVICE MODERNIZATION

Zdzisław IDZIASZEK, Eugeniusz OLEARCZUK, Sławomir PIECHNA

Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Działka lotnicze należą do obiektów technicznych, w których występuje różnorodna i intensywna dynamika zjawisk zużyciowych zarówno w trakcie ich użytkowania jak i obsługi. Są one złożonymi obiektami technicznymi (złożonymi ze względu na strukturę niezawodnościową a nie liczbę elementów, – choć 150 do 300 elementów w przypadku elementów mechanicznych nie jest wcale małą liczbą).

W artykule przedstawiono główne elementy modernizacji systemu eksploatacji działek lotniczych. Modernizacja systemu eksploatacji została wymuszona koniecznością eksploatacji działek lotniczych po wyczerpaniu ресурсu nadanego przez producenta w związku z brakiem możliwości zakupu nowych działek danego typu. Modernizacja oparta została na wprowadzeniu do istniejącego systemu elementów zbierania i przetwarzania informacji diagnostycznej. Wymagało to wprowadzenia takich elementów jak: systemu zbierania i zapisu danych diagnostycznych (przyrządy pomiarowe, metodyki pomiarów, książka działka i program bazodanowy „baza działek”), metodyk określania i prognozowania trwałości i niezawodności wybranych elementów i całego działka, nowego opisu przepływu informacji i zadań organizacyjno-zarządczych, metodyk badań teoretyczno-doświadczalnych i weryfikacyjnych. Sensowność wprowadzenia takich elementów oparto na dokonanych wstępnych analizach i weryfikacjach opracowanych metod, z których wynika, że dla eksploatacji w warunkach szkolenia obciążenia działek lotniczych i ich części są mniejsze niż dla norm bojowych, dla których przyjęto obowiązujący dotychczas system eksploatacji.

Proponowane rozwiązania modernizacyjne są zgodne z pojawiającymi się na świecie rozwiązaniami stosowanymi dla obiektów o długotrwałej eksploatacji. Dotyczy to (zgodnie z najnowszą literaturą amerykańską, japońską i rosyjską) prawie wszystkich systemów i obiektów, których czas życia w eksploatacji przekracza 10 lat. Dla takich obiektów należy dostosować zakres i czasokres obsług w zależności od ich stanów technicznych, a w przypadku ich pogorszenia się wprowadzać dodatkowe badania weryfikujące i obsługi.

Istotą modernizacji jest wprowadzenie takich zmian w systemie eksploatacji działek lotniczych, które umożliwiłyby w sposób niezawodny i bezpieczny realizować ich eksploatację przy zwiększonym ресурсie lub przyjęciu strategii eksploatacji wg stanu technicznego.

Do podstawowych nowowprowadzonych elementów w ramach modernizacji należy zaliczyć:

- indywidualną książkę działka,
- program bazodanowy „baza działek” z wbudowanymi metodami oceny trwałości, wyliczania resursu itd.,
- nowe algorytmy do liczenia (indywidualnie do każdego działka) resursu,
- pomiar wydłużenia komór naboju,
- możliwość dopasowywania części zmiennych z innych działek,
- wprowadzenie obowiązku cyklicznej analizy danych diagnostycznych w systemie, wrywkowych trwałościowych badań poligonowych a na tej podstawie dokonywania oceny niezawodnościowo-trwałościowej systemu,
- wprowadzenie obowiązku badań metodą analizy balistycznej i dynamicznej działek przeznaczonych na części zapasowe.

Abstract

Main thesis of service system modernization of aircraft's cannon has been presented in this paper. The modernization of service was motivated by necessity of cannon using after service life (specific by producer) and lack of purchase possibility. The modernization based on insert of systems data gathering and processing of diagnostic information. Hence, new system require insert such elements as: measuring instrument, measuring methods, cannon's book, data base "cannons base", durability forecast methods and reliability of chosen cannon's elements and whole cannon, new describe of information flow, management task, methods of experimental and theoretical investigation and verification investigation. As a result of carried out analysis authors affirmed that aircraft's cannon loading in training condition is lower than in combat condition and that is why the modernization is sensible and necessary.

Conclusions

The essence of the modernisation is introduce changes into service in this way so that service's process will be safety and reliable and service life will be longer or change service according to service life into service according to technical state.

The main new elements of the service system are:

- individual cannon's book;
- data base program "cannons book";
- new algorithms of service life calculation (for each cannon separately);
- measurement of cartridge chamber extension;
- possibility of matching spare parts from another cannon;
- cyclical analysis of diagnostic data, random testing ground investigation and system durability evaluation;
- bring into effect ballistic and dynamic analysis of cannons destined for spare parts.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE ZARZĄDZANIA EKSPLOATACJĄ**COMPUTER AIDED MAINTENANCE MANAGEMENT****Zdzisław IDZIASZEK, Eugeniusz OLEARCZUK, Sławomir PIECHNA**

Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

W pracy przedstawiono próbę rozwiązania zadania informatyzacji procesu zarządzania eksploatacją obiektów technicznych. Zwrócono uwagę na trudności z identyfikacją potrzeby wspomagania informatycznego eksploatacji. Zaproponowano zastosowanie systemu zarządzania bazą danych Access 2000 i języka programowania Delphi 6 do budowy komputerowego systemu zbierania danych i wyznaczania trwałości działek lotniczych w zmodernizowanym systemie ich eksploatacji. Opracowano model logiczny danych oraz zaimplementowano przykład aplikacji bazodanowej. Wykonane analizy problemu budowy informatycznych systemów zarządzania eksploatacją obiektów technicznych wraz z przykładem budowy aplikacji bazy danych, lokalnej LBD i centralnej CBD, z wykorzystaniem systemu zarządzania bazą danych Access i języka programowania Delphi dowiodły celowości wyboru takich narzędzi informatyki dla realizacji zamierzonego celu..

Prototyp „bazy działek” został opracowany w 2005 roku i we wrześniu 2005 roku był prezentowany, przez autorów, potencjalnym użytkownikom oraz przekazany do wstępnej eksploatacji. Kolejny etap wdrażania realizowany będzie w latach 2006 i 2007. A w nim: do listopada 2006 roku, jednostki organizacyjne wojsk lotniczych zostaną wyposażone w sprzęt i niezbędne oprogramowanie wraz z kolejną wersją „bazy działek” oraz rozpoczęty zostanie etap wprowadzania danych do LBD. Na podstawie zgromadzonych danych z LBD w II kwartale 2007 roku opracowane zostaną nowe algorytmy przetwarzania informacji ISZEOT na szczeblu centralnym, czyli opracowane zostanie oprogramowanie CBD.

Abstract

In this paper an attempt to solve the task of application of information technology techniques to the process of technical objects exploitation management is presented. Attention was paid to difficulties in identifying a necessity for computer aid in exploitation. To build an aircraft cannons data acquisition and durability prediction with modernized exploitation approach computer system the usage of relational database management system Microsoft Access and Delphi 6 programming language was proposed. The logical model was formulated and an example database application was implemented.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Wiesław SOBIERAJ (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

CAPABILITIES OF THE ZPL-20 AIR CANNON GUNNERY AND COMPARISON OF ITS FIRE EFFECTIVITY WITH OTHER CHOSEN AIR CANNONS

MOŻLIWOŚCI DZIAŁKA LOTNICZEGO ZPL-20 I PORÓWNANIE JEGO EFEKTYWNOŚCI OGNIOWEJ Z NIEKTÓRYMI INNYMI DZIAŁKAMI LOTNICZYMI

Miroslav JANOŠEK

Air Force Department, Defence University, Brno, Czech Republic
Wydział Sił Powietrznych, Akademia Obrony, Brno, Czechy

Abstract

The construction of L-159 aircraft comes out of a successful aerodynamic configuration of L-39/59 aircraft family together with a modern turbofan engine, advanced avionics and detection systems. The aircraft's armament represents a broad spectre of ordnance, which can be carried on seven pylons with maximum payload of 2 340 kg. The armament encompasses cannons, guided and unguided missiles and bombs. With regard to the determination of the aircraft, it is the air-to-ground ordnance that is essential. The 20mm cannon is an important part of the armament. We will concentrate on it later on.

The aircraft cannon ZPL-20 works on principle of high rate of fire with two associated gun-points and with locked breech chambers for projectile in the barrel. Special avionics electronics allows to fire either using high rate of fire of 2600+50 minute for air targets or low rate of fire of 700+50 minute usually for ground targets with a possible option of time of the burst, i. e. 20 or 50 shots or no limits when needed.

The article concentrates on the development of ZPL-20 air cannon for L-159 ALCA aircraft, and on its capabilities, while the emphasis is laid on the ammunition used and on comparison of the value of a single burst impulse with other air cannons in use. The conclusion comprises a comparison of chosen air cannons in term of their fire effectivity on a ground target at a single two-second burst.

Streszczenie

Różnorodność uzbrojenie samolotu L-159 wynika z jego szerokiego spektrum możliwości transportowych przenoszenia max. ładunku 2340 kg na siedmiu pylonach. Uzbrojenie samolotu to działka, bomby oraz kierowane i niekierowane pociski rakietowe. Omawiane 20 mm działko ZPL-20 jest bardzo ważną częścią tego uzbrojenia. Umożliwia strzelanie do celów powietrznych z szybkostrzelnością ok. 2600 strzałów/minutę lub do celów naziemnych z szybkostrzelnością ok. 700 strzałów/minutę przy możliwości ograniczenia serii strzałów do 20 lub 50. W artykule omówiono możliwości działka ZPL-20 oraz porównano jego efektywność z innymi działkami lotniczymi.

Reviewer:

dr hab. inż. Stanisław WRZESIŃ (Warsaw University of Technology, Warsaw)

**METODA OCENY POTENCJAŁU MASZYN
INŻYNIERYJNO-DROGOWYCH
Z WYKORZYSTANIEM WZORCA FUNKCJONALNEGO**

**THE ASSESSMENT METHOD OF ARMoured ENGINEER VEHICLES
POTENTIAL USING FUNCTIONAL EXEMPLAR**

Franciszek KUCZMARSKI*, Marian J. ŁOPATKA**

* Instytut Budowy Maszyn, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Mechanical Engineering, Military University of Technology, Warsaw, Poland

** Instytut Logistyki, Systemów Dowodzenia i Wsparcia, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Logistics, Support and Command Systems, Military University of Technology,
Warsaw, Poland

Streszczenie

Zmieniające się warunki prowadzenia działań bojowych oraz spektrum realizowanych zadań inżynierskich powodują konieczność oceny przydatności posiadanego sprzętu oraz jego potencjału. Ocena ta może stanowić merytoryczną podstawę decyzji o modernizacji sprzętu lub jego zastąpieniu wyposażeniem nowej generacji. Jedną z grup sprzętu wymagającą pilnej oceny są maszyny inżyniersko-drogowe, ponieważ ich koncepcję i założenia taktyczno-techniczne opracowano zgodnie z nieaktualnymi obecnie doktrynami.

Standardowe metody oceny, są w tym przypadku zawodne ponieważ nie pozwalają na uwzględnienie dużego zróżnicowania rozwiązań konstrukcyjnych, zapewniających realizowanie tych samych funkcji. Problem ten dotyczy wszystkich maszyn wielofunkcyjnych i wielozadaniowych. Ich przydatność, przystosowanie i zdolności do realizacji poszczególnych zadań można określić mianem potencjału. W zależności od analizowanego aspektu możliwości technicznych sprzętu można wyróżnić :

- potencjał roboczy – określający techniczne możliwości realizacji analizowanej grupy prac (uwzględniając niezbędny poziom opancerzenia);
- potencjał użytkowy – określający techniczne możliwości realizacji prac z uwzględnieniem mobilności sprzętu (w strefie taktycznej - możliwości samodzielnego dotarcia na miejsce realizacji zadań, w strefie operacyjnej - ujmującej jego podatność transportową);
- potencjał eksploatacyjny - określający techniczne możliwości realizacji prac z uwzględnieniem mobilności sprzętu, opancerzenia oraz stopnia gotowości technicznej – ujmującego niezawodność sprzętu, jego podatność obsługową, dostępność części zamiennych, itp.

Pełna ocena maszyny wymaga zatem określenia jej potencjału roboczego, mobilności oraz charakterystycznego dla konstrukcji stopnia gotowości technicznej. Wszystkie te cechy i zdolności są silnie uzależnione od terenowych i klimatycznych warunków realizacji zadań.

Z uwagi na sytuację geopolityczną należy dążyć do zapewnienia wysokiej efektywności pracy :

- w terenie zurbanizowanym – gdzie pojazdy poruszają się po nawierzchniach utwardzonych i mogą występować zawały gruzowe i z płyt betonowych oraz wraki pojazdów ograniczające możliwości ruchu;
- w terenie leśnym (w tym dżungla) – gdzie mogą występować zawały z pni oraz podłoża gliniaste o dużej wilgotności i niskiej przyczepności;
- w terenie upraw rolnych – gdzie po opadach podłoże ma bardzo niską nośność oraz występują bardzo wysokie opory skrętu;
- w terenie piaszczysto-pustynnym – gdzie występują podłoża o niskiej nośności i dużych oporach ruchu oraz wysokie zapylenie;
- w terenie górzystym – gdzie występują duże pochylenia wzdłużne i poprzeczne, a podłoże może być mieszkanką glin i skał;
- w terenie zaśnieżonym lub oblodzonym – gdzie może występować znaczna grubość pokrywy śnieżnej lub lodowej, a przyczepność do podłoża (zwłaszcza poprzeczna) jest relatywnie niska.

W referacie przedstawiono propozycję metody szacowania przydatności maszyn wielozadaniowych za pomocą oceny ich potencjału przez porównywanie z wzorcem. Metodę przystosowano do oceny maszyn inżynieryjno-drogowych oraz zdefiniowano wzorzec maszyny biorąc pod uwagę zdolności do realizacji zadań z zakresu zabezpieczenia drogowego, torowania oraz wykonywania niszczeń.

Siły Zbrojne RP dysponują obecnie dwoma typami maszyn inżynieryjno-drogowych – spycharką szybkobieżną BAT-1M oraz maszyną MID. Ich konstrukcje powstały odpowiednio w latach 50-tych oraz 80-tych i znacznie odbiegają od opracowanego wzorca. Ponieważ nie odzwierciedlają dominujących obecnie tendencji i wymagań - wynikających z przewidywanego charakteru działań bojowych, niezbędna jest ocena ich przydatności oraz określenie ewentualnego racjonalnego zakresu modernizacji przestarzałej konstrukcji maszyny BAT. Opracowany system umożliwia precyzyjną ocenę ich aktualnego potencjału oraz po wprowadzeniu zmian modernizacyjnych. Odnosząc tak uzyskaną ocenę do kosztów zakupu (lub ewentualnej modernizacji), uzyskuje się wiarygodne narzędzie do oceny ogólnej efektywności takich urządzeń.

Abstract

In this paper the method of estimating operational potential of multipurpose equipment using comparison to functional exemplar is described. This method is adapted to assessment of armoured engineer vehicles and theoretical exemplar of such equipment is worked out.

Conclusion

The worked out method is universal and useful for assessment of operational potential for all multipurpose equipment and adopted assessment system is sharp and clear and not cause the trouble for experts. Moreover, in this system the main features for operational possibility of equipment are automatically multiplicated. It enabling assessment of existing equipment and after modernization in different configuration too.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

**POSSIBILITIES OF SOLUTION OF BALANCED AND UNBALANCED
DISTRIBUTION TASKS BY MEANS OF THE VOGEL'S
APPROXIMATION METHOD**

**MOŻLIWOŚCI ROZWIĄZANIA ZADAŃ ZRÓWNOWAŻONEGO
I NIEZRÓWNOWAŻONEGO ROZKŁADU DOSTAW ZA POMOCĄ
METODY APROKSYMACYJNEJ VOGEL'A**

Milan JOZEFÉK, Peter LIPTÁK

Faculty of Special Technology, Alexander Dubcek University of Trencin, Slovak Republic
Wydział Technologii Specjalnych, Uniwersytet Trenczyński, Trenczyn, Słowacja

Abstract

Specific kind of common tasks of linear programming are distribution tasks. Distribution tasks can be solved using common method of linear programming, i. e. using Simplex method. Considering that the matrix of coefficients of linear limits contains a large number of zero elements, it is also quite large for simple distribution tasks and therefore not very effective for use. So, for practical solving of distribution tasks it is suitable to use substantially simpler methods. There are a lot of methods for solving distribution tasks of linear programming (Northwest-corner method, index method, method of row and column minima, Vogel's approximation method and others). These methods provide only basic starting solution.

The paper deals with the possibilities of solving distribution tasks using Vogel's approximation method. It shows practical using of this method on concrete examples. It refers to its assets and possibilities of using it in different fields. The paper also points out the possibilities of solving unbalanced distribution tasks preferring particular user or supplier.

Streszczenie

Artykuł podejmuje problematykę możliwości rozwiązania zadań rozkładu z wykorzystaniem metody aproksymacyjnej Vogel'a. Pokazano praktyczne zastosowanie tej metody na konkretnych przykładach. Wykazano również jej zalety i możliwości w innych zastosowaniach. W artykule wskazano również na możliwości rozwiązania zadań zrównoważonego i niezrównoważonego rozkładu ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb użytkownika lub dostawcy (w zastosowaniu do sprzętu wojskowego).

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof SIBILSKI (Air Force Institute of Technology, Warsaw)

ZASTOSOWANIE MODELOWANIA I SYMULACJI DO BADANIA ORAZ WERYFIKACJI PARAMETRÓW TECHNICZNYCH I EKSPLOATACYJNYCH DZIAŁKA LOTNICZEGO

APPLICATION OF MODELLING AND SIMULATION FOR STUDY AND VERIFICATION TECHNICAL AND MAINTENANCE PARAMETERS OF AIRCRAFT'S CANNON

Tadeusz FORYSZEWSKI, Zdzisław IDZIASZEK, Michał JASZTAŁ

Instytut Techniki Lotniczej, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Aviation Technology, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Bardzo istotnym zagadnieniem występującym w praktyce eksploatacyjnej jest ocena poprawności pracy obiektu technicznego (np. działka lotniczego). Stosowane metody oceny obiektu wg stanu technicznego wymuszają konieczność poszukiwania parametrów technicznych, które w sposób kompleksowy umożliwiłyby ocenę stanu tego obiektu określając zdolność lub niezdatność do pracy.

W poszukiwaniu i wyborze parametrów diagnostycznych występują dwa główne problemy; pierwszy związany z minimalizacją kosztów sprawdzeń, a drugi związany z odpowiednim wyborem parametrów pod kątem ich zdolności do jednoznacznego określenia stanu całego obiektu. Należy przyłożyć również jak największe starania, co do właściwego określenia przedziału dopuszczalnych wartości danego parametru diagnostycznego.

Ocenę stanu technicznego obiektu można podzielić na trzy podstawowe zakresy:

- I – dotyczy oceny organoleptycznej,
- II - dotyczy oceny kinematycznej,
- III - dotyczy oceny dynamiki pracy oraz zmian parametrów w czasie.

W tym artykule zajęto się trzecim etapem, który dla działek lotniczych (w realiach polskich) nie był dotąd rozpatrywany. Potrzeba jego uwzględnienia wynika z zakresu wdrożenia zmodernizowanego systemu eksploatacji działek lotniczych realizowanego w latach 2006-2007 w lotnictwie polskich Sił Zbrojnych.

W artykule przedstawiono i omówiono zarys metody budowy i badania modelu symulacyjnego mechanizmów wybranego działka lotniczego. Metoda umożliwia pozyskiwanie danych o wybranych parametrach technicznych i eksploatacyjnych badanego działka w celu weryfikacji oraz uzupełnienia informacji zawartych w opisie technicznym broni dostarczonym przez producenta. Pozyskanie tego typu danych może być również przydatne do oceny trwałości całkowitej i resztkowej działek lotniczych wg wcześniej opracowanych metod. Na wstępie określone zostały założenia dotyczące metody modelowania badanego mechanizmu oraz zakresu prowadzonych symulacji. Na tej podstawie dokonano wyboru środowiska modelowania oraz środowiska obliczeniowego, które umożliwia prowadzenie analizy kinematycznej jak i dynamicznej mechanizmów działka w założonym zakresie.

Pokazano specyfikę metody tworzenia modelu obiektu jak i prowadzenia badań symulacyjnych w wybranym środowisku modelowania i obliczeniowym. Zaprezentowano również przykład wykorzystania metody tworzenia i badania modeli symulacyjnych dla działka lotniczego. Podany przykład zrealizowano przy użyciu oprogramowania SolidEdge oraz visualNastran.

Abstract

Create and study simulation model of mechanical assembly of selected aircraft's cannon has been presented in this paper. The method makes possible to obtain technical and maintenance parameters in order to verification and complete information included in technical description of cannon. Authors in introduction present assumption about modelling method and range of simulation. On the basis of assumption was selected modelling and simulation environment. Paper include description method of create model and study cannon's mechanism in chosen environment. Example of verification the method of creates and study simulation model was carried out for 30mm aircraft's cannon NR-30. The study was carried out with use of Solid Edge CAD (Computer Aided Design) software designed for part and assembly modelling. Furthermore authors made use of visual Nastran 4D Desktop CAE (Computer Aided Engineering) software designed for kinematics, dynamic and stress analyses.

The main effect of this study is methodology of modelling and simulation aircraft cannon's mechanism. Presented example of 30mm aircraft cannon NR-30 analysis gives us following conclusions:

- 1) CAD Software used for cannon modelling enables to do very accurate element's models.
- 2) Presented methodology give possibility to take into consideration factor, which in reality cause destruction of cannon and threaten personnel security.
- 3) Used CAD/CAE software is perfectly suitable for kinematical and dynamical analysis of mechanisms cannon NR-30.
- 4) Carried out methodology is characterized by possibility of change with ease model and simulation's parameters.
- 5) Analysis of results, which we can receive, with use of presented method presents one of the most important stages for work out operation principles of aircraft's cannons according to technical state.

. Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Wiesław SOBIERAJ (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

PROJEKTOWANIE MAŁOKALIBROWEJ BRONI STRZELECKIEJ Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA (RAPID PROTOTYPING)

DESIGN PROCESS OF WEAPONS WITH USING RAPID PROTOTYPING TECHNOLOGY

Jan BIS, Mirosław ZAHOR, Paweł PŁATEK

Instytut Techniki Uzbrojenia, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology

Streszczenie

Obecnie coraz częściej klient zwraca uwagę na pewne czynniki, które w przemyśle zbrojeniowym często były zaniedbywane takie jak: ergonomiczność, czyli dopasowanie broni do antropometrycznych, fizjologicznych i psychofizycznych uwarunkowań użytkownika, estetykę wykonania. Aby móc sprostać pojawiającym się wymaganiom należy poszukiwać nowych rozwiązań w innych wiodących gałęziach przemysłu. Okazuje się bowiem iż, korzystanie na etapie projektowania tylko z rozbudowanych systemów CAX staje się powoli niewystarczalne.

W referacie przedstawiono projekt małokalibrowego pistoletu maszynowego oraz metodę zastosowaną do opracowania modelu przedprototypowego. Projekt został wykonany zgodnie z panującymi obecnie trendami w dziedzinie broni strzeleckiej. Do jego realizacji wykorzystano specjalistyczne narzędzie jakim jest program Solid Works 2005. Technika szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping) została wykorzystana do opracowania modelu rzeczywistego służącego do zweryfikowania poprawności wykonania poszczególnych komponentów broni oraz wykrycia ewentualnych kolizji, które na wczesnym etapie rozwoju produktu można jeszcze wyeliminować. Zastosowanie powyższej techniki pozwala za znaczne skrócenie czasu wytwarzania prototypu broni oraz zmniejszenie kosztów związanych z jej wykonaniem.

Abstract

This paper presents project of small-calibre submachine gun and method used to prepare its prototype. Project was carried out in accordance with contemporary tendencies, which obligate in weapon industry. Program Solid Works 2005 was used to prepare the virtual model. Process of creating the real model was conducted by Rapid Prototyping method. Real model was made in plastic. It was used to check the quality of parts and theirs assemblies. Thanks the real model eventually collisions could be eliminated in early stage of product development. Application of Rapid Prototyping technology in building the prototype model leads to reduction costs and time.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**WPLYW DODATKU RENU DO METALI CIĘŻKICH W-Ni-Fe NA ICH
UMOCNIENIE PRZEZ ZGNIOT****INFLUENCE OF THE RHENIUM ADDITION INTO HEAVY METALS ON
THEIR STRENGTHENING BY COLD WORK**

**Jan PIĘTASZEWSKI, Jerzy MICHAŁOWSKI, Marcin MICHAŁOWSKI
Edward WŁODARCZYK**

Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Umocnienie metali przez zgmiot jest skutkiem ich odkształcenia plastycznego na zimno (poniżej temperatury rekrytalizacji), wyrażające się przyrostem wartości naprężenia uplastyczniającego oraz właściwości mechanicznych i twardości. W strukturze umocnionych metali występuje wzrost gęstości dyslokacji, zmiana położenia płaszczyzn poślizgu i dodatkowo oddziaływanie naprężeń pomiędzy różnie zorientowanymi poszczególnymi ziarnami. Umocnienie przez zgmiot z reguły wywołuje pogorszenie właściwości plastycznych. W opisach literaturowych, wykres zależności naprężenia uplastyczniającego od zastępczego odkształcenia plastycznego jest nazywany uogólnioną krzywą umocnienia. Jednakże, równie często krzywymi umocnienia określa się wykresy zależności właściwości mechanicznych ($R_{0,05}$; $R_{0,2}$; R_e ; R_m) i twardości od wielkości całkowitego odkształcenia w procesach obróbki plastycznej na zimno np. od ubytku przekroju.

Wymienione zmiany właściwości spowodowane odkształceniem plastycznym i przyjęta metodyka oceny ich skutków dotyczą także metali ciężkich (spieków ciężkich) z osnową wolframową (WHA). Efekty obróbki plastycznej na zimno tych metali, przedstawione w różnych publikacjach wskazują, że również w tym przypadku wzrastają właściwości mechaniczne i twardość a pogarsza się wyrażnie plastyczność.

W zastosowaniu na niektóre rdzenie pocisków przeciwpancernych (o dużej smukłości $L/D > 30$) osiągane wartości właściwości mechanicznych a szczególnie granicy plastyczności R_e i wytrzymałości na rozciąganie R_m są często niewystarczające. Dlatego na świecie rozwijane są intensywnie różne kierunki badań, których podstawowym celem jest dalsze zwiększanie właściwości metali WHA i tym samym wzrost skuteczności przebijania coraz doskonalszych pancerzy wozów bojowych.

Jednym z kilku takich kierunków są badania dotyczące wprowadzania zmian w składzie chemicznym metali ciężkich, przez stosowanie niekonwencjonalnych dodatków stopowych. Do takich dodatków zalicza się: tytan, niob, cyrkon, mangan, lantan, tantal, molibden i ren. W Wojskowej Akademii Technicznej na Wydziale Mechatroniki, realizowane są od 2001 roku badania zmierzające do opracowania technologii wytwarzania metali ciężkich W-Ni-Fe z różną zawartością renu. W 2004 roku tematykę tę rozszerzono o badania obróbki plastycznej na zimno wymienionych materiałów. Powyższe projekty badawcze są ściśle związane z wykorzystaniem metali W-Ni-Fe-Re na rdzenie pocisków przeciwpancernych podkalibrowych.

W referacie przedstawiono wybrane wyniki badań dotyczące wpływu dodatku renu do metali ciężkich W-Ni-Fe na ich umocnienie przez zgniot. Badane metale o składach 87%W-7%Ni-3%Fe-3%Re, 85%W-7%Ni-3%Fe-5%Re i 80%W-7%Ni-3%Fe-10%Re wytworzone techniką metalurgii proszków poddano procesom obróbki plastycznej na zimno metodą kucia rotacyjnego (młotowania) na kowarce. Podczas procesów młotowania zastosowano zgniot w zakresie od 5 do 23% bez wyżarzania rekrytalizującego. W wyniku przeprowadzonych badań wyznaczono krzywe umocnienia oraz określono zmiany niektórych elementów mikrostruktury obrobionych plastycznie metali..

Abstract

In the paper, there have been presented chosen results of researches concerning the infliction of the rhenium addition into heavy metals of the W-Ni-Fe type on their strengthening by cold work. Examined metals consisting of 87%W-7%Ni-3%Fe-3%Re, 85%W-7%Ni-3%Fe-5%Re and 80%W-7%Ni-3%Fe-10%Re manufactured by powder metallurgy technique were submitted of processes of cold plastic forming with the rotational hammering method. During hammering processes, there were implied cold work between 5% and 23% without recrystallizing. As results, curves of strengthening as functions of cold work degree were drawn. Also changes of some elements of the plastically formed metals microstructure were determined.

Conclusions

Results of the researches that have been presented and described in the paper allow formulating following conclusions:

1. Heavy metals (W-Ni-Fe) to which were incorporated 3, 5 and 10% additions of rhenium, submitted of processes of cold hammering, underwent significant strengthening.
2. The value of strengthening depends on the rhenium addition and the degree of plastic strain of the examined metals.
3. The additions of rhenium used in researches allowed carrying of hammering processes of metals with maximum compressing degree of 23%. In metals with the rhenium addition of 10% permissible compressing degree was 15%. Above mentioned cold work values of strengthening of metals and especially the increase in their hardness was as great and extreme that further plastic working without recrystallizing inflicted in cracking of formed metals.
4. Obtained hitherto results indicate that in strengthening of heavy metals submitted of hammering the dominant role plays strengthening of tungsten – rhenium grains.
5. Recognition of reasons of probable lack of strengthening of the plastic binder phase during hammering demands detached researches concerning the subject.

Recenzent:

dr hab. inż. Jan MATERNIAK (Politechnika Poznańska, Poznań)

**BADANIA STRUKTURY KOMPOZYTÓW WOLFRAMOWYCH
ODKSZTAŁCONYCH Z DUŻYMI PRĘDKOŚCIAMI****THE STUDY OF THE STRUCTURE OF TUNGSTEN COMPOSITES
AFTER HIGH SPEED DEFORMATION****Mieczysław KACZOROWSKI, Zbigniew LUDYŃSKI, Mirosław RAFALSKI**

Zakład Mechaniki i Technik Uzbrojenia, Instytut Mechaniki i Konstrukcji

Politechnika Warszawska

Division of Mechanics and Armament Technology, Institute of Mechanics and Design,

Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Wyroby z wolframowych stopów ciężkich (WSC), z uwagi na wysoką temperaturę topnienia wolframu, są zwykle wytwarzane metodą metalurgii proszków. W metodzie tej odpowiednie ilości proszków wolframu, niklu, żelaza oraz kobaltu i ewentualnie innych składników są prasowane w matrycy lub izostatycznie, a następnie spiekane, często z udziałem fazy ciekłej. Rezultatem takiego sposobu wytwarzania jest specyficzna mikrostruktura, którą stanowią ziarna wolframu o wielkości rzędu 30 - 40 μm rozmieszczone w osnowie będącej stopem W-Ni-Co(Fe). Taka mikrostruktura jest powodem, iż wolframowe stopy ciężkie są często zwane kompozytami wolframowymi. Jednym spośród licznych zastosowań WSC są rdzenie pocisków zarówno przeciwpancernych jak i przeciwlotniczych. Rdzenie te różnią się zarówno składem chemicznym jak i mikrostrukturą, która determinuje ich własności użytkowe i przeznaczenie.

W niniejszej pracy skoncentrowano się na kompozytach wolframowych przeznaczonych na rdzenie pocisków przeciwpancernych, od których wymaga się wysokich własności wytrzymałościowych i możliwe dużej udarności. Te cechy są niezbędne dla zapewnienia odpowiedniej głębokości penetracji płyt pancernych stanowiących zabezpieczenie wozów bojowych. Cecha ta jest też funkcją jeszcze jednej właściwości materiałów stosowanych na rdzenie pocisków, jaką jest zdolność do samoostrzenia. Taką właściwość mają rdzenie ze zubożonego uranu, których zastosowanie z wiadomych względów, jest ograniczane.

Przedstawiono wyniki badań rdzeni z kompozytów wolframowych po penetracji przez nie płyty stalowej. Badania strukturalne przeprowadzono za pomocą konwencjonalnej metalografii jak również transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM) z wykorzystaniem techniki cienkich folii. Obserwacje mikroskopowe zostały uzupełnione pomiarami zmian mikrotwardości w funkcji odległości od powierzchni zewnętrznej rdzenia. Wyniki badań makroskopowych ujawniły dobrze znany efekt tzw. „grzybkowania” rdzeni wykonanych z wolframowych stopów ciężkich, które jest rezultatem braku efektu samoostrzenia występującego w pociskach z rdzeniami ze zubożonego uranu.

Podczas penetracji płyty stalowej, rdzenie z kompozytu wolframowego doznają silnego odkształcenia plastycznego, wskutek którego, mikrostruktura przypowierzchniowych warstw rdzenia przybiera postać niemal włóknistą. Została ona doskonale udokumentowana za pośrednictwem obserwacji metalograficznych.

Wnikliwe obserwacje cienkich folii w TEM sugerują, iż odkształcenie plastyczne dokonywały się przede wszystkim za pośrednictwem tworzenia pasm ścinania bez lub z małym udziałem poślizgu dyslokacji, przynajmniej w obszarze będącym przedmiotem niniejszych badań. Dowodzi tego raczej przeciętna gęstość dyslokacji. Jakkolwiek ocena gęstości dyslokacji nie była przedmiotem badań ilościowych tym niemniej przeprowadzone obserwacje wskazują, że gęstość dyslokacji nie była większa niż w materiałach po niewielkim odkształceniu plastycznym. Nieliczne, ze względów instrumentalnych, obserwacje struktury ziaren wolframu w TEM wykazały występowanie w nich dyslokacyjnej struktury komórkowej. Zdaniem autorów, występowanie wydłużonych komórek dyslokacyjnych w ziarnach wolframu, choć nie wyklucza ich odkształcania z udziałem adiabatycznych pasm ścinania tym niemniej, z wielu względów jest mało prawdopodobne. Z kolei, na podstawie obserwacji struktury w TEM można dojść do przekonania, iż odkształcenie plastyczne osnowy kompozytu przebiegające z bardzo dużą prędkością podczas penetracji przez rdzeń płyty stalowej jest realizowane za pośrednictwem wąskich pasm ścinania. Za takim twierdzeniem przemawia geometria oraz specyficzny kontrast, a właściwie jego brak, wewnątrz obszarów zawartych między liniami równoległymi stanowiącymi granice pasm.

Abstract

The results of the studies of tungsten heavy alloys projectiles after steel plate penetration were presented. The structure investigations were conducted using both conventional metallography and transmission electron microscopy (TEM) where thin foils technique was used. The microscopy observations were supplemented with hardness measurements as a function of distance from the tungsten core outer surface. It was concluded, that very large plastic deformation observed close to the other surface of the core, which was realized with extremely high deformation rate proceeded thorough very localized shear bands. The very high plastic deformation was reflected with hardness increase reaching the level of 500 μHV_{100} , decreasing into the centre of the core.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**OPRACOWANIE PODSTAW TECHNOLOGII PRODUKCJI W KRAJU
KADŁUBÓW ARTYLERYJSKICH POCISKÓW
ODŁAMKOWO – BURZĄCYCH DUŻYCH KALIBRÓW
(do 155 mm), SPEŁNIAJĄCYCH WYMAGANIA NATO**

**DEVELOPMENT OF DOMESTIC TECHNOLOGY FOR PRODUCTION
OF THE HIGH-EXPLOSIVE ARTILLERY SHELLS OF THE BIG
CALIBRE (UP TO 155 mm), MEETING NATO REQUIREMENTS**

Jerzy STĘPIEŃ*, Lech STARCZEWSKI**

*Instytut Metalurgii Żelaza, Gliwice

Institute for Ferrous Metallurgy, Gliwice, Poland

** Instytut Techniki Pancерnej i Samochodowej, Sulejówek

Institute of Armour & Automotive Technology, Sulejówek, Poland

Streszczenie

Prezentowany referat został opracowany na podstawie wyników badań projektu własnego nr PB 0T00C 007 25 pt.: „Opracowanie podstaw technologii produkcji w kraju kadłubów artyleryjskich pocisków odłamkowo – burzących dużych kalibrów (do 155mm), spełniających wymagania NATO” (2005 r.), wykonanego na zlecenie Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz na podstawie badań uzupełniających wykonanych w IMŻ w 2006 r.

Celem badań było określenie wpływu konstrukcji, składu chemicznego stali i obróbki cieplnej kadłubów (skorup) pocisku polegającej na hartowaniu i odpuszczaniu w zakresie kruchości odpuszczania na fragmentację.

Podstawą realizacji tego celu było opracowanie nowego gatunku stali i podstaw technologii wytwarzania z niej nowoczesnych pocisków odłamkowo – burzących, oznaczonych w nomenklaturze zachodniej symbolem HE (high explosive), spełniających standardy NATO w zakresie wymagań na kadłuby pocisków artyleryjskich kalibru 155mm. Istota założonego celu badań wynikała z różnic wymagań dla nowej stali, która w lufie armato–haubicy kal. 155 mm podlega większym o ok. 20% obciążeniom mechanicznym (ciśnienie w lufie jest bliskie 400 MPa, prędkość początkowa pocisku ponad 950 m/s). Ponadto stosowanie materiałów wybuchowych o wyższej wydajności energetycznej (większej prędkości spalania) dla osiągnięcia właściwego efektu niszczenia (fala nadciśnienia) wymaga stosowania na korpusy pocisków stali o podwyższonych właściwościach mechanicznych przy zachowaniu lub poprawieniu efektu fragmentacji kadłuba w odniesieniu do dotychczas uzyskiwanego dla stali 45H1 i S60 w pociskach kalibru 122 i 152 mm posiadających znacznie mniejszy stosunek długości do kalibru [l/d].

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu konstrukcji kadłubów (korpusów), składu chemicznego i parametrów obróbki cieplnej stali przeznaczonych na skorupy pocisków artyleryjskich kalibru 155mm. W ramach pracy wykonano wytopy modelowych stali, z których wykonano skorupy. Dla skorup wykonanych z modelowych stali wyznaczono parametry ulepszania cieplnego na podstawie badań strukturalnych przemian fazowych, krzywych hartowności i badań właściwości mechanicznych. Na skorupach z modelowych stali przeprowadzono badania fragmentacji.

Wykonano również badania porównawcze na obecnie stosowanych w kraju skorupach ze stali 45H1. Na podstawie wyników badań wyznaczono skład chemiczny stali na skorupy pocisków artyleryjskich, które fragmentują podczas wybuchu identycznie jak stal amerykańska, a ich właściwości mechaniczne spełniającymi standardy NATO i są wyższe niż dotychczas stosowane w kraju skorupy ze stali 45H1. Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Zbadane w pracy skorupy ze stali MOD1, MOD2, 41H40 i 45H1 fragmentują w podobny sposób jak odpowiednie stale stosowane w NATO przeznaczone na skorupy dla wyższych ciśnień wystrzału (powyżej 400 MPa).
2. Tylko skorupy pocisków artyleryjskich ze stali MOD1 i amerykańskiej 41H40, oprócz tego że fragmentują w podobny sposób jak odpowiednie stale stosowane w NATO, to posiadają właściwości mechaniczne spełniające standardy NATO i są wyższe niż wykazują dotychczas stosowane w kraju skorupy ze stali 45H1.
3. Właściwości spełniające standardy NATO obowiązujące dla skorup stosowanych dla wyższych ciśnień wystrzału uzyskuje się w skorupach z nowo opracowanej stali MOD1 po obróbce cieplnej ulepszania polegającej na hartowaniu w oleju z temperatury 850 °C i odpuszczaniu w temperaturze 520 °C, tj.: R_e : min 1000 MPa i R_m : min 1200 MPa.

Abstract

The paper presents results of investigation on influence of shell construction, chemical compositions and quenching and tempering parameters of the high explosive (HE) artillery shells of the calibre up to 155 mm. In this work heats of model steels were cast, of which of HE shells made were. Quenching and tempering parameters on the base of structural transformations, hardening curves and mechanical properties were developed. Investigations on HE shells made of model steels by the spallation method were carried out. For comparison investigations of shells made of 45H1 steel, which is currently applied in domestic production was made. On the base of the investigations the chemical composition of steel used for the HE shells, which is spalling in the same way as an American steel was determined and new steel has been developed mechanical properties meeting requirements of NATO and having higher properties than shells made of 45H1 steel. Properties characterizing new developed steel allow using it at higher pressure than it is possible currently.

Conclusions

1. The shells made of the MOD1, MOD2, 41H40 and 45H1 steels have the same spallation characteristics as steels used in NATO, which are used for pressure higher than 400 MPa.
2. Only shells made of the MOD1 and 41H40 steels have mechanical properties meeting requirements of NATO.
3. The properties meeting requirements of NATO, R_e : min 1000 MPa and R_m : min 1200 MPa, have HE shells of the MOD1 steel after heat treatment comprising quenching from 850 °C in oil and tempering at 520 °C.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**MODELOWANIE LEPKOPLASTYCZNYCH WŁAŚCIWOŚCI SPIEKÓW
CIĘŻKICH W-Ni-Fe DLA RÓŻNYCH SZYBKOŚCI ODKSZTAŁCENIA****MODELLING OF VISCOPLASTIC PROPERTIES W-Ni-Fe HEAVY
METAL ALLOYS FOR VARIOUS STRAIN RATE****Leopold KRUSZKA *, Tomasz MAJEWSKI ***** Instytut Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Civil Engineering and Geodesy, Military University of Technology, Warsaw, Poland** Instytut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Badania zachowania się materiałów przy wysokich szybkościach deformacji mają duże znaczenie dla rozwiązywania problemów balistycznych, związanych np. z penetracją pancerza. Dokładne rozwiązania tych zagadnień przy pomocy metod numerycznych wymagają znajomości równań konstytutywnych materiałów. Równania te nawet w uproszczonej formie zawierają kilka lub kilkanaście parametrów, które należy określić doświadczalnie. Określenie ich wartości, zwłaszcza dla wysokich prędkości deformacji, np. powyżej 10^4 s^{-1} , stanowi poważny problem eksperymentalny.

Ze względu na praktyczne potrzeby rozwoju technologii, jak również poznawcze rozszerzenie wiedzy, badania doświadczalne mechanicznych właściwości materiałów konstrukcyjnych, w tym dla potrzeb techniki uzbrojenia, prowadzone są w szerokim zakresie szybkości deformacji od 10^{-6} s^{-1} nawet do 10^7 s^{-1} . Jak wynika z dotychczasowych badań eksperymentalnych, dla większości metali i stopów metali różnice w zachowaniu się podczas deformacji quasistatycznej i dynamicznej są tak wyraźne, że nie można stosować wyników badań quasistatycznych do analizy zjawisk i rozwiązywania problemów dynamicznych, tzn. zachodzących przy szybkości odkształcenia powyżej od 10^2 s^{-1} .

Podstawową eksperymentalną metodą pozwalającą określić lepkoplastyczne właściwości materiałów w zakresie szybkości deformacji $10^2 \text{ s}^{-1} < \dot{\epsilon} < 10^4 \text{ s}^{-1}$ jest metoda zmodyfikowanego pręta Hopkinsona (SHPB - Split Hopkinson pressure bar). Metodą zmodyfikowanego pręta Hopkinsona można prowadzić badania realizując próbę ściskania, a także próby rozciągania i skręcania. W metodzie tej próbka umieszczona pomiędzy dwoma sprężystymi prętami poddana jest deformacji poprzez oddziaływanie sprężystej, wzdłużnej fali naprężenia wywołanej i propagującej w prętach. Należy podkreślić, że ze względu na występujące w próbkach rozciąganych i skręcanych zjawisko lokalizacji odkształcenia najwyższe szybkości osiągnięte dotychczas w badaniach na rozciąganie i skręcanie wynoszą około 10^4 s^{-1} . Szybkości odkształcenia wyższe od 10^4 s^{-1} uzyskano w badaniach na ściskanie metodą pręta Hopkinsona z wykorzystaniem bezpośredniego uderzenia pręta obciążającego w badaną próbkę materiału. Jak więc wynika z literatury najwyższa szybkość odkształcenia, jaką osiągnęto w przeprowadzonych dotychczas badaniach różnych materiałów konstrukcyjnych metodą pręta Hopkinsona, wynosiła około $5 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$.

Powyższą klasyczną metodą pręta Hopkinsona, z wykorzystaniem jednego i dwóch prętów pomiarowych, zbadano spiek ciężki 90W-7Ni-3Fe wytworzony przy zastosowaniu trzech wariantów technologii wytwarzania: metoda konwencjonalną oraz rezystancyjną. Walcowe próbki oznaczone (w zależności od wariantu procesu wytwarzania) A, B i C poddane były prostemu (jednoosiowemu) dynamicznemu ścisaniu w zakresie szybkości odkształcenia $5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1} < \dot{\varepsilon} < 2 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$.

Wykonano także quasistatyczne ścisanie walcowych próbek tych spieków przy szybkości odkształcenia 10^{-3} s^{-1} oraz dynamiczne przy szybkości odkształcenia rzędu $5 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$. Otrzymano w ten sposób eksperymentalne krzywe naprężenie-odkształcenie, które następnie uproszczono do tzw. biliniowych zależności materiału lepkoplastycznego z liniowym wzmocnieniem plastycznym. W niniejszym referacie, wyznaczono parametry mechanicznego równania stanu, z uwzględnieniem równoczesnego wpływu odkształcenia i szybkości odkształcenia, dla zbadanych spieków ciężkich oparte na fizykalnym prawie L. E. Malverna dla zagadnień jednoosiowych, w której odkształcenia sprężyste są pominięte w porównaniu z odkształceniami niesprężystymi (plastycznymi).

Abstract

Viscoplastic properties of three variants W-Ni-Fe sintered hard alloys are determined within wide range of strain rates from 10^{-3} s^{-1} to $2 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$. For this purpose dynamic yield criterion for one-axis compression is used assuming the elastic/viscoplastic model of material with linear plastic hardening. For different strain rates laws, i.e. linear, exponential and power ones, values of parameters of above criterion are evaluated using own results of static and dynamic testing.

Conclusions

Viscoplastic properties of three variants W-Ni-Fe sintered hard alloys are determined for various strain rates in the paper. For this purpose dynamic yield criterion for one-axis compression is used assuming the elastic/viscoplastic model of material with linear plastic hardening.

This relation has following form:

$\sigma^p = \sigma^p(\varepsilon^p, \dot{\varepsilon}) = [(\sigma_0 + E^p \varepsilon^p)][1 + \Phi^{-1}(\dot{\varepsilon}/\gamma^*)]$, where $\dot{\varepsilon} \approx \dot{\varepsilon}^p$. For different strain rates laws, i.e. linear, exponential and power ones, values of parameters of above criterion are evaluated, presented in Table 1, using own static and dynamic testing results of above materials.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**WYMRAŻANIE I WĘGLOAZOTOWANIE Z WYMRAŻANIEM
ELEMENTÓW BRONI STRZELECKIEJ****CRYOGENIC TREATMENT AND COMBINATION OF CRYOGENIC
TREATMENT WITH NITROCARBURIZING
OF SMALL ARMS ELEMENTS****Zbigniew ŁATAŚ, Aleksander CISKI, Tadeusz ŻÓLCIAK**

Zakład Obróbki Ciepłej, Instytut Mechaniki Precyzyjnej

Heat Treatment Department, Institute of Precision Mechanics, Warsaw, Poland

Streszczenie

Tradycyjne wymrażanie stali, przeprowadzane w temperaturach ok. -70°C w czasach zwykle do kilku godzin, stosuje się jako uzupełnienie oziębiania w hartowaniu w tym celu, aby nie kończyć przemiany martenzytycznej w temperaturze otoczenia, lecz kontynuować ją w niższych temperaturach, otrzymując w ten sposób struktury z większą ilością martenzytu w stosunku do szczątkowego austenitu, w wyniku czego podwyższa się twardość i zmieniają się inne własności mechaniczne i technologiczne oraz zwiększa się stabilność wymiarowa wyrobów ze stali albo też zmniejszają się w nich naprężenia wewnętrzne. Z uwagi na stosunkowo niedługi czas tradycyjnego wymrażania nazwano je w tym artykule wymrażaniem krótkookresowym.

Ostatnio rozpowszechnia się sposób wymrażania wyrobów z różnych materiałów, w tym także stali, któremu przypisuje się nie tylko oddziaływanie na przemianę martenzytyczną, lecz także uruchamianie innych mechanizmów zmieniających własności materiału. Wymrażanie tym sposobem jest przeprowadzane w temperaturach w zakresie $-170^{\circ}\text{C} \div -196^{\circ}\text{C}$ w czasach rzędu kilkudziesięciu godzin. Takie wymrażanie nazywano w tym artykule długookresowym. Ponadto, wymrażanie długookresowe charakteryzuje się powolnym i równomiernym zmrażaniem i odmrażaniem.

Po długookresowym wymrażaniu stali następującym bezpośrednio po hartowaniu przeprowadza się jeden, dwa lub trzy cykle odpuszczania w temperaturach i czasach normalnie stosowanych do gatunku stali i rodzaju oraz wielkości wyrobu, z normalnymi dla odpuszczania szybkościami nagrzewania i chłodzenia. Praktykowane jest też długookresowe wymrażanie wyrobów uprzednio typowo hartowanych i odpuszczonych, w tym także wyrobów już przez jakiś czas eksploatowanych. Po takim wymrażaniu następuje zwykle jednokrotne niskie odpuszczenie. Przeprowadzone badania sugerują, że przyczynami podwyższonych właściwości stali po długookresowym wymrażaniu są:

- powstały podczas wymrażania martenzyt, zachowujący się podczas odpuszczania jak martenzyt wysokowęglowy, zwiększający twardość wyrobu,
- pozostała, mimo wymrażania, niewielka ilość stabilnego austenitu szczątkowego zwiększająca udarność wyrobu,
- większa, niż podczas tradycyjnej obróbki, ilość bardzo drobnych i równomiernie rozłożonych węglików wydzielonych podczas odpuszczania. Węglik te trudniej

wykruszają się podczas pracy i zwiększają odporność na ścieranie podczas przeciążeń. Węgloazotowanie stali jest technologią znaną i stosowaną, natomiast w kombinacji z wymrażaniem długookresowym stanowi temat poznawczy.

W referacie przytoczono przykłady publikowanych wyników i własnych wstępnych badań długookresowego wymrażania w odniesieniu do broni strzeleckiej oraz zaprezentowano nową metodę fluidalno-gazowego węgloazotowania wewnętrznych powierzchni przewodów luf karabinu wz. 96 Beryl, połączoną z wymrażaniem. Przedstawiono wyniki badań metaloznawczych oraz pierwsze wyniki prób strzelania. Podano informacje o tradycyjnym i długookresowym wymrażaniu elementów broni, przeprowadzanym w specjalistycznej kriogenicznej wymrażarce, wykonywanym w Centrum Obróbki Ciepłej (COC) Instytutu Mechaniki Precyzyjnej (IMP) w Warszawie.

Abstract

In the paper, the traditional cold treatment of steel, usually performed for a couple of hours at approx. -70°C , is distinguished from more recent cryogenic treatment, performed for tens of hours at approx. -185°C . Mode of operation of cryogenic treatment and its impact on steel is presented, which includes the mechanism of cold treatment and an additional, special mechanism consisting in precipitation in steel of very fine carbides and/or occurrence of other, so far not fully explained, transformations resulting in enhanced use value of products. Examples of published and own results of cryogenic treatment are mentioned in respect to the small arms, also the new method of fluid-bed/gas nitrocarburizing of internal surfaces of 96 “Beryl” rifle barrel, combined with next cryogenic treatment, is presented. Results of the research work and the first results of the shooting tests are presented. Information is given on cold and cryogenic treatment of arms elements performed in a specialist cryogenic processor as an add-on to the other thermal and thermochemical treatments carried out at Heat Treatment Centre (COC), Institute of Precision Mechanics (IPM), Warsaw, Poland.

The new method of fluid-bed/gas nitrocarburizing with pre-oxidation of internal surfaces of pipe elements with small diameter and large length, combined with the cryogenic treatment was elaborated. This method can replace used up to now and environment-unfriendly cyanide case hardening or chromium electroplating process (used in “Beryl” rifle manufacturing process). Results of shooting tests, conducted with cryogenically treated Tantal and Beryl rifles, show small, but noticeable, increases of bullet velocity. Tests of rifle barrels subjected to thermal and thermochemical treatments carried out in IPM, show slight decrease of bullets velocity. This decrease can be explained by the changes of barrels diameters, connected with forming of carbonitrides in compound layer.

The research work financed by Polish Ministry of Science, carried out by IPM with participation of Weapon Factory “Łucznik” (shooting tests) and Institute of Electromechanics in MUT (assessment of barrels internal surfaces), should bring the complete, practical estimation of impact of cryogenic treatment and new nitrocarburizing method combined with cryogenic treatment, on a wear behaviour, accuracy and other parameters of small arms.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

BADANIA TECHNOLOGII OBRÓBKII PLASTYCZNEJ KOMPOZYTÓW WOLFRAMOWYCH

STUDY OF PLASTIC WORKING OF TUNGSTEN COMPOSITES

**Zenon HORUBALA, Mieczysław KACZOROWSKI, Zbigniew LUDYŃSKI,
Waldemar NOWAK, Mirosław RAFALSKI, Paweł SKOCZYŁAS**

Institut Mechaniki i Konstrukcji, Politechnika Warszawska
Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

W ramach wieloletnich prac przeprowadzono szerokie badania różnych metod obróbki plastycznej kompozytów wolframowych przeznaczonych na rdzenie pocisków podkalibrowych. Badaniami objęto następujące metody: walcowanie na walcach bruzdowej, wyciskanie hydrostatyczne, kucie na kowarce rotacyjnej oraz na kowarkach cztero-dźwigniowych. Opanowano procesy spiekania i obróbki cieplnej kompozytów wolframowych zapewniające możliwość ich obróbki plastycznej. Opracowano technologię produkcyjną obróbki plastycznej, metodą kucia prętów z kompozytów wolframowych w zakresie średnic 10-30 mm. Dzięki opanowaniu procesu kucia prętów uzyskano znaczny wzrost ich właściwości wytrzymałościowych z 850 MPa do 1600 MPa, przy jednoczesnym zwiększeniu twardości z 28 HRC do 43-45 HRC. Wykonano partię kilkudziesięciu prętów z kompozytów wolframowych W92,5NiFeCo przeznaczonych na rdzenie pocisków podkalibrowych kalibru 120 mm.

Abstract

During several years a wide studies of plastic working of heavy tungsten composites for subcaliber projectile cores were conducted. Many different deformation methods including rolling by shape mill, hydrostatic extrusion, forging on rotary swaging machine and four-lever arms machine were investigated. Processes of sintering and thermal treatment of tungsten composites, leading to the possibility of successful shaping by plastic deformation were implemented. The production technology of plastic working, by forging of tungsten composite rods (diameters in range of 10-30 mm) was developed. Successful implementation of rods forging led to significant increase of their mechanical properties (UTS increased from 850 to 1600 MPa), while hardness increased from 28 HRC to 43-45 HRC. In conclusion:

1. The production forging technology of tungsten composite rods obtain tensile strength more 1600 MPa was developed.
2. The rods of chemical constitution W92,5NiFe satisfy of technical requirements material for projectile subcaliber 120 mm.
3. Lot of some tungsten composite rods was transfer for military training ground tests.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**WPLYW STOSUNKU MASY KUL DO MASY PROSZKU ORAZ CZASU
MIESZANIA NA WYBRANE CHARAKTERYSTYKI
MIESZANKI W – Cu I WYPRASEK Z NIEJ WYKONANYCH**

**EFFECT OF THE BALL-TO-POWDER WEIGHT RATIO AND MIXING
TIME ON SELECTED CHARACTERISTICS OF THE W-CU MIXTURE
AND GREENS MADE FROM ITS**

Adam JACKOWSKI, Marek DĄBROWSKI

Institut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw

Streszczenie

W wielu krajach podjęto i zakończono sukcesem próby zastąpienia ołowiu w pociskach innymi materiałami. Stosowane są w nich metale, takie jak: wolfram, bizmut, tantal, miedź, żelazo, cyna, cynk i inne oraz ich stopy lub kompozyty. Wśród nich obiecujące są kompozyty zawierające wolfram i miedź (W – Cu). Do wytwarzania takich materiałów wykorzystuje się procesy metalurgii proszków. Uzyskanie spieku o gęstości odpowiadającej ołowiu a także jego jednorodności wymaga odpowiedniego przebiegu procesu przygotowania mieszanki proszkowej. Sposób oraz parametry homogenizacji mieszanki mają istotny wpływ na właściwości gotowych wyprasek. Jednak podawane w cytowanych źródłach dane są bardzo ogólne, wskazują jedynie na istotę problemu. W szczególności brak jest informacji dotyczących mieszanek proszkowych zawierających składniki o dużej rozpiętości gęstości oraz wymiarów cząstek.

W pracy przedstawiono wyniki badań procesu homogenizacji mieszanki proszkowej zawierającej 55% cz. wag. wolframu i 45% cz. wag. miedzi. Mieszanie proszków prowadzono w mieszalniku planetarnym w obecności kul. Zmiennymi parametrami badań były: stosunek masy kul do proszku (w), a mianowicie: 1:1; 5:1 i 10:1 oraz czas mieszania wynoszący 0,5; 2; 4; 6; 8; 10, 20 i 30 godzin. Na podstawie badań metalograficznych, dla danych udziałów kul do proszku oceniano stan mieszanki po kolejnych czasach jej mieszania. Oznaczano wartość średniej wartości umownej średnicy cząstek mieszanki proszkowej oraz gęstość wyprasek z niej wykonanych. Na podstawie obserwacji metalograficznych prowadzonych na zglądach wyprasek oceniano jednorodność rozkładu cząstek wolframu w osnowie miedzi. W wyniku badań stwierdzono, że gęstość wyprasek zależy od wartości współczynnika w i czasu mieszania. Zaobserwowano, że przebieg procesu ma charakter cykliczny objawiający się kolejnymi cyklami rozdrabniania i aglomeracji cząstek proszku. Zauważono także, że intensywność przebiegu tych zjawisk zależy wartości w . Także gęstość wyprasek jest funkcją czasu mieszania i wartości w – maleje wraz ze wzrostem obydwu parametrów. Badania jednorodności rozkładu cząstek wolframu wykazały, że wzrost wartości wymienionych wyżej parametrów badań ma istotny wpływ na mikrostrukturę wyprasek. Dla większych wartości w uzyskiwano równomierny rozkład cząstek wolframu w osnowie miedzi po krótszym czasie mieszania. Uzyskane rezultaty badań mogą być wykorzystane do doboru warunków mieszania w próbach technologicznych wytwarzania pocisków modelowych.

Abstract

The results of researches of homogenization powder composition containing 55% w/w of tungsten and 45% w/w of copper are presented in this paper. In planetary mill with balls the powders mixing was realised. Variable parameters of researches were: ball-to-powder weight ratio (w) namely: 1:1; 5:1 and 10:1 and mixing time namely 0.5; 2; 4; 6; 8; 10; 20 and 30 hours. The state of the mixture after following time of mixing for researched ball-to-powder weight ratio was estimated on basis metallographic investigations. Moreover, one determinate: average diameter of the particles of the powders mixture and density of the compacts.

On the basis metallography research carried out on metallographic specimens the homogeneity of the tungsten particles dispersion into copper matrix one estimated. The density of the greens depends on value of the w coefficient and time of powder mixing in result of the research it was found. The process course has a cyclic character with cycles of particles size reduction and next them agglomeration it was observed. The intensity of this effect depends on value w it was noticed, too. The density of the greens is time function of mixing and w value and it decreases together with increases these parameters, too. The increase of these parameters has significant effect on structural homogeneity of the greens it found research. In shorter mixing time the uniform dispersion of tungsten particles into copper matrix was obtained for greater values w . To selection of mixing condition in technological research and development of new bullets production obtained results can be used.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Edward WŁODARCZYK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

REGARDING THE FIRE EXTINGUISHING BALLISTIC SYSTEM

ROZWAŻANIA NA TEMAT BALISTYCZNEGO SYSTEMU DO GASZENIA OGNI

Titica VASILE, Doru SAFTA, Cristian BARBU
Military Technical Academy, Bucharest, Romania
Techniczna Akademia Wojskowa, Bukareszt, Rumunia

Abstract

There are many systems and procedures for extinguishing of fire. It is known that actual systems for extinguishing of fire are realized on the bases of principle of extinguishing of fire from exterior to interior of affected zone, acting gradually, at the beginning for limiting of this zone, then for diminution and finally for extinguishing of fire. The main disadvantages of extant systems for extinguishing of fire consist of their using only in neighbourhood of fire, affecting integrity of intervention personnel as well as only act from exterior to interior of affected zone, being impossible to act in zone with difficult positions (high levels or inside of buildings, mountain zone etc.). These disadvantages can be avoided by using a new system for extinguishing of fire. The new system for extinguishing of fire consists of launcher with one or many guidance tubes and anti-fire ballistic system. This system can be embarked on auto vehicles and helicopters, having many guidance tube or portable, having only one guidance tube.

In this paper are presented main aspects concerning new fire extinguishing system. The fire extinguishing system is a recoilless ballistic system. This new fire extinguishing system transports the charge for fire extinguishing inside of affected zone and can be used for distances of 10-450 m and elevations of approximately 150 m. The establishing of main magnitudes of ballistic designing was done by numerical simulation with the aid of interior ballistics software for such ballistic system.

Streszczenie

Istnieje wiele systemów gaszących pożar określonego obszaru terenu spoza strefy zajętej pożarem, jednakże proces gaszenia zwykle sprowadza się do następujących etapów: ograniczenie strefy pożaru, zminimalizowanie natężenia a następnie ugaszenie pożaru. Główną niedogodnością takiego systemu jest jednakże działanie w sąsiedztwie (na zewnątrz) strefy pożaru, bezpośrednie narażenia personelu na niebezpieczeństwo oraz zwykle brak możliwości działania wewnątrz strefy objętej pożarem. W artykule zaprezentowano balistyczny system do gaszenia pożaru składający się z jedno lub wieloprowadnicowej wyrzutni z której wystrzeliwuje się specjalistyczne „antypożarowe” pociski rakietowe. System ten może być montowany na pojazdach lub helikopterach i może być uruchamiany w odległości do 450 m od strefy pożaru. Zaprezentowano wyniki symulacji numerycznej ruchu dla wybranego elementu systemu.

Reviewer

Prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI (Military University of Technology, Warsaw)

**EXTRACTION OF THE MASS FRACTION OF THE BURNED
PROPELLANT AS A FUNCTION OF THE GAS PRESSURE MEASURED
INSIDE THE CLOSED BOMB****SPOSÓB WYZNACZENIA WZGLĘDNEJ CZĘŚCI SPALONEGO
ŁADUNKU PROCHOWEGO JAKO FUNKCJI ZMIERZONEGO W
TRAKCIE BADAŃ PIROSTATYCZNYCH CIŚNIENIA GAZÓW
PROCHOWYCH****Sorin GHEORGHIAN**Military Technical Academy, Bucharest, Romania
Techniczna Akademia Wojskowa, Bukareszt, Rumunia**Abstract**

During the burning, the mass fraction of burned propellant varies from 0 (the ignition) up to 1. The mass fraction is commonly used for linear burning rate calculation of the propellant. The calculation of the mass fraction as a function of gas pressure can be done using only the Noble-Abel equation of state, considering that gas temperature is constant and the heat loss is proportional with the pressure impulse. Further on, an improved model that considers the variation of the gas temperature is presented.

The mathematical model includes the modified Noble-Abel equation of state and the energy balance equation. The model accounts for the igniter and the air existing into the bomb before firing. The heat loss through the walls of the closed bomb is considered to be proportional to the gas pressure. A set of complete experimental data obtained for the M30 triple base propellant is presented to aid in the full understanding of the individual topics.

Streszczenie

Względna część spalonego ładunku prochowego ψ , definiowana jako stosunek spalonej (w danym czasie) masy prochu ω_{sp} do całkowitej masy prochu ω , zmienia się (w trakcie spalania prochu) od 0 do 1. Jej wyznaczenie jako funkcji ciśnienia gazów prochowych może zostać dokonane przy wykorzystaniu równania stanu gazów Noble-Abela zakładając, że temperatura gazów jest stała a straty ciepła są proporcjonalne do impulsu ciśnienia. Artykuł prezentuje model poprawiony obliczeń ψ , oparty na zmodyfikowanym równaniu stanu Noble-Abela i zmodyfikowanym bilansie energii. Model uwzględnia w obliczeniach obecność, w komorze manometrycznej przed spalaniem, zarówno zapłonika jak i powietrza a straty ciepła do ścianki komory traktowane są jako proporcjonalne do ciśnienia gazów. Zaprezentowano wyniki badań i analiz dla trójbazowego prochu M30.

Reviewer

Prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI (Military University of Technology, Warsaw)

CLOSED VESSEL TESTS: PART I - BURNING RATE DETERMINATION OF FINE-GRAINED PROPELLANT**BADANIA PIROSTATYCZNE: CZĘŚĆ I – WYZNACZENIE SZYBKOŚCI SPALANIA PROCHU DROBNOZIARNISTEGO****Zbigniew LECIEJEWSKI**Military University of Technology, Institute of Electromechanics, Warsaw, Poland
Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna**Abstract**

Engineering design process of gun is realised on the basis of input data partly providing by mathematical solution of the thermodynamic interior ballistic model with global parameters created for interior ballistic trajectory simulation of projectiles. To obtain a complete picture of the internal ballistic cycle, the burning rate law u (among the other things) to calculate the mass fraction burning rate of propellant is needed. In the case of geometric, regular shape of propellant grains with smooth surface S_1 and density δ the mass burning rate may be expressed as

$$\omega \cdot \frac{d\psi}{dt} = \delta \cdot S_1 \cdot \sigma(\psi) \cdot u(p, T_0)$$

The major assumptions used in internal ballistic (burning rate) analysis are:

1. The propellant gas mixture is described by the Noble-Abel equation of state;
2. Propellant grains are all of the same size and configuration;
3. All propellant grains are ignited uniformly, with all exposed surface areas of the grains having recessed by a small distance;
4. All exposed burning surfaces recede at a uniform rate, implying that all grains shrink symmetrically;
5. Decomposition of a unit mass of propellant always will liberate the same amount of energy, which heats product gases to the same temperatures

According to these assumptions the burning rate of propellant is determined from closed vessel tests. The burning rate law coefficients may be calculated on the basis of differentiation or integration of experimental pressure-time curve obtained from closed vessel testing.

A single base, fine-grained propellant was fired in closed vessel tests to determine its burning rate behaviour. In order to determine burning rate law coefficients the variations in mass of igniter material (black powder) at the same value of loading density were used. The rate of change of pressure and dynamic vivacity calculations obtained from closed vessel experiments let to understand the physics of the interaction of involved - from igniter material - energy with gun propellant and to report the influence of the phenomena on values of burning rate coefficients. Results of experimental investigations of the analysed single-base, fine-grained propellant and calculations show strong influence of kind of ignition method on burning rate calculation. The rate of change of pressure and dynamic vivacity calculations obtained from closed vessel experiments let to understand

the physics of the interaction of involved - from igniter material - energy with gun propellant and to report the influence of the phenomena on values of burning rate coefficients.

Black powder increase (at the same loading density) means better and better conditions of ignition process close to the theoretical, geometrical model of propellant burning and only then it is possible to determine the absolute burning rate.

The assumption that all propellant grains are ignited uniformly, with all exposed surface areas of the grains may be performed by a gaseous (for example: mixture CH₄-O₂) ignition system. The ignition mixture permits to treat ignition process of propellant according to presented above assumption and additionally permits to discriminate the combustion properties of two parts of the particles (in deterred propellants). This ignition method does not introduce additional influence on the combustion rate compared to the classical ignition by black powder.

Streszczenie

Proces projektowania uzbrojenia opiera się na danych wejściowych pozwalających rozwiązać problem główny balistyki wewnętrznej (zwykle w ujęciu termodynamicznym) przydatny m.in. do symulacji dynamiki ruchu pocisku wewnątrz lufy. Jedną z danych wejściowych jest zależna od ciśnienia szybkość $u(p)$ spalania prochu niezbędna do wyznaczenia równania dopływu gazów prochowych do przestrzeni zapociskowej lufy.

W przypadku ziaren prochowych o regularnych kształtach geometrycznych, gładkiej powierzchni S_l ziarna oraz gęstości δ masowa szybkość spalania określana jest z następującej zależności

$$\omega \cdot \frac{d\psi}{dt} = \delta \cdot S_l \cdot \sigma(\psi) \cdot u(p, T_0)$$

Podczas analiz balistycznych obowiązują założenia geometrycznego modelu spalania, a szybkość spalania jest wyznaczana na podstawie całkowania lub różniczkowania zarejestrowanej krzywej zmian ciśnienia podczas badań pirostatycznych.

W artykule zaprezentowano wyniki badań i analiz balistycznych dla prochu nitroleuluzowego o bardzo drobnych i nieregularnych geometrycznie ziarnach prochowych. Badania przeprowadzono dla jednej gęstości ładowania przy zastosowaniu systemów zapłonowych składających się z różnych mas prochu czarnego. Do analiz wykorzystano obliczenia szybkości zmian ciśnienia, współczynników prawa (liniowego i potęgowego) szybkości spalania oraz żywości prochu.

Wyniki badań i analiz wykazują, że zastosowanie do zapłonu coraz większych mas prochu czarnego (poza zakresem zalecanym w odpowiednich dokumentach normalizacyjnych) powoduje stworzenie warunków dla zapłonu i spalania prochu zbliżonych do modelu geometrycznego oraz do otrzymania tzw. absolutnej szybkości spalania. Wstępne analizy literaturowe wykazują, że podobne rezultaty można otrzymać stosując zapłon gazowy (np. mieszanina metanu i tlenu).

Reviewer

dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT (Military University of Technology, Warsaw)

CLOSED VESSEL TESTS: PART II - TEMPERATURE FACTOR DETERMINATION OF FINE-GRAINED PROPELLANT

BADANIA PIROSTATYCZNE: CZĘŚĆ II – WYZNACZENIE FUNKCJI TEMPERATUROWEJ PRAWA SZYBKOŚCI SPALANIA PROCHU DROBNOZIARNISTEGO

Zbigniew LECIEJEWSKI

Military University of Technology, Institute of Electromechanics, Warsaw, Poland
Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Abstract

To obtain a complete picture of the internal ballistic cycle (for engineering design process of propellant gun system) some experimental data are needed:

- the burning rate law u to calculate the mass fraction burning rate ψ of propellant,
- and the force f and the covolume α of propellant gases - to calculate the velocity V and the travel l of projectile, and the space-mean pressure p of propellant gases (pressure acting on the base of the projectile with mass m)

During interior ballistic analysis the force and the covolume - the coefficients of the Noble-Abel equation of state - are usually treated as constant and temperature invariant (or not large changeable) in wide temperature range of operating of weapon. Only burning rate of propellant is treated as temperature-dependent by variation of burning rate temperature factors:

- $f_1(t_0)$ according to the linear burning rate law

$$u = f_1(t_0) \cdot u_1 \cdot p$$

- or f_{BT} according to adjusted linear burning rate law

$$u = f_{BT} \cdot \beta \cdot p^n$$

Differences in ammunition ignition systems, like initial temperature level of propellant charge and operating wear of inner surface of a barrel, influence on pressure impulse of propellant gases (inside the barrel) during firing process. The value of pressure impulse decides on the muzzle velocity of a projectile and creates input data to determine projectile trajectory and its terminal ballistics parameters finally. Contemporary computer technology makes possible automatic fire control system creation based on solution of the closed equation system describing the motion of the projectile inside and out of the barrel, taking into consideration influence of different disturbances (including propellant charge temperature deviation).

A single base, fine-grained propellant was fired in closed vessel tests to determine its burning rate behaviour. In order to determine the temperature factor, some variations in initial temperature of charges at the same value of loading density were used. The temperature factor of propellant was calculated on the basis of measurements of pressure of propellant gases versus time in the closed vessel investigations. Closed vessel experiments are a good method of obtaining burning rate information for propellants.

Results of experimental investigations of analysed single-base propellant and calculations show influence of initial temperature of charge and kind of ignition method especially on burning rate. Together with increase (or decrease) of initial temperature of propellant and mass of igniter (involved energy) the burning rate of propellant increases (or decrease) too and therefore total combustion time is shorter (or longer). Additionally it was demonstrated that different ignition systems used in the closed vessel experiment could lead to differences in the temperature factors too. Expressive increase or decrease of burning rate coefficient and temperature factor is the reason of changes in pressure impulse (maximum pressure) and muzzle velocity, and finally is the reason of changes in projectile range.

It means that fired projectile will fly with other trajectory in summer and with other trajectory in winter. Therefore it should be modified – separately for every kind and type of propellant - the mathematical model of shooting by taking into consideration individual temperature factor.

Streszczenie

Rozwiązanie pełnego układu równań problemu głównego balistyki wewnętrznej broni lufowej wymaga m.in. znajomości wartości współczynników zastosowanego prawa szybkości spalania oraz charakterystyk energetycznych prochu w postaci siły prochu i kowolumenu (w przypadku zastosowania równania stanu gazów Noblego-Abela). Siła prochu i kowolumen zwykle są traktowane jako wielkości niezależne (lub słabo zależne) od temperatury początkowej prochu w odróżnieniu od szybkości spalania. Wpływ temperatury początkowej prochu na jego szybkość spalania uwzględnia się poprzez wprowadzenie funkcji temperaturowej do postaci prawa szybkości spalania:

- $f_1(t_0)$ w przypadku liniowego prawa szybkości spalania

$$u = f_1(t_0) \cdot u_1 \cdot p$$

- lub f_{BT} w przypadku potęgowej postaci prawa szybkości spalania (zgodnie ze STANAG 4367)

$$u = f_{BT} \cdot \beta \cdot p^n$$

W części I wykazano, że istotny wpływ na wyznaczenie szybkości spalania odgrywa zastosowany w badaniach pirostatycznych system zapłonowy, a szczególnie wielkość masy prochu czarnego, w przypadku zachowania stałej wartości gęstości ładowania. Prezentowany materiał dotyczy zadania wpływu różnych mas prochu czarnego na wyznaczenie funkcji temperaturowej w ślad za zaobserwowanym wpływem wielkości zapłonika na wyznaczenie szybkości spalania prochu. Kontynuowano badania drobnoziarnistego, nitocelulozowego prochu stosowanego do elaboracji amunicji strzeleckiej. W wyniku badań zaobserwowano wpływ stosowanego systemu zapłonowego na wyznaczenie wartości funkcji temperaturowej prawa szybkości spalania. Potwierdzenie tej zależności również dla innych gatunków prochu oznaczałoby konieczność weryfikacji dotychczasowej metody wyznaczania funkcji temperaturowej pod kątem jej indywidualizacji w zastosowaniu do konkretnego układu miotającego (zastosowanego układu zapłonowego).

Reviewer:

. dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT (Warsaw University of Technology, Warsaw)

BALLISTIC DESIGN OF HIGH-LOW PRESSURE LAUNCHING SYSTEMS

PROJEKTOWANIE BALISTYCZNE DWUKOMOROWYCH UKŁADÓW MIOTAJĄCYCH

Przemysław KUPIDURA, Mirosław ZAHOR

Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland
Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Abstract

The main characteristics of high-low pressure launching system, which are crucial for interior ballistics process can be divided into: constructional parameters (masses and dimensions) and powder properties. As most important for interior ballistics of high-low pressure launching systems, following parameters can be assumed:

constructional parameters:

- combustion chamber volume W_I ;
- expansion chamber volume W_{II} ;
- propellant mass ω ;
- projectile mass m_p ;
- barrel bore cross section area S ;
- projectile travel length in bore l_w ;
- total flow holes cross section area F_o ;

powder properties:

- impetus f ;
- co-volume in the Nobel-Abel equation α ;
- adiabatic exponent of powder gases k ;
- the form of burning formula and its factor (factors) value;
- values characterising shape and dimensions of powder grain;

moreover, significant influence on interior ballistics process can be also provide by:

- diaphragm perforation pressure p_{sc} , which depends on diaphragm's material, its thickness and flow holes cross section area;
- forcing pressure p_0 .

The influence of main characteristics of high-low pressure launching system on its interior ballistics performance is analysed in this paper. Ballistic computations were provided with original computer code solving equations of internal ballistics problem. In order to determine the influence of individual high-low pressure launching system parameters on its ballistic properties, the comprehensive calculations (simulations) were undertaken, using an original mathematical model. The following ballistic properties were taken into consideration: maximum pressures in combustion and expansion chambers ($p_{I_{max}}$ and $p_{II_{max}}$), muzzle velocity (v_w) and time of shot process lasting (t_w), since ignition to moment when projectile passes barrel muzzle

Basing on conducted wide range simulations of high-low pressure launching system, the main rules of its characteristic influence on ballistic performances were found. Analyses results let, among others, to formulate following conclusions:

- for analysed argument intervals, the crucial influence on muzzle velocity v_w was noticed for propellant mass ω and projectile mass m_p ; others regarded parameters act secondary roles;
- for appropriate loading conditions, the maximum pressure in combustion chamber p_{lmax} is the same as the diaphragm perforation pressure p_{sc} . This situation takes place, when mass rate of out flow exceeds the mass rate of inflow, after diaphragm perforation. This effect can be important during high-low pressure launching systems design process.

Streszczenie

Podczas projektowania dwukomorowych układów miotających należy uwzględnić szereg parametrów takich jak: objętości komór spalania i rozprężania, masy ładunku miotającego i pocisku, pole przekroju poprzecznego lufy i jej długość, powierzchnię otworów przepływowych, charakterystyki fizyko-chemiczne prochu oraz ciśnień ścinania perforacji i forsowania. W niniejszej pracy przeprowadzono analizę wpływu najważniejszych z wymienionych czynników na charakterystyki balistyczne strzału, wykorzystując symulację komputerową. Przedstawiono wpływ względnych zmian badanych parametrów (masy ładunku miotającego, objętości komory rozprężania, ciśnienia forsowania, masy pocisku, długości części prowadzącej przewodu lufy, ciśnienia ścinania, średnicy otworów przepływowych i grubości warstwy palnej ziaren prochowych) na ciśnienia maksymalne w komorach spalania i rozprężania oraz prędkość wylotową pocisku, w odniesieniu do odpowiednich wartości bazowych. Wartości bazowe odniesiono dla istniejącego i przebadanego układu.

Wnioski:

- dla analizowanego przedziału argumentów, największy wpływ na prędkość wylotową pocisku ma masa ładunku miotającego oraz masa pocisku; wpływ pozostałych parametrów jest drugorzędny,
- dla odpowiednio dobranych warunków ładowania ciśnienie maksymalne w komorze spalania jest równe ciśnieniu perforacji przepony. Sytuacja taka ma miejsce, gdy masowe natężenie wypływu gazów z komory spalania będzie większe od masowego natężenia dopływu gazów prochowych. Zjawisko to może mieć duże znaczenie podczas projektowania dwukomorowych układów miotających.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Maciej BOSSAK (Warsaw University of Technology, Warsaw)

**NEW EQUIPMENTS IN LABORATORIES OF THE UNIVERSITY OF
DEFENCE IN BRNO - DEPARTMENT OF WEAPONS AND
AMMUNITION**

**NOWE STANOWISKA BADAWCZE W KATEDRZE BRONI
I AMUNICJI AKADEMII OBRONY W BRNIE**

Martin MACKO

Department of Weapons and Ammunition, University of Defence, Brno, Czech Republic
Katedra Broni i Amunicji, Akademia Obrony, Brno, Czechy

Abstract

Research at the Department of Weapons and Ammunition in University of Defence, Brno proceeds in the form of grants. Department of Weapon and Ammunition has two grants at this moment. One grant deals with passive rangefinder and second grant solves new modern laboratory workplace. In terms of these grants were developed new equipment.

The paper introduces new equipment in weapon laboratories on the University of Defence: simulator of aiming process of BMP-1 and BMP-2, experimental ballistic laboratory, simulator of the armoured vehicle movement STZ – 1 and universal simulator of aiming process PARAM – OPER.

New equipment in weapon laboratory servants for education of students, for demonstration of weapon actions and for scientific experiments.

Streszczenie

Badania naukowe w Katedrze Broni i Amunicji Uniwersytetu Obrony w Brnie realizowane są dzięki grantom. Obecnie są tam uruchomione dwa granty. Jeden z nich dotyczy dalmierza laserowego natomiast drugi z nich uruchomienia nowoczesnego balistycznego laboratorium badawczego. W referacie zaprezentowano nowe stanowiska badawcze powstałe w ramach powyższych grantów: symulator procesu celowania do BWP-1 oraz BWP-2, laboratorium badań balistycznych, symulator ruchu pojazdu opancerzonego oraz uniwersalny symulator procesu celowania PARAM-OPER. Nowe stanowiska badawcze wykorzystywane są również w procesie dydaktycznym.

Reviewer

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Military University of Technology, Warsaw)

**OBLICZENIA ZMĘCZENIOWE LUF WZMOCNIONYCH
TECHNOLOGIĄ PRZEPRĘŻANIA****FATIGUE CALCULATIONS OF THE GUN BARRELS STRENGTHENED WITH
AUTO-FRETTAGE****Marek RADOMSKI**Instytut Mechaniki i Konstrukcji, Politechnika Warszawska
Institute of Mechanics and Design, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Istotą przepiężania jest wprowadzenie w ścianie lufy wstępnego stanu naprężenia poprzez jednorazowe i kontrolowane wywołanie w wewnętrznej warstwie ścianki odkształceń plastycznych. Dzięki temu lufa jednolita przepiężana może być obciążana większymi ciśnieniami w porównaniu z lufą jednolitą o takich samych gabarytach, która jest wykonana z takiego samego materiału, lecz nie była poddana przepiężaniu. Ponadto zaletą luf przepiężanych jest mniej pracochłonna i kosztowna ich produkcja w porównaniu z lufami złożonymi

Otrzymane wyniki obliczeń zmęczeniowych, wykonanych wg przedstawionej metodyki dla lufy armaty czołgowej kal. 120 mm L44, ujawniły niewielki (kilkuprocentowy) spadek żywotności zmęczeniowej, jak również dostateczny zapas zabezpieczający przed wystąpieniem przeciwwrotnych odkształceń plastycznych. W przypadku tym uwzględnienie erozji w obliczeniach praktycznie nie miało istotnego wpływu na przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne i technologię projektowanej lufy balistycznej. Przewidywana żywotność erozyjna była bowiem rząd wielkości mniejsza niż żywotność zmęczeniowa, obliczona z uwzględnieniem erozji. Zaobserwowano przy tym, że wraz ze wzrostem promienia wewnętrznego przewodu lufy na skutek erozji, zwiększała się wartość średniej S_{mn} dla intensywności naprężeń, zaś amplituda S_{an} praktycznie nie ulegała zmianie. Stan ten należy tłumaczyć stosunkowo niewielką grubością strefy plastycznej w ścianie lufy, która stanowiła około 20% całkowitej jej grubości.

Można jednak przewidywać, że wraz ze wzrostem grubości strefy plastycznej w ścianie lufy, będzie obserwowany większy spadek żywotności zmęczeniowej, jak również zmniejszanie się zapasu bezpieczeństwa przed wystąpieniem przeciwwrotnych odkształceń plastycznych, na skutek erozji. Zatem uwzględnianie zjawiska erozji w obliczeniach zmęczeniowych podczas procesu projektowania luf wzmacnianych technologią przepiężania wydaje się być wówczas koniecznym.

Abstract

In the process of the gun barrel design it is necessary to take the erosion wearing phenomenon into account, especially when the barrel was strengthened earlier with auto-fretting. The method, which takes the phenomenon into account during fatigue limit calculation, is proposed.

Recenzent:

dr hab. inż. Jan MATERNIAK (Politechnika Poznańska, Poznań)

BADANIA METALOGRAFICZNE LUF KALIBRU 5,56 MM PO PRÓBACH TRWAŁOŚCIOWYCH

METALLOGRAPHIC INVESTIGATIONS OF 5,56 MM GUN BARRELS AFTER LIFE TESTING

Andrzej DĘBSKI

Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Technologia badanych luf była podobna jak stosowana w karabinkach *Beryl*, z przewodem chromowanym warstwą chromu galwanicznego. W programie badań wykonano pomiary spadku prędkości wylotowej pocisków oraz skupienia po wystrzeleniu 5000, 7500 i 10000 szt. amunicji różnego pochodzenia. Po zakończeniu prób lufy stanowiły unikalny materiał badawczy do oceny zjawisk powodujących ich zużycie. W celu wykonania badań metalograficznych lufy pocięto poprzecznie do osi na 6 odcinków o długości po 82 mm, a następnie wzdłużnie, aby odsłonić ich przewód. Powierzchnie przekrojów zostały wyszlifowane i wypolerowane do badań.

W artykule przedstawiono wyniki badań metalograficznych przewodów luf broni strzeleckiej 5,56 mm po próbach trwałościowych. Ujawniono, że niszczenie powłoki chromu galwanicznego jest następstwem przemian fazowych ferryt-austenit występujących w podłożu stalowym.

Abstract

The results of metallographic research of 5,56 mm gun barrel after life testing were presented. The destruction of the chromium coating is caused by phase transition: ferrite-austenite found in the steel base. In conclusion:

1. The biggest wear effect of the bore barrels gun 5,56 mm, determining their lives, is located in the zone of the ammunition separating.
2. The main phenomenon causing destruction of the chromium coating is phase transition (ferrite-austenite) and change of volume (shrinkage) caused by high temperature of the afterdamp.
3. The processes of destruction of chromium coating were similar in both examined barrels, but bigger wear was observed in the barrel no. P0003/1.
4. Near the gas pipe the erosion wear was observed, although it had a small influence on the loss of the ballistic parameters.
5. To prolong the life of gun barrels, the materials (sort of steel) should be changed - the types of steel that have been used previous should be substituted by others, resistant to phase transition: ferrite – austenite, or comprehensive stresses compensating shrinkage should be added to the surface layer by the thermochemical treatment.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

MODELOWANIE NUMERYCZNE WSPÓŁPRACY POCISKU Z LUFĄ

NUMERICAL ANALYSIS OF INTERACTION BETWEEN BULLET AND BARREL WITH USING OF FE MODEL

Jacek ŁAZOWSKI, Tadeusz NIEZGODA, Jerzy MAŁACHOWSKI

Zakład Mechaniki Ogólnej, Instytut Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej,

Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechanical Engineering, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Analiza stanu odkształceń i naprężeń poruszającego się pocisku w lufie pozwala na ocenę stanu wytrzymałości obiektu w warunkach ekstremalnych. Szczególnie ważna jest dynamiczna analiza szybkozmiennych procesów występujących podczas współpracy pocisku i lufy. Dotychczas prowadzone analizy metodami analitycznymi były utrudnione ze względu na założenia upraszczające, np. statyczne traktowanie zagadnienia współpracy pocisku i lufy. Metody numeryczne umożliwiają otrzymanie chwilowych rozkładów naprężeń i odkształceń w warunkach strzału w pocisku poruszającym się ruchem obrotowym i postępowym. Efektem zastosowania metod numerycznych może być wskazanie newralgicznych miejsc, w których mogą występować silne gradienty naprężeń. Dodatkową zaletą metod numerycznych jest możliwość uwzględnienia np. eliptycznego przekroju pocisku wynikającego z niedokładności wykonania, podczas gdy metody analityczne współpracy obiektów nie umożliwiają dostarczenia dokładnych rozkładów naprężeń i odkształceń w takim przypadku. Metody numeryczne stanowią dobre uzupełnienie narzędzi do analizy procesów zachodzących w pocisku w trakcie współpracy z lufą. Posługiwanie się tymi metodami wymaga budowy wiarygodnego modelu numerycznego zweryfikowanego eksperymentem dla wybranych stanów współpracy. Do analizy przedstawionego zagadnienia Autorzy wykorzystali metodę elementów skończonych i licencyjny pakiet oprogramowania LS-DYNA.

Praca jest fragmentem wielowariantowej analizy, która zakończy się pełną weryfikacją modelu współpracy i zaprezentowaniem pełnej analizy dynamicznej, lufy w procesie strzału dla wybranego typu lufy i naboju.

Abstract

This paper presents initial numerical analysis of interaction between bullet and barrel. The model of these two bodies was developed using FE method. Main goal of the research was focused on contact problem. In the paper authors enclosed the results of the dynamic simulations.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Adam WIŚNIEWSKI (Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia,
Zielonka)

FIREARM MUZZLE DEFORMATION

DEFORMACJA WYLOTU LUFY BRONI PALNEJ

Igor BUKOVINSKY*, Stanislav PROCHAZKA**

* Department of Special, Production and Mobile Technology, Faculty of Special Technology,
Alexander Dubcek University of Trencin, Slovak Republic

Wydział Techniki Specjalnej, Uniwersytet Trenczyński, Trenčyn, Słowacja

** Department of Armament and Ammunition, Faculty of Military Technology,
University of Defence, Brno, Czech Republic

Wydział Techniki Wojskowej, Uniwersytet Obrony, Brno, Czechy

Abstract

The firearm barrel represents a thick-wall vessel that is a special combustion engine. The shot process represents non-reversible action inside the vessel. The paper deals with firearm barrel radial deformations. It deals with projectile guiding conditions inside the barrel bore at the moment when the projectile gets out from barrel bore. Barrel muzzle properties are influenced by the projectile movement parameters. Barrel, fast travelling projectile and powder gases act together and create a complicated mechanical model. The projectile travels very fast inside the objective barrel bore – the muzzle velocity is approaching 1000 m.s^{-1} . Powder gases, which accelerate a projectile, have higher velocity than projectile at the moment of muzzle leaving. The projectile is overtaken by powder gases inside the muzzle and immediate in front of muzzle outlet.

The paper deals with firearm muzzle. A muzzle of the barrel is stressed in a special way. This fact can influence the firearm accurate performance. The paper describes the present state of processes that take place in a firearm muzzle. The methodology of the experiment is presented. The amount of deformation, the value of pressure and the bullet velocity at the muzzle will be measured by means of transducers that are described in the paper.

Streszczenie

Lufa broni palnej jest specjalnym silnikiem cieplnym o cienkościennym zbiorniku, a proces strzału w niej jest procesem nieodwracalnym. W artykule rozpatruje się deformację radialną lufy podczas strzału w chwili, kiedy pocisku opuszcza przewód lufy. Lufa, szybko przemieszczający się pocisk oraz gazy prochowe oddziałują wzajemnie i tworzą skomplikowany model mechaniczny. Pocisk przemieszcza się bardzo szybko w lufie osiągając w chwili wylotu z lufy prędkość ok. 1000 m.s^{-1} . W chwili opuszczania lufy przez pocisk lufy przemieszczające się (napędzające pocisk) za pociskiem gazy osiągają prędkość większą od pocisku. Proces ten znacznie wpływa na naprężenia lufy w obszarze wylotowym jak również na dokładność strzelania. Zaprezentowano stanowisko badawcze do pomiaru niektórych parametrów związanych z obciążeniem lufy w chwili wylotu z niej pocisku oraz dokonano analizy wyników badań.

Reviewer:

dr hab. inż. Stanisław WRZESIŃ (Military University of Technology, Warsaw)

OBCIĄŻENIA CIEPLNE LUFY PODCZAS STRZAŁU**HEAT LOAD OF BARREL DURING SHOOT****Robert KAMIŃSKI, Stanisław TORECKI**Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Procesowi napędzania pocisku w lufie towarzyszą zjawiska wymiany ciepła. Proces wymiany ciepła w lufie ma charakter nieustalony. Na nieustaloność wymiany ciepła na powierzchni wewnętrznej wpływają zmienna w czasie i wzdłuż osi lufy temperatura gazów prochowych, współczynnik przejmowania ciepła i temperatura nagrzewanej powierzchni. Dane wejściowe do obliczeń wyznaczono dla poszczególnych przekrojów poprzecznych lufy z uwzględnieniem wstępnego okresu strzału (od chwili rozcalenia naboju do chwili rozpoczęcia procesu wrzynania się pierścienia wodącego w bruzdy lufy).

W pracy przedstawiono wyniki obliczeń temperatury powierzchni wewnętrznej przewodu lufy w obszarze stożka przejściowego oraz części prowadzącej lufy. Jako dane wejściowe do obliczeń posłużyły wyznaczone wcześniej charakterystyki zmian temperatury gazów prochowych opływających ścianę lufy oraz konwekcyjnego współczynnika przejmowania ciepła. Obliczenia wykonano dla 23 mm armaty automatycznej 2A14.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że mało prawdopodobne wydaje się, aby nagrzewanie lufy przez gazy prochowe mogło być wystarczającym czynnikiem, powodującym intensywne zużywanie lufy, zwłaszcza w obszarze stożka przejściowego.

Abstract

This paper presents some results of calculations the internal surface temperature of barrel during shoot. Temperature was calculated on the basis of earlier conducted values of thermal conductivity coefficient $\alpha(t)$ and gas temperature $T(t)$. Calculation was made based on automatic 23 mm anti-aircraft cannon type 2A14.

Conclusion

Process of barrel heating is intensive. Temperature of barrel arises only close to internal surface of barrel after one shoot. Temperature of internal surface of barrel raising during shot. Close to forcing cone it is about 10÷30°C and it is raising in direction to muzzle of barrel. After one shot temperature in area of muzzle of barrel is raising about 450÷500°C. We can suppose that heating is not a general reason of barrel wearing, especially in forcing cone area.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**НОВАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ОФИЦЕРА ПО РЕМОНТУ
ВООРУЖЕНИЯ В СВЕТЕ ВОЕННОЙ РЕФОРМЫ**

**NOWY SYSTEM SZKOLENIA OFICERÓW DS. REMONTU
UZBROJENIA W ŚWIETLE REFORMY W SIŁACH ZBROJNYCH
WĘGIER
(komunikat)**

**NEW TRAINING SYSTEM OF REPAIR OFFICERS IN THE LIGHT OF
REFORMING SYSTEM OF HUNGARIAN ARMED FORCES
(announcement)**

Geza GORASZ, Laslo FECSEO

Военно-Технический Факультет им. Яноша Бойаи при Университете Национальной
Обороны им. Миклоша Зрини, Будапешт, Венгрия
Akademia Obrony Narodowej, Budapeszt, Węgry
University of National Defence, Budapest, Hungary

Содержание

Кафедра вооружения обеспечивает – при тесном сотрудничестве с другими кафедрами нашего университета и другими вузами – Министерство Обороны, Венгерскую Армию, Пограничные Войска Министерства Внутренних Дел, другие силовые органы специалистами по ремонту и обслуживанию вооружения.

Подготовка высоко квалифицированных офицеров по ремонту и обслуживанию вооружения, которые владеют необходимыми знаниями /общевойсковыми, специальными, инженерными / ,чтобы руководить подразделениями, планировать и организовать материально-техническое обеспечение войск. Выпускники нашей кафедры - на основе знаний иностранных языков – должны быть готовы сотрудничать с вооружёнными силами НАТО / при необходимости и в рамках ООН / по своей специальности.

Streszczenie

W artykule zaprezentowano, realizowany w Katedrze Uzbrojenia Akademii Obrony Narodowej w Budapeszcie, system kształcenia i szkolenia oficerów logistyki (ds. remontu uzbrojenia) na potrzeby Sił Zbrojnych Węgier. Działania te nabierają szczególnego znaczenia w obliczu systematycznie postępującej modernizacji (do wymagań NATO) eksploatowanego sprzętu uzbrojenia i wprowadzania nowych wzorów uzbrojenia.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Warsaw University of Technology, Warsaw)

„TUNING” BRONI I JEJ DODATKOWE DOPOSAŻENIE NA PRZYKŁADZIE PISTOLETU GLOCK

WEAPON TUNING AND ITS ADDITIONAL ACCESSORIES BASED ON GLOCK PISTOL

Witold PLECHA, Zbigniew RYCHERT

Wytwórnia Broni, Usług i Osprzętu Strzeleckiego Sp. z o.o., Warszawa
Works of Arms, Service and Rifle Accessories “BUOS”, Warsaw, Poland

Streszczenie

„Tuning” (ang.), w tłumaczeniu oznacza regulację, strojenie. Ogólnie można go podzielić na mechaniczny i optyczny lub jak spotyka się w literaturze na wewnętrzny i zewnętrzny. Pierwszy oznacza modyfikacje broni, dzięki którym osiąga się polepszenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych. Optyczny ma na celu zmianę wyglądu, a także zaznaczenie indywidualności użytkownika – właściciela i zwiększenie komfortu strzelania. Zdecydowanie inaczej będzie wyglądała broń strzelca sportowego, pracownika ochrony, funkcjonariusza służb specjalnych a inaczej osoby prywatnej. Zakup broni uwarunkowany jest dość rygorystycznymi przepisami umożliwiającymi nabycie określonego rodzaju broni stosownie do jej przeznaczenia. Broń może być przeznaczona do celów:

- ochrony osobistej oraz ochrony bezpieczeństwa innych osób;
- łowieckich;
- sportowych;
- kolekcjonerskich;
- szkoleniowych.

Patrząc na problem tuningu od strony praktycznej podzielić go można na tuning zewnętrzny i oraz tuning wewnętrzny. Jednak patrząc na to z punktu widzenia warsztatu rusznikarskiego właściwiej jest stosować podział na tuning, który można zrobić samemu i tuning przy którym jest wskazany, a nawet wręcz niezbędny udział specjalisty który zna dodatnie i ujemne strony danego egzemplarza broni.

Na przykładzie pistoletu GLOCK zaprezentowano możliwości zmian zewnętrznych i wewnętrznych broni, mających na celu poprawienie jej właściwości technicznych, eksploatacyjnych, użytkowych i estetycznych.

Abstract

Based on GLOCK pistol, possibility of inside and outside changes to modify its technical, useful and visual advantages has been presented

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojkowska Akademia Techniczna, Warszawa)

MODERNIZACJA ŁADUNKÓW NAPĘDOWYCH FOTEŁA WYRZUCANEGO SAMOŁOTU MIG-21

MODERNIZATION OF PROPELLANT CHARGES FOR MIG-21 EJECTION SEAT

Bogdan ZYGMUNT, Krzysztof MOTYL

Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa
Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Systemy ratunkowe samolotów bojowych polskich sił powietrznych produkowane są poza granicami Polski i stanowią element samolotów dostarczanych przez producenta (ZSRR, Rosja). Eksploatacja polegająca na okresowej wymianie części polegała na ich zakupie u wskazanego przez producenta dostawcę, który gwarantował dotrzymanie parametrów technicznych wyrobu. Nawet samoloty szkolno-treningowe polskiej produkcji TS-11 Iskra wyposażone są w fotel wyrzucany produkcji czeskiej. Istotnymi elementami foteli wyrzucanych o stosunkowo krótkiej żywotności są pironaboje i ładunki prochowe silników raketowych, których niezawodne działanie jest gwarancją bezpiecznej ewakuacji pilota w sytuacji awaryjnej. Elementy te są szczególnie wrażliwe na utratę właściwości fizycznych i balistycznych w trakcie eksploatacji a okres ich przydatności w warunkach bojowych wynosi maksimum 3 lata. Ładunki prochowe zawarte w silniku raketowym fotela wyrzucanego oraz w pironabojach spełniają kluczową rolę w procesie bezpiecznej ewakuacji pilota ponieważ służą do wytworzenia ciśnienia uruchamiającego poszczególne mechanizmy systemu ratunkowego.

Aż do końca lat 90-tych w Polsce nie prowadzono prac badawczych mających na celu opracowanie zamienników środków pirotechnicznych do foteli wyrzucanych produkcji rosyjskiej (KM-1, K-36DM i SK) i czeskiej (VS1-BRI/P). Jedynym elementem systemu ratunkowego pilota zaprojektowanym i wykonanym w kraju był sposób wybuchowego kruszenia osłony kabiny do samolotu szkolno-bojowego I-22 Iryda opracowany przez zespół z Wojskowej Akademii Technicznej oraz z Instytutu Lotnictwa w końcu lat 80-tych zamontowany na prototypach i serii produkcyjnej w/w samolotów (18 szt.). Do prac badawczych w zakresie omawianych środków pirotechnicznych można zaliczyć również badania prowadzone w ITWL dotyczące możliwości przedłużenia ресурсu pironabojów i ładunków prochowych do silników raketowych, wykonywane po upływie okresu gwarancji tych środków.

Znajdujące się w służbie polskiego lotnictwa od lat 60-tych wysłużone maszyny typu MiG-21 zostały w r. 2003 definitywnie wycofane z eksploatacji i jedynym ich rozsądnym sposobem zagospodarowania jest ewentualna sprzedaż do krajów wykorzystujących zmodernizowane wersje tych maszyn. Rumuńskie Siły Powietrzne zmodernizowały samolot produkcji rosyjskiej MiG-21 i w wersji Lancer z unowocześnioną awioniką i systemem kierowania ogniem są podstawowym środkiem bojowym obrony powietrznej kraju.

Wykorzystując pozytywne rezultaty wdrożenia opracowanych i wyprodukowanych w Polsce ładunków prochowych do systemu ratunkowego samolotu IAR-99 „Soim” oraz powtarzające się utrudnienia w dostawach ładunków oryginalnych, podjęto decyzję opracowania również zamiennika ładunków (symbol K4) do silnika raketowego fotela wyrzucanego produkcji rosyjskiej typu KM-1M we współpracy z polskimi specjalistami.

Technika wojskowa opracowana w byłych krajach Układu Warszawskiego zakładała z reguły zakres temperatury eksploatacji sprzętu, w tym amunicji i środków pirotechnicznych, w zakresie od -50°C do $+50^{\circ}\text{C}$. W większości państw członków NATO zakres ten jest przesunięty w stronę dodatnią skali temperatury o $10-15^{\circ}\text{C}$. Rumuńskie Siły Powietrzne, które w dalszym ciągu dysponują flotą samolotów myśliwskich MiG-21 poddanych gruntownej modernizacji (wersja „Lancer”), zaproponowały polskiej stronie dostawę ładunków prochowych do fotela KM1 spełniających wymagania balistyczne w zakresie temperatur od -35°C do $+60^{\circ}\text{C}$.

W pracy zaprezentowano rezultaty prac badawczych i wdrożeniowych mające na celu opracowanie technologii ładunków prochowych K4 do fotela samolotu MiG-21 oraz ich modernizacja polegająca na zmianie parametrów balistycznych w ramach obowiązujących wymagań rumuńskiego odbioru wojskowego.

Abstract

The ballistic parameters of propellant charges for rocket motor of ejection seats KM1 for MiG 21 aircraft are described. The idea of changing of charge geometric dimensions have been proposed and practically tested. Diagrams of pressure in ballistic chamber and thrust vs. time at wide range of temperature for the modernized charges were measured. Results are fully positive and were implemented to the practice. The work has been done on the order of foreign customer. The proposal of solution the similar problem for Polish Air Force was formulated.

Recenzent:

dr hab. inż. Stanisław WRZESIEN (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**WPLYW SKŁADNIKÓW LOTNYCH NA KINETYKĘ ROZKŁADU
I ŻYWOŚĆ DYNAMICZNĄ (Γ) PROCHU 4/7****INFLUENCE OF VOLATILE COMPONENTS ON KINETIC
PARAMETERS OF THERMAL DEGRADATION AND DYNAMIC
VIVACITY OF 4/7 POWDERS****Andrzej KSIĄŻCZAK, Teresa KSIĄŻCZAK**Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych, Wydział Chemiczny PW
Faculty of Chemistry, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Właściwości materiału miotającego powinny być tak dobrane, aby efektywność prochu (η) była jak największa. Znając wpływ struktury ziarna prochu na intensywność produkcji gazów, można w sposób świadomy zmieniać proces technologiczny wytwarzania prochu i dopasować go do z góry założonych parametrów balistyki. W literaturze brak jest informacji pozwalających na utworzenie struktury ziarna prochu spełniającej z góry założone właściwości użytkowe. Trudności związane są z właściwościami głównego składnika prochu, którym jest nitroceluloza (NC). Polimer ten jest wytwarzany w procesie nitracji z naturalnej celulozy otrzymanej z obróbki drewna lub bawełny. Struktura włóknista NC jest zależna od czasu i miejsca vegetacji surowca wyjściowego, warunków przetwarzania i sposobu nitracji. Sucha włóknista NC nie nadaje się do bezpośredniego wykorzystania, ponieważ jest polimerem sztywnym i łatwo ulega zapaleniu. W technologii prochów muszą być wykorzystane składniki małowcząsteczkowe umożliwiające przetwarzanie i modyfikowanie właściwości użytkowych materiałów miotających. Struktura włókna ma istotne znaczenie w procesie działania składników małowcząsteczkowych w operacjach technologicznych. Parametry balistyki wewnętrznej badano na bombie manometrycznej, natomiast kinetykę spalania określano metodą mikrokalorymetryczną DSC, stosując do tego celu metodykę pomiarową i interpretację opracowaną w Zakładzie Materiałów Wysokoenergetycznych Politechniki Warszawskiej. Celem pracy było określenie wpływu składników lotnych na kinetykę rozkładu i żywość dynamiczną prochu. Przeprowadzono długoczasowe badania sznura prochowego do prochu 4/7 CFL oraz prochu po procesie modyfikacji z użyciem etanolu.

Charakterystykę prochu można opisać wykorzystując parametr Γ definiowany następująco:

$$\Gamma = \frac{1}{p} \frac{d\psi}{dt}$$

gdzie: ψ – stopień spalonego ładunku (stopień przereagowania), t – czas, p – ciśnienie.

Ponieważ procesy spalania są wysokoenergetyczne, w celu zbadania ich kinetyki wykorzystano metody DSC. Typowe zmiany sygnału DSC dla pojedynczego ziarna prochowego można podzielić na trzy etapy. W etapie I rozpoczyna się spalanie ziarna prochowego. Etap II charakteryzuje się spadkiem szybkości procesu.

W tym etapie spalania występuje silny wpływ małowcząsteczkowych składników na szybkość rozkładu. Objawia się to znacznym obniżeniem wzrostu szybkości wydzielania ciepła związanego z nakładaniem się endotermicznego procesu parowania. Etap III odpowiada rozkładowi środkowej części warstwy palnej. Podstawą do interpretacji pomiarów DSC jest kinetyka spalania.

Parametry kinetyczne wyznaczono dla etapu I i II zgodnie z relacją:

$$\ln\left(\frac{d\alpha}{dt}\right) = \ln k(T) = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

gdzie: α jest stopniem rozkładu, parametry E_a i A są odpowiednio energią aktywacji i czynnikiem przedeksponencjalnym.

Do oceny progresywności spalania prochu wybrano parametr $\Delta\Gamma$, który jest różnicą parametru Γ dla stopnia spalania 0,24 i 0,5. Im większy jest parametr $\Delta\Gamma$ tym bardziej jest progresywny proch.

Porównywano stałe szybkości w arbitralnie wybranej temperaturze 445 K. Ta temperatura z dobrym przybliżeniem odpowiada średniej temperaturze zakresu pomiarów DSC spalania ziarna prochowego.

W pracy przedstawiono rezultaty badań kinetyki rozkładu sznura prochowego dla prochu 4/7. Zbadano zmiany kinetyki związanej z powolnym uwalnianiem się eteru i etanolu w warunkach pokojowych. Badania realizowano przez okres dwóch lat. Długoczasowe badania sznura prochowego wykazały, że pory warstw podpowierzchniowych prochu tworzą się w procesie usuwania składników lotnych (eter + etanol). Parametry kinetyczne zakresu III nie ulegają zmianie podczas dwuletniego okresu składowania. Parametry kinetyczne zakresu I wzrastają. Duże różnice tych parametrów w kolejnych pomiarach wykonanych dla tego samego czasu składowania wskazują na niejednorodność masy próbek (20 mg), co jest spowodowane niejednorodnością ciasta prochowego. Przeprowadzone modyfikacje prochu zmniejszają niejednorodność warstwy palnej ziarna. Otrzymany proch posiada mniejszą żywość dynamiczną, ale lepszą progresywność spalania. Obniżenie żywości i siły prochu jest między innymi związane ze zwiększoną zawartością etanolu w ziarnie prochowym.

Abstract

Investigation of the thermal degradation of powder rope for 4/7 powder using DSC method was presented. The changes of kinetic parameters connected with slow ether and ethanol liberation from grains at room temperature were determined. The research was realized by the period of two years. The results of the ballistic properties and kinetics of the thermal degradation for impregnated powder were discussed. The relation between the dynamic vivacity and kinetic parameters of the thermal degradation was examined.

Recenzent:

dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

OTRZYMYWANIE I BADANIE 4,10-DINITRO-2,6,8,12-TETRAOXA-4,10-DIAZATETRACYKLO-[5.5.0.05,903,11]-DODEKANU (TEX)

SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF 4,10-DINITRO-2,6,8,12-TETRAOXA-4,10-DIAZATETRACYCLO-[5.5.0.05,903,11]-DODECANE (TEX)

Mateusz SZALA*, Stanisław CUDZIŁO*, Lech SZYMAŃCZYK, Rafal FELIGA***

* Wydział Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej, Wojskowa Akademia Techniczna

**Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Poszukiwanie nowych wysokoenergetycznych związków chemicznych o obniżonej wrażliwości jest jednym z najważniejszych kierunków rozwoju w zakresie materiałów wybuchowych (MW). Godnym uwagi mało-wrażliwym materiałem wybuchowym jest TEX czyli 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoxa-4,10-diazatetracyklo-[5.5.0.05,903,11]-dodekan. TEX jest substancją krystaliczną, bezbarwną, trudno rozpuszczalną w typowych rozpuszczalnikach organicznych.. Podstawową zaletą TEX jest jednak mała wrażliwość na typowe bodźce inicjujące – uderzenie, tarcie, falę uderzeniową i wyładowania elektryczne. Dolna granica wrażliwości na te bodźce jest wyższa niż dla trotylu, powszechnie uważanego za mało-wrażliwy MW.

W artykule dokonano przeglądu literatury dotyczącej metod otrzymywania TEX. Do badań eksperymentalnych wybrano dwuetapową metodę syntezy kierując się dostępnością substratów oraz wydajnością poszczególnych etapów. Otrzymany półprodukt oraz produkt finalny poddano analizie strukturalnej i jakościowej metodami: NMR, DSC i analizy elementarnej. Przeprowadzono badania rozpuszczalności i wytypowano rozpuszczalnik odpowiedni do rekrytalizacji TEX. Wyznaczono ciepło spalania oraz standardową entalpię tworzenia TEX. Otrzymany materiał wybuchowy poddano badaniom wrażliwości na uderzenie i tarcie oraz zmierzono jego prędkość detonacji.

Abstract

The known methods of TEX synthesis are reviewed, and the reaction path starting from easily available substrates and giving the highest yield of TEX was chosen to produce this compound at a laboratory scale. The intermediate and final products were analysed using ¹H NMR and DSC techniques. Elemental composition of the compounds was determined as well. Solubility of TEX in different solvents was checked and the solvent appropriate for TEX recrystallization was found. The heat of combustion and enthalpy of formation as well as some sensitivity characteristics and the detonation velocity for the obtained samples were determined.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Waldemar A. TRZCIŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

**BADANIA EFEKTYWNYCH KATALIZATORÓW
SZYBKOŚCI SPALANIA HOMOGENICZNYCH
STAŁYCH PALIW RAKIETOWYCH****RESEARCH OF EFFECTIVE CATALYTIC AGENTS OF BURNING RATE
OF SOLID ROCKET PROPELLANTS****Bogdan FLORCZAK, Jerzy SZMAJDA**Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych, Instytut Przemysłu Organicznego
Institute of Industrial Organic Chemistry, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Homogeniczne stałe paliwa raketowe, których podstawowymi składnikami są nitroceluloza (NC) i nitrogliceryna (NG) oraz stabilizator w praktyce jako źródło napędu w silnikach raketowych nie są stosowane ze względu na znaczną zależność ich spalania od ciśnienia, za niskie szybkości spalania oraz niestabilny charakter ich spalania.

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu tlenków: ołowiu(II), ołowiu(IV), kobaltu(II), niklu(II) i niklu(III) oraz tlenków tych metali i grafitu na liniową szybkość spalania homogenicznych stałych paliw raketowych. Oryginalnym elementem pracy jest fakt przeprowadzenia badań z zastosowaniem tlenku kobaltu(II), tlenków niklu(II), i niklu(III) oraz trzech tlenków w składzie paliwa tj. 0,5% CoO i 1,5% PbO oraz 0,5-1,5% Ni₂O₃. Z przeprowadzonych badań wynikają następujące poniższe wnioski.

Dodatek tlenków ołowiu wpływa na szybkość spalania do jego zawartości w paliwie maksymalnie 0,7%. Dodatek tlenku niklu(II) lub tlenku niklu(III) praktycznie nie wpływa na wzrost szybkości spalania. Dodatek tlenku niklu(III) do masy paliwowej zawierającej tlenek tytanu(IV) i stearynian ołowiu powoduje wyraźny wzrost szybkości spalania. Dodatek tlenku tytanu(IV) do paliwa powyżej 0,5% powoduje zmniejszenie szybkości spalania. Dodatek tlenku kobaltu(II) w ilości 1-2% do paliwa wpływa na nieznaczny wzrost szybkości spalania dla wyższych ciśnień. Dodatek grafitu do paliwa zawierającego tlenek ołowiu(II) w minimalnym stopniu wpływa na zwiększenie szybkości spalania. Dodatek grafitu do paliwa zawierającego tlenek niklu(II) lub tlenek niklu(III) nie wpływa na zmianę szybkości spalania. Dodanie tlenku niklu(III) do paliwa zawierającego tlenek kobaltu(II) i tlenek ołowiu(II) jest niewskazane ponieważ obniża szybkość spalania.

Abstract

In the work the influence of metal oxides: Pb, Co, Ti, Ni and graphite on burning rate of solid rocket propellants have been studied. Experiments show that addition in amount up to 0.7% lead (II) oxide or lead (IV) oxide or up to 2% nickel (III) oxide to a solid rocket propellant increase the burning rate. This work has an experimental character and describes the research influence 0.5% cobalt (II) oxide, 1.5% lead (II) oxide and 0.5-1.5% nickel (III) oxide on burning rate of the double base solid rocket propellant.

Recenzent:

dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**BADANIE CHARAKTERYSTYK WYBUCHOWYCH
MIESZANIN HEKSOGENU FLEGMATYZOWANEGO
ZE STOPEM GLINU I MAGNEZU****INVESTIGATION OF EXPLOSION PROPERTIES OF RDX MIXED WITH
AN ALUMINIUM AND MAGNESIUM ALLOY****Józef PASZULA, Waldemar A. TRZCIŃSKI, Tomasz KLEMB**

Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Jedną z szeroko stosowanych metod zwiększania efektywności energetycznej materiałów wybuchowych jest wprowadzanie do ich składu sproszkowanych metali. Wzbogacenie kompozycji wybuchowej o składniki palne sprawia, że ich spalanie odbywa się kosztem tlenu zawartego w gazowych produktach rozkładu materiału wybuchowego. Ewentualny brak tego reagenta może być przyczyną niepełnego energetycznie wykorzystania wprowadzonego dodatku, bowiem uczestniczył on będzie w reakcjach o mniejszym efekcie energetycznym, bądź też jego część w ogóle nie wejdzie w reakcję. Jako metaliczny dodatek materiałów wybuchowych o przeznaczeniu wojskowym najczęściej stosuje się proszek glinu. Dodanie do kruszących materiałów wybuchowych (trotylu (TNT), heksogenu (RDX), oktogenu (HMX) i innych około 20 % glinu prowadzi do znacznego wzrostu ciepła detonacji Q mieszaniny wybuchowej oraz jej zdolności do wykonania pracy. Zdolności kruszące takiej kompozycji pozostają na poziomie czystego składnika wybuchowego, zaś prędkość detonacji D i ciśnienie p_{CJ} w płaszczyźnie Chapmana-Jougueta są znacznie niższe, wbrew oczekiwaniu wynikającemu z klasycznej teorii detonacji ($D \sim Q^{1/2}$, $p_{CJ} \sim Q$). Co więcej, dodatek aluminium w pewnych warunkach może obniżyć parametry detonacji bardziej niż dodatki inercyjne chemicznie, takie jak NaCl, SiO₂, LiF, talk i inne.

W pracy zaprezentowano wyniki badań eksperymentalnych i obliczeń teoretycznych parametrów wybuchowych mieszanin kruszącego materiału wybuchowego z metalizowanym dodatkiem. Do badań wytypowano ładunki prasowane z czystego heksogenu flegmatyzowanego (RDX) oraz dwóch mieszanin o różnej zawartości dodatku PAM (stopu glinu i magnezu). Przeprowadzono pomiary i obliczenia ciepła wybuchu, prędkości detonacji oraz ciśnienia quasistatycznego wybuchu w zamkniętej objętości (QSP – *quasistatic pressure*).

Dodatek stopu glinu i magnezu do heksogenu flegmatyzowanego powoduje spadek prędkości detonacji materiału wybuchowego. Analiza porównawcza wyników pomiaru prędkości detonacji i równowagowych obliczeń termochemicznych wskazuje, że w wąskiej strefie reakcji chemicznych fali detonacyjnej metaliczny dodatek nie bierze udziału w reakcjach chemicznych. Jednakże w warunkach wybuchu w zamkniętej objętości PAM powoduje wzrost efektu kalorycznego wybuchu. Oznacza to, że dopiero w warunkach zamkniętego wybuchu w małej objętości następuje wymieszanie produktów wybuchu, ich podgrzewanie przez kolejne odbite fale uderzeniowe, a w konsekwencji przereagowanie metalicznego paliwa wprowadzonego do składu mieszaniny wybuchowej.

Podobny zjawisko występuje w czasie detonacji ładunku w komorze wybuchowej o większej objętości wypełnionej powietrzem. Wyniki pomiarów ciśnienia quasistatycznego (QSP) i obliczeń termochemicznych sugerują, że produkty detonacji i dodatek reagują z powietrzem wypełniającym komorę.

Abstract

In the work results of experimental and theoretical investigations of explosion parameters are presented of the mixtures of high explosive with a metallic addition. Pressed charges of phlegmatized RDX and its mixtures with an aluminium and magnesium alloy (*PAM*) were chosen for studies. Measurements and calculations were carried out of a heat of explosion, detonation velocity and quasistatic pressure (*QSP*).

An addition of aluminium-magnesium alloy to phlegmatized RDX causes a decrease in detonation velocity of explosive. From the comparison of the results measurements and thermochemical calculations of detonation velocity it follows that the metallic addition behaves as an inert material in the reaction zone of detonation wave. However in closed explosion, *PAM* added to RDX explosive increases the calorimetric heat of the latter. This means that aluminium and magnesium react with the detonation products of RDX inside a small closed bomb filled with argon. Similar effect is observed during detonation inside an explosion chamber filled with air. Results of *QSP* measurements and those of thermochemical calculations suggest that the detonation products and metallic addition react with oxygen from air.

Recenzent:

dr hab. inż. Stanisław CUDZIŁO (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

ZDOLNOŚĆ DO WYKONANIA PRACY SALETROLI Z DODATKIEM PROCHÓW NITROGLICERYNOWYCH

WORKING CAPABILITY OF ANFO EXPLOSIVES WITH DOUBLE BASE PROPELLANTS

Andrzej MARANDA*, Katarzyna LIPIŃSKA, Marek LIPIŃSKI****

*Wojskowa Akademia Techniczna

Military University of Technology, Warsaw, Poland

**Instytut Przemysłu Organicznego

Institute of Industrial Organic Chemistry, Warsaw, Poland

Streszczenie

Mieszaniny azotanu(V) amonu z ciekłymi paliwami (np. olejem napędowym) pod nazwą saletrole są szeroko stosowane w górnictwie ze względu na swoje zalety, do których zalicza się stosunkowo niską cenę, małą wrażliwość na bodźce mechaniczne i cieplne oraz możliwość mechanizacji procesu napełniania otworów. Azotan(V) amonu, główny składnik saletroli jest produkowany w postaci porowatych granulek. Postać ta umożliwia mu wchłonięcie odpowiedniej ilości płynnego oleju. Oprócz tradycyjnych saletroli na rynku pojawiły się tzw. saletrole o niskiej gęstości (light ANFO), których parametry detonacyjne, takie jak np. prędkość detonacji, są zdecydowanie wyższe.

Materiały wybuchowe, których nie można powtórnie zastosować w wyrobach wojskowych, można wykorzystać jako środki strzałowe w przemyśle wydobywczym. Prochy nitrogllicerynowe (NG) stosowane np. w amunicji, mogą znaleźć zastosowanie jako składniki uwrażliwiające w przemysłowych materiałach wybuchowych takich jak saletrole. Przeprowadzone badania miały na celu zbadanie wpływu dodatku prochów NG na zdolność do wykonania pracy saletroli o niskiej gęstości nasypowej. Badania przeprowadzono metodą tradycyjną – oznaczając względną zdolność do wykonania pracy za pomocą wahała balistycznego oraz metodą badania fali podmuchowej. Rejestrowano maksymalne nadciśnienia na czole fali podmuchowej oraz wyznaczano impulsy fali podmuchowej dla badanych mieszanin.

Abstract

Explosives no longer suitable for military use can be utilized in mining blasting agents. There are a variety of mining explosives that are suited for double base propellants incorporation. One of them are ANFO explosives. The influence of double base propellants on working capacity of low density ANFO explosives was examined. We conducted practical tests for determining the performance of such explosives – traditional ballistic mortar test and measurement of blast waves intensity. We recorded peak blast overpressures. The positive phase impulses were calculated by integrating the blast overpressures until the time when the pressure falls below atmospheric samples. The improvement in detonation characteristics by the addition of the propellant was especially visible for double base propellant A.

Recenzent:

dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**TERMOCHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI 1,1-DIAMINO-
2,2-DINITROETENU****THERMAL PROPERTIES OF 1,1-DIAMINO-2,2-DINITROETHENE****Stanisław CUDZIŁO, Zbigniew CHYLEK**Wydział Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

1-Diamino-2,2-dinitroeten (DADNE, FOX-7) jest związkiem wybuchowym łączącym stosunkowo wysokie parametry detonacyjne z małą wrażliwością na pobudzenie do detonacji. Charakteryzuje się także dużą odpornością termiczną i trwałością chemiczną. W chwili obecnej przewiduje się, że będzie to jeden z najważniejszych wybuchowych składników przyszłych wysokoenergetycznych kompozycji kruszących i miotających do zastosowań w nowoczesnej, małowrażliwej amunicji.

Artykuł zawiera wyniki badań podstawowych właściwości termochemicznych 1,1-diamino-2,2-dinitroetenu (DADNE), otrzymanego w naszym laboratorium i krystalizowanego z wody. Wykorzystując termograwimetrię i różnicową analizę termiczną stwierdzono, że DADNE ulega dwóm przemianom polimorficznym oraz, że ostateczne usunięcie rozpuszczalnika następuje dopiero po przekroczeniu 160 °C. Wyznaczono także efektywną energię aktywacji pierwszego i drugiego etapu rozkładu termicznego. Następnie wykonano kalorymetryczne pomiary ciepła spalania próbek DADNE w atmosferze argonu i tlenu. Wyniki pomiarów wykorzystano do oszacowania entalpii tworzenia α -DADNE. Zmierzono również ciepło detonacji DADNE.

Abstract

The paper contains results of investigation on thermal and thermochemical properties of 1,1-diamino-2,2-dinitroethene (DADNE, FOX-7) which was prepared at our laboratory and recrystallized in water. Using TG/DTA techniques, it was confirmed that two phase transitions occur while heating of the samples up to 160 °C. The material contains around 0.6% (by weight) of water and it is only completely removed during the second phase transition, i.e. above 160 °C. Apparent activation energy of the first and second stages of thermal decomposition of DADNE was also determined, using Kissinger method. Calorimetric measurements of the heat effects of combustion of DADNE in oxygen and argon were performed, and the results obtained were used to calculate the enthalpy of α -DADNE formation. Heat of detonation was measured as well.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Waldemar A. TRZCIŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE IRAQI ARMY'S FORCE GENERATION

TECHNICZNE ASPEKTY TWORZENIA SIŁ ZBROJNYCH IRAKU

László FECSO, Géza GÓRÁSZ

Bolyai János Military Technical Faculty of ZMNDU, Budapest, Hungary
Wydział Techniki Wojskowej, Akademia Obrony, Budapeszt Węgry

Abstract

NATO is involved in training, equipping, and technical assistance - not combat.
Coming from this sentence the NTM-I mission is:

- NATO is helping Iraq provide for its own security by training Iraqi personnel and supporting the development of the country's security institutions;
- NATO is training and mentoring middle and senior level personnel from the Iraqi security forces in Iraq (and outside of Iraq), at NATO schools, training centres and command posts.
- All NATO member countries are contributing to the assistance, either in Iraq, outside of Iraq, through financial contributions or donations of equipment

The political situation in Iraq is clear for everybody, but the Force Generation, Equipping of the Army is not widely known. This paper is a short briefing in order to share the information on the works done recent situation and the probable future development of the Iraqi Army from the point of view of a part of Military Technology.

Streszczenie

O ile sytuacja polityczna w Iraku jest na ogół znana, to proces tworzenia i wyposażania nowych Sił Zbrojnych Iraku nie jest szeroko znany i komentowany. W artykule zaprezentowano wybrane problemy związane z dotychczasowym procesem tworzenia odbudowanych Sił Zbrojnych Iraku oraz ich technicznego wyposażania, szczególnie w zakresie techniki uzbrojenia. Dokonano również porównania obecnego stanu Sił Zbrojnych ze stanem sprzed inwazji na Irak wojsk sprzymierzonych.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Military University of Technology, Warsaw)

MAIN THREATS FOR TROOPS IN IRAQ AND TECHNICAL COUNTERMEASURES AGAINST THEM

GLÓWNE ŹRÓDŁA ZAGROŻEŃ DLA WOJSK W IRAKU ORAZ TECHNICZNE ŚRODKI PRZECIWDZIAŁANIA

Przemysław KUPIDURA

Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland
Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Abstract

Polish participation in peace keeping operations, specially in new type missions under NATO or multi-national command, created new threats which we did not encounter earlier. Character of mission in Iraq slightly differs from previous abroad missions in which Poland acted as participant. Its main characteristic feature is, among others, wide using of various types explosive devices and regular artillery bombing. Although mission in Iraq is called as a stabilizing operation, it should be rather regarded as a low intensive conflict. There are numerous potential threats, which can be divided into the following categories: ambushes, assassinations, snipers firing, attacks at security facilities, convoys etc., suicide attacks, improvised explosive devices (IEDs). Some experience gained in small multi national unit is presented in this paper. Basing on undertaken analyses, some overall conclusions can be formulated as following:

1. The main feature of Iraqi conflict is the wide use of improvised explosive devices and unguided rockets;
2. As the crucial part of base protection system against artillery firing (apart from passive protection devices), the artillery radars should be regarded;
3. Since the majority of IEDs are remotely initiated, there is necessary to use frequency jammers in vehicles;
4. During vehicle ballistic protection designing, the threat of EFP use should be taken into consideration; upper firing post and its protection should be also considered.

Streszczenie

Udział wojsk polskich w operacji stabilizacyjnej w Republice Iraku pociągnął za sobą powstanie nowych zagrożeń, z którymi nie spotykaliśmy się dotychczas w kraju, ani nawet podczas wcześniejszych misji pokojowych. W tej sytuacji było oczywiste, że mogą wynikać pewne braki w wyposażeniu i uzbrojeniu. Mimo dużego wysiłku polskiego przemysłu obronnego oraz instytucji naukowo badawczych, wciąż istnieją dziedziny, gdzie można poprawić bezpieczeństwo polskich żołnierzy w Iraku jak również podczas misji podejmowanych w przyszłości. W artykule zaprezentowano doświadczenia z sześciomiesięcznej pracy Irackiej Akademii Wojskowej w Al Rustamiyah, której funkcjonowanie w tamtym okresie było zabezpieczane przez niewielki personel z Sił Międzynarodowych.

Do podstawowych zagrożeń dla istnienia bazy można zaliczyć: ostrzał artyleryjski, szerokie zastosowanie improwizowanych urządzeń wybuchowych oraz ataki na konwoje. Ostrzał artyleryjski jest wprawdzie ograniczony do ataków raketowych (przeprowadzanych głównie z wyrzutni improwizowanych) oraz moździerzowych, niemniej często ma permanentny i planowy charakter. W Iraku można również zauważyć ciągłą ewolucję improwizowanych urządzeń wybuchowych, w tym stosowanie rozmaitych typów urządzeń do zdalnego inicjowania ładunków jak również ich doskonalenie, np. stosowanie układów wybuchowego formowania penetratorów EFP.

Wnioski:

1. Cechą charakterystyczną konfliktu irackiego jest szerokie wykorzystanie improwizowanych urządzeń wybuchowych oraz niekierowanych pocisków raketowych,
2. Istotnym elementem systemu ochrony baz wojskowych (oprócz środków ochrony pasywnej) powinny być artyleryjskie stacje radiolokacyjne,
3. W związku z szerokim zastosowaniem radiowych urządzeń inicjujących, niezbędne jest wyposażenie pojazdów w urządzenia zakłócające,
4. Przy projektowaniu osłon balistycznych pojazdów należy uwzględnić zagrożenie od ładunków EFP jak również szczególną uwagę zwrócić na zabezpieczenie stanowisk strzeleckich.

Reviewer

Prof. dr hab. inż. Maciej BOSSAK (Warsaw University of Technology, Warsaw)

KIERUNKI ROZWOJU PZR NEWA SC DLA SIŁ POWIETRZNYCH RP

DEVELOPMENT DIRECTIONS OF SA-3 ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM OF POLISH AIR DEFENSE FORCES

**Maciej PODCIECHOWSKI, Dariusz RODZIK, Konrad SIENICKI
Stanisław ŻYGADŁO**

Instytut Systemów Mechatronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Mechatronics Systems, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

W latach 60 ubiegłego wieku wprowadzono na uzbrojenie wojsk obrony przeciwlotniczej zestaw rakietowy S-125 NEWA. W czasie długich lat eksploatacji i wykorzystania w wielu konfliktach zyskał on bardzo dobrą opinię. W rezultacie kompleks ten znalazł się na uzbrojeniu armii 35 krajów. W niektórych krajach zestaw był znany pod kryptonimem PECHORA lub SA-3Goa. W połowie lat dziewięćdziesiątych ze względu na zużycie moralne oraz brak części zamiennych, w wielu krajach rozpoczęto prace modernizacyjne. Miały one na celu przystosowanie zestawu do wymagań współczesnego pola walki, zastosowanie nowoczesnych technologii do budowy elementów zestawu oraz zwiększenie jego mobilności. Najbardziej zaawansowane prace w tym zakresie realizowano w Polsce. Ich wynikiem jest zmodernizowanie wszystkich zestawów S-125 NEWA będących na uzbrojeniu Sił Powietrznych do standardu NEWA SC.

W referacie przedstawiono zakres modernizacji przeciwlotniczego zestawu rakietowego NEWA zrealizowanej w Wojskowych Zakładach Elektronicznych dla wojsk rakietowych Sił Powietrznych RP. Dokonano krótkiego przeglądu modernizacji zestawu SA-3 realizowanych w innych krajach. Przedstawiono również kierunki prac mających na celu dalsze podniesienie walorów technicznych i bojowych zestawów eksploatowanych w Siłach Powietrznych. Przy formułowaniu założeń i wymagań na nowe rozwiązania uwzględniono dotychczasowe doświadczenia i wnioski z użytkowania zmodernizowanych zestawów NEWA-SC oraz wyniki strzelań poligonowych

Abstract

In the paper there are presented range of SA-3 anti-aircraft missile system modernization realized by Military Electronics Works for missile units of Polish Air Defence Forces. Short comparison of this modernization range with range of other SA-3 modernization realized in another countries is effected. Directions of further works in order to improvement of technical and operational characteristics of used systems are presented too. New technical requirements and specifications were formulated with respect to experience and conclusions drawn from life-firing results and operation of modernized SA-3 NEWA SC anti-aircraft missile systems.

Recenzent:

dr hab. inż. Jan PIETRASIŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**GLOBALIZACJA PRODUKCJI I DOSTAW
UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO
JAKO WYZWANIE DLA SYSTEMU KODYFIKACYJNEGO NATO
(NATO CODIFICATION SYSTEM – NCS)**

**GLOBALIZATION OF THE SOURCE OF SUPPLY AND MANUFACTURE
OF WEAPON SYSTEMS AND MILITARY EQUIPMENT AS A
CHALLENGE FOR NATO CODIFICATION SYSTEM – NCS**

Marek DALKOWSKI

Wojskowe Centrum Normalizacji, Jakości i Kodyfikacji
Military Centre for Standardization, Quality Assurance and Codification, Warsaw, Poland

Streszczenie

Artykuł opisuje najnowsze kierunki rozwoju Systemu Kodyfikacji NATO (NCS), nakreślone przez Grupę Narodowych Dyrektorów ds. Kodyfikacji NATO (AC/135) i realizowane przez zespoły projektowe oraz organizacje standaryzacyjne. Zaprezentowano osiągnięcia trzech najważniejszych inicjatyw rozwoju NCS, których celem jest zwiększenie efektywności procesu kodyfikacji, podniesienie jakości danych oraz rozszerzenie dostępu do danych identyfikacyjnych wyrobów. Należą do nich:

- eOTD (electronic Open Technical Dictionary) – elektroniczny otwarty słownik techniczny, jako standard ISO 22745,
- standard jakości danych kodyfikacyjnych ISO 8000,
- SSC – Smart STEP Codification, tzw. „inteligentna kodyfikacja” oparta na automatycznym transferze danych technicznych z plików elektronicznych w formacie STEP (ISO 10303).

Artykuł zawiera także podstawowe informacje o NCS, w tym opis założeń i celów systemu.

Abstract

This paper concerns the latest concepts of the NATO Codification System (NCS) development, determined by the Group of National Directors on Codification (AC/135) and carried out by project teams and standardization organizations. Article presents achievements in the frame of the three main NCS development projects, launched to make codification process more efficient and effective, to improve the data quality and to broaden access to identification data. Those concepts include:

- eOTD - electronic Open Technical Dictionary as standard ISO 22745,
- Codification Data Quality Standard ISO 8000,
- SSC – Smart STEP Codification based on automatic technical data conversion from the electronic STEP files (ISO 10303 - the Standard for Exchange of Product Model Data).

Article briefs also basic principles and goals of the NATO Codification System.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

FOX-7 – NOWY MATERIAŁ WYBUCHOWY O OBNIŻONEJ WRAŻLIWOŚCI

FOX-7 – NEW HIGH EXPLOSIVE OF LOW SENSITIVITY

Waldemar A. TRZCIŃSKI*, Stanisław CUDZIŁO, Zbigniew CHYLEK**,
Leszek SZYMAŃCZYK***

*Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

**Instytut Chemii, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Chemistry, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

1,1-Diamino-2,2-dinitroeten (FOX-7, DADNE) dorównuje heksogenowi pod względem parametrów detonacyjnych, natomiast jego wrażliwość na różne bodźce inicjujące pozwala uznać go za względnie bezpieczny materiał wybuchowy. Unikalne właściwości użytkowe tego związku wynikają z jego struktury, która sprzyja tworzeniu silnych wewnątrz- i międzycząsteczkowych wiązań wodorowych stabilizujących cząsteczki. Po upływie siedmiu lat od pierwszego doniesienia o otrzymaniu FOX-7, jest on ciągle intensywnie badany w wielu ośrodkach na całym świecie. Wyniki dotychczasowych badań jednoznacznie potwierdzają, że FOX-7 to główny kandydat do zastosowań w nowoczesnej, małowrażliwej amunicji.

W naszych wcześniejszych pracach zajmowaliśmy się optymalizacją procesu syntezy FOX-7, badaniem składu chemicznego i fazowego próbek krystalizowanych z różnych rozpuszczalników oraz ich analizą termiczną. Niniejsze opracowanie zawiera wyniki badań nad rekrystalizacją FOX-7 oraz rezultaty pomiarów podstawowych charakterystyk użytkowych tego MW – wrażliwości i parametrów detonacyjnych. Sprawdzone wpływ rodzaju rozpuszczalnika i reżimu czasowo-temperaturowego procesu na kształt i wymiary kryształów. Parametry te oceniano w oparciu o zdjęcia z mikroskopu optycznego i skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). W pracy dokonano krystalizacji FOX-7 rozpuszczonego w wodzie oraz w roztworze wody i N-metylopirolidonu (NMP). Zdecydowanie lepszy efekt uzyskano stosując roztwór H₂O/NMP. Kryształy FOX-7 mają w tym przypadku regularne kształty, proste ścianki i ostre krawędzie. Próba dalszej sferoidyzacji kryształów przyniosła niewielki efekt. Udało się jedynie wygładzić ich krawędzie.

Badania właściwości użytkowych zostały wykonane dla produktu zawierającego kryształy o najbardziej regularnych kształtach. Obejmowały one pomiar wrażliwości na uderzenie i tarcie, pomiar prędkości detonacji, pomiar ciepła detonacji i test cylindryczny. Za pomocą kafaru Kasta wyznaczono dolną granicę wybuchowości oraz wysokość spadku młota, dla której prawdopodobieństwo wybuchu wynosi 50 %. Wyniki badania wrażliwości wskazują jednoznacznie, że uzyskany FOX-7 można zaliczyć do materiałów wybuchowych o obniżonej wrażliwości na bodźce mechaniczne.

Wyznaczono prędkość detonacji nowego materiału wybuchowego, kalorymetryczne ciepło detonacji, zdolności miotające (energię Gurneya) oraz energię detonacji. Wartości wymienionych charakterystyk użytkowych FOX-7 są zbliżone do parametrów heksogenu flegmatyzowanego woskiem. Fakt ten oraz niska wrażliwość FOX-7 sugerują, że może on być zamiennikiem stosunkowo wrażliwego heksogenu. Potwierdzenie powyższej tezy wymaga jednak dalszych badań wrażliwości nowego materiału na różne bodźce, na przykład na falę uderzeniową i przebicie pociskiem.

Abstract

1,1-Diamnio-2,2-dinitroethene (FOX-7) was prepared on a laboratory scale and an attempt was undertaken to optimize the method of its recrystallization. Some sensitivity and detonation properties of the recrystallized product were determined.

The cooling crystallization of FOX-7 from water and water/N-methylpyrrolidone mixture was performed. Crystals of definitely better quality were obtained when the binary system (H₂O/NMP) was used for recrystallization. In this case crystals are regular in shape, with smooth walls and sharp edges. An attempt to spheroidize the crystals, by stirring suspensions of the crystals in various solvents, was not successful. This process caused the sharp corners and edges of the crystals to become only slightly rounded.

The sensitivity of FOX-7 to impact was measured by using a 5 kg apparatus and friction sensitivity was determined by a Peters machine. No friction sensitivity was observed. FOX-7 is considerably less sensitive to impact than RDX.

The detonation velocity of FOX-7 was measured for charges of a 25 mm diameter. The calorimetric heat of detonation was determined in a 5.6 dm³ steel bomb filled with compressed argon. A cylinder expansion test was also performed. The results of the test were the basis of estimation of the Gurney energy and detonation energy of FOX-7. Tested FOX-7 has the same detonation performance as RDX.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Radosław TRĘBIŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

PRESENT STATE AND POSSIBILITIES OF L-159 AIRCRAFT REGARDING FURTHER MODERNIZATION

STAN OBECNY I MOŻLIWOŚCI PRZYSZŁEJ MODERNIZACJI SAMOLOTU L-159

Miroslav JANOŠEK

Air Force Department, Defence University, Brno, Czech Republic
Wydział Sił Powietrznych, Akademia Obrony, Brno, Czechy

Abstract

On March 3rd, 2001, the fielding of L-159 ALCA aircraft at Caslav Tactical Air Force Base was begun. In the spring of 2003, the first phase of reconstruction of this airbase into a standard NATO airbase was initiated. This phase is expected to be terminated in 2008. Eight pilots and forty mechanics have been undergoing conversion training for the Swedish-made JAS-39 Gripen aircraft since August and October of 2004. This airplane replaced the MiG-21 in the integrated air defence system NATO – NATINADS on July 1st, 2005.

The article concentrates on a general evaluation of the contribution of L-159 ALCA aircraft to Czech Air Force, on the area of flight training on modern L-159 airplanes, and on the problematic of two-seaters. Aero L-159 is a light combat and training aircraft of Czech design manufactured at AERO Vodochody in the Czech Republic. The definition of the light multipurpose combat aircraft comes out of the abbreviation ALCA - Advanced Light Combat Aircraft, which encompasses an airplane with these parameters: weight does not exceed 10 000 kg in full take-off configuration with armament, payload between 2 000 and 3 500 kg and airspeed at sea level is high subsonic (900 to 1100 kph). The combat capabilities of this aircraft include close air support, ground attack behind front lines, attack against naval targets, air-to-air combat, offensive and defensive counter-air missions and tactical reconnaissance. The conclusion points out the need of a modern flight simulator that is prepared for manufacturing and is wedded to the possibility of sale of this aircraft abroad.

Streszczenie

W artykule skoncentrowano się generalnie na ewolucji udziału samolotu L-159 ALCA w Siłach Powietrznych Republiki Czeskiej, na lotach ćwiczeniowych współczesnych samolotów L-159 i na problematyce samolotów dwumiejscowych. Samolot L-159 jest produkowany w fabryce AERO Vodochody a jego charakterystyki są następujące: masa (z uzbrojeniem) do 10 000 kg, ładunek dodatkowy do 3 500 kg, szybkość do 1000 km/godz.. Jego zdolności bojowe pozwalają zaliczyć go do klasy samolotów wsparcia, atakujących cele naziemne za linią frontu, atakujących cele morskie, do walk powietrznych lub takycznego rozpoznania. W podsumowaniu wskazano na potrzebę przygotowania produkcji współczesnego symulatora lotu i zaproponowaniu możliwości jego sprzedaży.

Reviewer:

dr hab. inż. Stanisław WRZESIEN (Warsaw University of Technology, Warsaw)

AUTONOMICZNY POJAZD PODWODNY DLA MARYNARKI WOJENNEJ RP

AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE FOR POLISH NAVY

Dariusz SZULC

Zakład Broni Podwodnych, Akademia Marynarki Wojennej
Underwater Warfare Division, Polish Naval Academy, Gdynia, Poland

Streszczenie

W początkowym okresie rozwoju technicznych środków penetracji głębin morskich do badań oraz do walki z zagrożeniem minowym były wykorzystywane sonary montowane na okrętach nawodnych. W miarę rozwoju technologicznego zaczęto opracowywać urządzenia mogące przenosić lub holować takie sonary. W latach siedemdziesiątych rozwój ten był tak wysoki, że umożliwił konstruowanie bezzałogowych pojazdów podwodnych. Pojazdy tego typu były przystosowane do prowadzenia poszukiwania, obserwacji oraz realizacji prostych prac podwodnych w ciężkich warunkach hydrometeorologicznych i na dużych głębokościach. Dzięki tym atutom znalazły szerokie zastosowanie w działalności wojskowej stając się atrakcyjną alternatywą dla tradycyjnych środków przeciwminowych. Adaptacja tych pojazdów przez wojsko spowodowana była rozwojem broni minowej, który wymusił wprowadzenie nowych urządzeń do walki z rosnącym zagrożeniem. Obecnie tradycyjne trały niekontaktowe nie gwarantują już odpowiednio wysokiej efektywności zwalczania zagrożenia minowego. Jednocześnie jednostki przeznaczone do ich holowania same są narażone na niebezpieczeństwo poderwania się na minie morskiej. Dlatego pojazdy podwodne już od trzydziestu lat stanowią podstawowe wyposażenie okrętów zwalczania min i zastępują wykorzystywane wcześniej trały. W ciągu tych lat wielokrotnie je modernizowano oraz budowano coraz to nowsze i doskonalsze konstrukcje. Ich rozwój przebiega w kilku kierunkach, które najogólniej można podzielić na krotkość ich użycia oraz sposób kierowania pojazdem. Zmiany konstrukcyjne oraz rozwój technologii pozwalają na realizację nie tylko podstawowych zadań jak poszukiwanie i niszczenie obiektów minopodobnych lecz poszerzono je w ostatnich latach o możliwość śledzenia okrętów podwodnych, prowadzenia działań na akwenach bardzo płytkich czy nawet prowadzenia rozpoznania optycznego. Aktualny stan wiedzy i możliwości technicznych w tym miniaturyzacja sprzętu komputerowego, stwarza nieograniczone możliwości wykorzystania tych pojazdów w działaniach militarnych.

W artykule zaprezentowano światowe tendencje w rozwoju autonomicznych pojazdów podwodnych, które prawdopodobnie staną się głównymi systemami uzbrojenia do realizacji przede wszystkim zadań obrony przeciwminowej. Ponieważ Polska Marynarka Wojenna nie posiada tego typu pojazdów, w referacie została zaproponowana koncepcja budowy takiego pojazdu na bazie posiadanej torpedy elektrycznej. Opisane zostały wymagania taktyczne oraz zakres koniecznej modernizacji torpedy.

Abstract

The following article presents the worldwide development of autonomous underwater vehicles (AUV) which will be probably main underwater warfare systems in nearest future and will perform most of mine countermeasures tasks.

Because the Polish Navy doesn't possess this type of vehicles, the conception of building such vehicle was proposed in this article. The conception foresees construction this AUV on base of possessed electric torpedo. The tactical requirements as well as range of necessary modernization of torpedo were described

Conclusions

Building autonomous underwater vehicles is the worldwide trend of development of mine countermeasures forces. If we don't follow this direction of development, we could stay behind on this field in nearest future. Experiences and examples of other Navies shows that presented way (modernization of torpedoes vs. building underwater vehicles from the beginning) is correct and allow with relatively low cost to build such AUV. It allow to put in service another type of underwater detection system in short time to conduct sea mine surveillance by surface ships as well as submarines which assure mission secret.

Recenzent:

dr hab. inż. Zbigniew KORUBA (Politechnika Świętokrzyska, Kielce)

THE STRESSES IN MAIN PARTS OF THE 120 mm APFSDS PROJECTILE DURING FIRING

NAPRĘŻENIA WYSTĘPUJĄCE PODCZAS STRZAŁU W GŁÓWNYCH ELEMENTACH 120 MM POCISKU APFSDS

Mariusz MAGIER

Military Institute of Armament Technology, Zielonka n/Warsaw, Poland
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Zielonka

Abstract

Following its experience in the development of the 125 mm combat and training ammunition Military Institute of Armament Technology and BUMAR Group Corporation developed the new family of the 120 mm tank ammunition for LEOPARD 2A4 tanks used in Poland.

The problem of the stresses of the penetrator and sabot of the APFSDS projectile generated by combustion products of the gunpowder has been solved using the Finite Elements Analysis (FEA). In this project, a 3D axisymmetric finite element model with the contact definition at the connection between sabot and penetrator with material linearity has been considered by performing structural analysis. The finite elements model has been prepared using 8-node solids. The finite element model has been generated using real geometric details of the penetrator, sabot and obturating band. The steel fin assembly was replaced by the steel cylinder weight equivalent.

The numerical analysis has been carried out using commercial finite element analysis program ANSYS 8.0 with application Design Space. The objectives of this analysis have been to obtain overall stresses distributions in the projectile. The FE model of the projectile consists of the 124483 nodes and 49481 solids.

The structural analysis has provided better understanding of overall distribution of axial, radial, tangential, and von Misses stresses in the projectile. The values of the von Misses stresses have been taken as a criteria to estimate the effort of structural material.

The maximum values of the von Misses stresses in main parts (penetrator, sabot) of the APFSDS-T projectile have been compared with the values of the dynamic Yield Strength for tungsten and aluminum alloys.

Following conclusions may be drawn from analyses of the FE-computation results:

- the material of the penetrator and sabot works within limits of the elastic strain during firing,
- although the stresses are very high in the centre of the penetrator-sabot contact they reduce rapidly to safe limit and remain constant in the core (about 1660 MPa). This concentration could be reduced by clearance between surfaces of the penetrator-sabot contact.

During firing tests the 120 mm APFSDS-T projectiles operated correctly in temperature range from -40°C to +50°C.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki (przeprowadzonych z wykorzystaniem oprogramowania MES) obliczeń wytrzymałościowych 120 mm pocisku typu APFSDS do czołgu LEOPARD 2A4, zaprojektowanego w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia. Obliczenia wytrzymałościowe przeprowadzono z wykorzystaniem programu ANSYS 8.0 przy obciążeniu pocisku maksymalną wartością ciśnienia gazów prochowych równoważoną siłą bezwładności (pochodzącą od maksymalnej wartości przyspieszenia pocisku w lufie) tak, aby nie zachodził ruch bryły sztywnej. Jako wartości graniczne wytrzymałości materiałów konstrukcyjnych pocisku przyjęto głównie doświadczalnie wyznaczone wartości dynamicznej granicy plastyczności spieków na osnowie wolframowej (penetrator pocisku) i stopu PA9 (sabot pocisku) uzyskane wcześniej podczas badań m.in. na zmodyfikowanym pręcie Hopkinsona.

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych przedstawiono w formie izomap naprężeń składowych, zredukowanych oraz deformacji w głównych elementach 120 mm pocisku APFSDS. Na podstawie wyników oszacowano, że:

- materiały konstrukcyjne sabotu i penetratora pocisku generalnie nie podlegają odkształceniom plastycznym w czasie strzału,
- ujawnione niewielkie obszary koncentracji naprężeń (o wartościach przekraczających zakładaną w analizach granicę wytrzymałości materiału- $R_{e\text{ dynamiczna}}$) w środkowej części połączenia kształtowego penetratora z sabotem można zredukować do wartości dopuszczalnych poprzez dobór odpowiednich wartości tolerancji i pasowania połączenia kształtowego.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Edward WŁODARCZYK (Military University of Technology, Warsaw)

NUMERICAL SIMULATION OF EXPLOSIVE WELDING USING LS-DYNA ALE MULTI-MATERIAL APPROACH

NUMERYCZNE MODELOWANIE WYBUCHOWEGO PLATEROWANIA Z ZASTOSOWANIEM METODY ALE I LS-DYNA DO OŚRODKÓW WIELOFAZOWYCH

Vladislav ADAMÍK*, Jaroslav BUCHAR**

*University of Pardubice, Institute of Energetic Materials, Pardubice, Czech Republic
Instytut Materiałów Wysokoenergetycznych, Uniwersytet w Pardubicach, Czechy

**Mendel University Brno, Brno, Czech Republic
Uniwersytet w Brnie, Czechy

Abstract

Explosive welding or bonding is a useful technical procedure for producing, for example, protective barriers, bi-metallic plates and tubes or for bonding tubes into a collector steam-generator plates. In the past, it was successfully studied and established by using mainly empirical experience. Currently, very powerful numerical tools (3D dynamic finite element or finite difference codes) are available that enable to study most involved aspects of explosive welding theoretically. The paper presents numerical 3D simulations of nickel-steel and titanium-steel explosive welding. The explosive used, Semtex 30, was described by JWL state equation, the Johnson-Cook constitutive model described the metallic plates, and the air was described by the ideal gas equation of state. For numerical solution, the ALE multi-material method implemented in the LS-DYNA code was used. The basic aspects of the explosive welding obtained through the numerical simulations are presented and discussed.

Streszczenie

Wybuchowe łączenie metali lub platerowanie jest skuteczną metodą wytwarzania, na przykład, barier ochronnych, rur i płyt bimetalicznych lub łączenia rur z płytami generatora pary. Obecnie, dzięki zastosowaniu numerycznych narzędzi do modelowania trójwymiarowego metodą elementów skończonych, możliwe jest badanie wielu aspektów wybuchowego platerowania i łączenia w sposób teoretyczny.

Praca zawiera wyniki trójwymiarowej symulacji numerycznej zjawiska łączenia wybuchowego niklu i tytanu ze stalą. Właściwości fizyczne produktów detonacji zastosowanego materiału wybuchowego, Semtex 30, opisano za pomocą równania stanu JWL, materiału płyt metalicznych modelem konstytutywnym Johnsona-Cooka, zaś powietrza równaniem stanu gazu doskonałego. Z symulacji numerycznej wynika, że badany układ wybuchowy do łączenia niklu ze stalą został dobrze zaprojektowany, natomiast układ do wybuchowego łączenia tytanu i stali nie jest układem w pełni zoptymalizowanym. Uzyskano stosunkowo dobrą zgodność wyników modelowania za pomocą kodu LS-DYNA z parametrami otrzymanymi z empirycznych wzorów.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Waldemar A. TRZCIŃSKI (Military University of Technology, Warsaw)

MODELLING OF FIGHTER AIRCRAFT FLIGHT DURING AIR TARGET INTERCEPTION

MODELOWANIE LOTU MYŚLIWCA PODCZAS PRZECHWYTYWANIA CELU POWIETRZNEGO

Miroslav JANOŠEK

Air Force Department, Defence University, Brno, Czech Republic
Wydział Sił Powietrznych, Akademia Obrony, Brno, Czechy

Abstract

At present, at the time of advanced computers, it is very advantageous to use the potential for air interdiction process modelling whereby we get a tool for efficiency analysis of the process and an educational aid for pilots' and ATCs' training. The goal of my project is creating such computer program for interdiction modelling that would meet the requirements both for analysis and for graphic demonstration. For generating the interdiction process, there are necessary hundreds of thousands of calculations but a modern computer is able to return results in real time.

As an analysis tool, the program is also usable for unmanned air vehicle (UAV) navigating problems. The UAV development is at present beyond the surveillance aircrafts also aimed at unmanned aircrafts equipped with weapons that are designed for air combat. The difference and actually the advantage compared with man piloted aircrafts is the possibility of increasing the maximum load factor which is in case of man piloted aircrafts forced out by the endurance of the pilot and cannot be significantly increased unlike the maximum load factors of the aircraft's structure. The effect is that UAVs may be more manoeuvrable and times for aiming are reduced but the solution of navigation procedure remains equal. The program is able to reflect these differences and therefore is applicable for UAV navigation modelling.

Streszczenie

Referat podejmuje problematykę możliwości manewrowych myśliwca w zakresie określenia właściwych manewrów, a tym samym pełne ich taktyczne i techniczne wykorzystanie podczas fazy przechwytywania celu powietrznego. Efektem analiz są graficzne dane wyjściowe na temat symulacji fazy przechwytywania z możliwością porównywania właściwości manewrowych samolotów poddźwiękowych i naddźwiękowych w trakcie tej fazy lotu.

Reviewer:

dr hab. inż. Zbigniew KORUBA (Kielce University of Technology, Kielce)

THE USING OF LS-DYNA FOR THE SIMULATION OF HEAT TRANSFER IN EXPLOSIVES

ZASTOSOWANIE LS-DYNA DO SYMULACJI WYMIANY CIEPŁA W MATERIAŁACH WYBUCHOWYCH

Jakub ŠELEŠOVSKÝ, Miloslav KRUPKA

Institute of Energetic Materials, University of Pardubice, Pardubice, Czech Republic

Instytut Materiałów Wybuchowych, Uniwersytet w Pardubicach, Czechy

Abstract

The cookoff tests are used for evaluating of a hazard connected with heating of energetic materials (especially EIDS – Extremely Insensitive Detonating Substances) or ammunition (LOVA – LOw Vulnerability Ammunition). In case of energetic materials the explosive is placed into a steel confinement and heated. In case of LOVA the whole ammunition object is tested. The temperature of decomposition and the violence of decomposition reaction are evaluated.

Because of the cost of experimental procedures, the numerical simulation is often used in the field of characterization of various loading effects on the material. One of the most commonly employed numerical techniques is the *Finite Element Method* – *FEM*. The mean principle of this method is to divide the body into small elements and to calculate the effect of applied loads only in discrete points – nodes. This creates a large system of equations, which can then be solved numerically.

The using of FEM and especially LS-DYNA3D code for the simulation of heat transfer during heating of explosive charge is discussed in this paper. The characterization of explosive material properties (density, thermal conductivity, specific heat, heat of decomposition, and the decomposition kinetics) is described. LS-DYNA3D code is used for the fitting of appropriate kinetic model and for the simulation of heat transfer during slow cookoff. The results of simulations are compared to experimental values for the SEMTEX 1A plastic bonded explosive.

Streszczenie

W prezentowanym artykule przeprowadzono dyskusję zastosowania Metody Elementów Skończonych, a szczególnie komputerowego kodu LS-DYNA 3D do symulacji wymiany ciepła w materiałach wybuchowych podczas ich ogrzewania. Opisano materiałowe charakterystyki materiałów wybuchowych takie jak: gęstość, przewodność cieplną, ciepło właściwe, ciepło rozkładu, kinetykę rozkładu. Kod LS-DYNA 3D został wykorzystany do dopasowania odpowiedniego modelu kinetyki oraz do symulacji wymiany ciepła podczas powolnego nagrzewania. Wyniki symulacji porównano do wartości eksperymentalnych materiału wybuchowego SEMTEX 1A

Reviewer:

dr hab. inż. Andrzej PANAS (Warsaw University of Technology, Warsaw)

COMPARISON OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL METHODS FOR WEAPON AUTOMATIC OPERATION ANALYSIS

PORÓWNANIE TEORETYCZNYCH I DOŚWIADCZALNYCH METOD ANALIZY AUTOMATYKI BRONI

Przemysław KUPIDURA, Grzegorz LEŚNIK, Mirosław ZAHOR

Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Abstract

The weapon automatic analyse, especially for gas operating weapon is a complicated problem. Some methods for this purpose were developed many years ago, while some brand new solutions emerged during recent years. Former methods were not convenient for using due to the limited computational possibilities in these times. Now, thanks modern computers, they can be useful, if provide coincidence with real conditions. Gas operated system is the most common used in the modern weapon, specially in small arms. Due to its simply design and high reliability it is very attractive, however one of its disadvantage is that great gas pressure force acts in short period on weapon mechanisms. This fact demands providing precise computations during design process.

In this paper, the automatic operating simulation with Brawin's method for 5,56 mm assault rifle mod. 96 "Beryl" is presented. Therefore, its results are compared with experimental data, showing sufficient degree of agreement.

Streszczenie

Istotną częścią procesu projektowania broni automatycznej jest przeprowadzenie obliczeń ruchu zespołu odrzutowego, czyli tzw. automatyki broni. Zjawisko to jest szczególnie skomplikowane w przypadku broni działającej na zasadzie odprowadzenia części gazów prochowych z przewodu lufy, który to układ konstrukcyjny jest obecnie najczęściej stosowany w broni strzeleckiej. Obecnie dostępnych jest wiele zaawansowanych narzędzi obliczeniowych, chociaż starsze metody są wciąż używane ze względu na łatwość ich stosowania. Tematem niniejszej pracy było przeprowadzenie symulacji pracy automatyki 5,56 mm karabinka wz.96 Beryl z wykorzystaniem metody Brawina oraz porównanie wyników z danymi doświadczalnymi. Było to możliwe dzięki opracowanemu w Zakładzie Konstrukcji Specjalnych i Balistyki stanowisku laboratoryjnemu, którego budowa i działanie zostały przedstawione w odrębnym artykule. Otrzymano dużą zbieżność wyników (prędkości i przemieszczenia suwadła), w szczególności w okresie napędzania przez gazy prochowe, który jest najbardziej złożony oraz najistotniejszy dla obliczeń automatyki broni ze względu na największe prędkości zespołu odrzutowego. Z przeprowadzonych badań wynika, że metoda Brawina może być z powodzeniem stosowana podczas analizy automatyki broni oraz zapewnia bardzo dobrą zgodność wyników obliczeń z rzeczywistością w okresie napędzania zespołu przesuwne.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Maciej BOSSAK (Warsaw University of Technology, Warsaw)

DESIGN OF SEMI-AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR SELF-PROPELLED MINE COUNTER CHARGE

PÓŁAUTOMATYCZNY UKŁAD STEROWANIA SAMOBIEŻNYM ŁADUNKIEM DO NISZCZENIA MIN MORSKICH

Jerzy GARUS*, Lech ROWIŃSKI**

* Electronics and Electrical Engineering Department, Naval University, Gdynia, Poland
Zakład Elektroniki i Elektrotechniki, Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia

** Underwater Technology Department, Gdańsk University of Technology, Gdańsk, Poland
Zakład Techniki Głębinowej, Politechnika Gdańska

Abstract

The Self-propelled Mine Counter Charge (SMCC) is used to identify and destroy naval mines located up to 300 m from a launch point. It is a disposable, torpedo like, small remotely operated vehicle. Basic components of the SMCC are: 2 B&W TV cameras, 3 lamps, a scanning sonar, 2 laser aiming devices, a magnetic compass with pitch and roll sensors, an echosounder as altitude meter, a pressure sensor as depth meter and a transponder/responder for hydroacoustic navigation..

Mine counter mission consists of two periods. The first phase is movement to the target area. The tracking is accomplished by means of the acoustic transponder/responder fixed to the vehicle body and responds to the ultra short base line navigation system or ships mine hunting sonar. Reaching the target area takes the SMCC from several minutes in friendly environment to 15 minutes while struggling with a strong current. To facilitate the operator's work in this phase, an automatic control procedure should be selected. During the second phase is found using vehicle sonar and TV camera.

In the paper a semiautomatic control system to steering of unmanned underwater vessel is considered. The fuzzy logic is incorporated for the keeping of desired orientation and two independent controllers are used to generate command signals. Input variables fuzzification, fuzzy rules and output set defuzzification are described. Quality of control is concerned for different surge speeds. Some computer simulations are provided to demonstrate the effectiveness, correctness and robustness of the approach.

From the obtained results it may be concluded that the proposed approach provides the autopilot being robust and having good performance. Another advantage of the discussed auto heading and auto pitch control system is its flexibility with regard to the change of dynamic properties of the vessel.

Further works are needed to identify the best fuzzy structure of the controllers and test the robustness of this approach in the presence of environmental disturbances.

Streszczenie

Praca dotyczy syntezy systemu sterowania samobieżnym ładunkiem do niszczenia min morskich (SŁN). Rozwiązanie konstrukcyjne SŁN pozwala traktować ten obiekt jak urządzenie zdalnie sterowane (ROV – Remotely Operated Vehicle) bądź też w pełni autonomiczne (AUV – Autonomous Underwater Vehicle), co stwarza możliwości użycia go do badania różnorodnych algorytmów i struktur sterowania. W referacie przedstawiono projekt układu automatycznego sterowania ruchami obrotowymi pochylenia i odchylenia SŁN. Do rozwiązania zadania wykorzystano regulatory PD z rozmytym przetwarzaniem danych. Zamieszczono przykładowe wyniki badań symulacyjnych ruchu obiektu sterowania dla różnych prędkości postępowych.

Wnioski

Przeprowadzone badania modelowe potwierdziły możliwość zastosowania logiki rozmytej do syntezy układu sterowania samobieżnym ładunkiem do niszczenia min morskich. Zaproponowany autopilot składający się z dwóch regulatorów rozmytych typu PD umożliwia automatyczne utrzymywanie zadanej orientacji SŁN. Odciąża to w istotny sposób operatora od zadań sterowania kursem i przegłębieniem statku, dając mu możliwość skoncentrowania się na regulowaniu pozostałych parametrów ruchu.

Symulacje przeprowadzono bez rozpatrywania wpływu zakłóceń zewnętrznych. Oddziaływanie środowiska wodnego, a w szczególności prądu morskiego, na jakość sterowania będzie przedmiotem dalszych badań.

Reviewer:

kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI (Naval University, Gdynia)

FLEXIBLE WINGS FOR MICRO AERIAL VEHICLES

ELASTYCZNE SKRZYDŁA DLA MIKROOBIEKTÓW LATAJACYCH

Adrian COMAN, Mircea BOSCOIANU

Military Technical Academy, Bucharest, Romania
Techniczna Akademia Wojskowa, Bukareszt, Rumunia

Abstract

Micro Air Vehicles (MAVs) represent a new generation of microaerodynamics research. They have, within the past decade, come under serious consideration by the military for use in ISR (intelligence, surveillance, reconnaissance) and search and rescue missions, dangerous and difficult to accomplish. MAVs equipped with wireless cameras, can assist in such missions by providing real time situational awareness.

In the development of MAVs, there exist two approaches, one utilizing flapping wings and the other employing fixed wings. In the flapping wing area, pioneering work has been done by Weis-Fogh, and Lighthill. Recent works, both in experiments and simulations, are documented by Chasman and Chakravarthy, DeLaurier, Smith, Dickenson, Ellington, Jones and Platzer, Katz, Kamakoti, Liu and Kawachi, Vest and Katz, and Wang. A recent review of the characteristics of both flapping wings and MAVs has been given by Shyy; the spectrum of animal flight with flapping wing is presented by Templin.

This paper reviews the aerodynamics of membrane (flexible wings) and corresponding rigid wings under the MAV flight conditions. The flexible wing concept yield desirable characteristics in delaying stall as well as adapting to the unsteady flight environment, which is intrinsic to the designated flight speed. Flow structures associated with the low Reynolds number and low aspect ratio wing, such as pressure distribution, separation bubble and tip vortex are reviewed.

Streszczenie

Mikroobiekty są podstawą do prowadzenia nowej generacji badań w zakresie mikroaerodynamiki. W ostatnich latach mikroobiekty te odgrywają coraz większą rolę w zastosowaniach wojskowych szczególnie w działaniach wywiadowczych, kontrolnych i rozpoznawczych, a także w niebezpiecznych misjach poszukiwawczych i ratunkowych będąc wyposażone w odpowiednie kamery, które umożliwiają realizację misji w czasie rzeczywistym. W referacie dokonano przeglądu aerodynamiki elastycznych i sztywnych skrzydeł pod kątem zastosowania w mikroobiektach latających. Badania wskazują, że koncepcja elastycznego skrzydła przynosi pożądane charakterystyki w okresie braku działania silnika, jak również w bezwietrznym (bezopływowym) środowisku.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof SIBILSKI (Air Force Institute of Technology, Warsaw)

INNOVATIVE PROPULSION SYSTEMS FOR MICRO AERIAL VEHICLES

NOWATORSKI SYSTEM NAPĘDOWY DLA MIKROOBIEKTÓW LATAJĄCYCH

Adrian COMAN, Mircea BOSCOIANU

Military Technical Academy, Bucharest, Romania

Techniczna Akademia Wojskowa, Bukareszt, Rumunia

Abstract

There is a growing popularity for MAVs due to the large number of missions it can perform, which can substitute great human, property and economy losses. The concept is for a small, inexpensive and expandable platform that can be used for missions where larger UAVs are not practical. MAVs can carry out important military missions that heretofore were beyond our reach or could only be attained at great risk or resource expenditure. The compact size, cost efficiency and the versatility of MAVs has caught major attention of *military applications*: real time surveillance, battlefield damage assessment, low cost search and rescue operations, monitoring concentrations of chemicals in agricultural or industrial spills, traffic monitoring, hostage crisis monitoring, locating illegal drugs or weapons. MAVs may afford a high flexibility approach to mission and may bring mission capabilities to smaller units that theretofore were not large enough to justify possession and operation of traditional systems providing such capabilities.

Streszczenie

Wraz z rosnącą liczbą misji specjalnych systematycznie rośnie popularność mikroobiektów latających, które pozwalają ograniczyć ewentualne straty ludzkie i ekonomiczne. Koncepcja mikroobiektów latających przeznaczona jest dla niedrogich i rozwijających się platform, które mogą być użyte w misjach, w których użycie większych bezpilotowych obiektów latających nie jest praktyczne. Mikroobiekty latające mogą wykonywać ważne misje wojskowe poza bezpośrednim działaniem wojsk własnych oraz cechują się następującymi możliwościami (po odpowiednim ich wyposażeniu): obserwacją w czasie rzeczywistym, oceną strat na polu walki, niskimi kosztami operacji poszukiwawczych i ratunkowych, monitorowaniem: upraw, zanieczyszczeń przemysłowych, natężenia ruchu drogowego, lokalizacją narkotyków lub uzbrojenia. Artykuł podejmuje problematykę napędu mikroobiektów latających.

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof SIBILSKI (Air Force Institute of Technology, Warsaw)

MODELOWE BADANIA AERODYNAMICZNE USKRZYDLONEJ BOMBY O ZMIENNEJ KONFIGURACJI SKRZYDEŁ

WIND TUNNEL INVESTIGATIONS INTO AERODYNAMIC BEHAVIOUR OF A WINGED BOMB WITH A VARIABLE WING CONFIGURATION

Jerzy MARYNIAK*, Edyta ŁADYŻYŃSKA-KOZDRAŚ, Maciej LASEK***,
Marek KALSKI***

*Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej, Politechnika Warszawska
Institute of Aeronauts Department of Mechanics, Warsaw University of Technology, Poland

**Zakład Mechaniki Stosowanej, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska
Department of Mechanics, Warsaw University of Technology, Poland

***Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych
State Committee for Air Accidents Investigations, Warsaw, Poland

Streszczenie

Tematem niniejszej pracy jest analiza możliwości zwiększenia donośności tradycyjnych bomb lotniczych. Zagadnienie to jest realizowane poprzez wykonanie badań w tunelu aerodynamicznym modelu bomby lotniczej w różnych konfiguracjach oraz przeprowadzenie symulacji numerycznej w oparciu o uzyskane charakterystyki. Jako podstawę badań przyjęto model lotniczej bomby kasetowej LbKas-250 zaprojektowanej przez dr inż. Z. Winczurę i dr inż. A. Żyłuka w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych, oraz model uskrzydłonego adaptera, którego geometria jest wzorowana na adapterze „Longshot” (produkowanym przez amerykańską firmę Lockheed Martin). W ramach wykonano model bomby wraz z uskrzydłonym adapterem w skali 1:5, który następnie przebadano w wagowym tunelu aerodynamicznym Zakładu Aerodynamiki Instytutu Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej Politechniki Warszawskiej.

Przeprowadzono badania samej bomby oraz z zamontowanym adapterem przy zmiennym skosie skrzydeł. Uzyskane w ten sposób charakterystyki aerodynamiczne umożliwiają przeprowadzenie symulacji szybującej bomby przy zrzucie w różnej konfiguracji lotu nosiciela i z różnych wysokości.

Abstract

A wind tunnel model as constructed of a the new LbKas 250 bomb designed at the Air Force Institute of Technology for the purposes aerodynamic investigations. The investigations were conducted in the Division of Aerodynamics at the Institute of Aeronautics and Applied Mechanics of Warsaw University of Technology. Non-dimensional coefficients at the aerodynamically lift and drag, respectively were determent with the pitching moments. Sample applications to numerical simulations were presented as well.

Recenzent:

dr hab. inż. Stanisław WRZESIŃ (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**MODEL MATEMATYCZNY DYNAMIKI LOTU STEROWANYCH
POCISKÓW ARTYLERII POŁOWEJ****MATHEMATICAL MODEL OF FLIGHT DYNAMICS FOR GUIDED
ARTILLERY PROJECTILES****Leszek BARANOWSKI**Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

W bogatym arsenale amunicji stosowanej przez współczesną artylerię polową można znaleźć coraz więcej pocisków sterowanych. Przeważającą część tych pocisków stanowią pociski stabilizowane brzechwowo, sterowane aerodynamicznie (za pomocą sterów w układzie kaczka lub układzie normalnym), ale pojawiają się również sterowane pociski artyleryjskie stabilizowane obrotowo. Stosowanie na współczesnym polu walki coraz większej ilości kierowanych pocisków wymusiło podjęcie prac nad nowymi wersjami dokumentów standaryzacyjnych umożliwiających modelowanie i symulowanie lotu tych pocisków na potrzeby systemów kierowania ogniem. W związku z tym w 2002 roku rozpoczęto prace nad Stanagiem 4618 zatytułowanym „Model trajektorii lotu pocisków sterowanych o sześciu i siedmiu stopniach swobody” (ang. The six/seven degrees of freedom guided projectile trajectory model).

W artykule przedstawiono model matematyczny o sześciu stopniach swobody wykorzystywany według Stanagu 4618 do symulowania sterowanego lotu amunicji artyleryjskiej stabilizowanej obrotowo oraz brzechwowo. Opisano równania ruchu w układzie poruszającym się z pociskiem, stosowane układy odniesienia oraz siły zewnętrzne i sterujące działające na pocisk w locie. Starano się, gdzie tylko było to możliwe, zachować oryginalne oznaczenia i pisownię, ale w niektórych przypadkach - celem osiągnięcia zgodności z oznaczeniami stosowanymi w Stanagu 4355 oraz celem wyeliminowania dublowania się niektórych oznaczeń - zaproponowano nowe oznaczenia.

Opracowywany w Stanagu model matematyczny lotu pocisków sterowanych dotyczy zarówno pocisków stabilizowanych brzechwowo (pociski raketowe i moździerzowe) jak i stabilizowanych obrotowo (klasyczne pociski artyleryjskie). Uwzględnia on również pociski z dodatkowym silnikiem raketowym (ang. Rocket-Assisted Projectiles) oraz z gazogeneratorem (Base-Burn Projectiles). Stanag ten ma być uzupełnieniem Stanagu 4355.

Dostępna autorowi wersja robocza Stanagu 4618 na pewno nie jest wersją końcową, gdyż zawiera wiele błędów edytorskich w równaniach ruchu, występują podwójne oznaczenia omawianych wielkości fizycznych ale przede wszystkim brak jest zgodności oznaczeń ze Stanagiem 4355.

Zasługującym na uwagę wydaje się być pomysł wykorzystania w Stanagu 4618 do opisu siły ciężkości eliptycznego modelu Ziemi zgodnego z WGS-84.

Głównym celem Stanagu 4618 ma być ujednolicenie procedur obliczania trajektorii lotu pocisków sterowanych aby ułatwić i rozszerzyć współpracę między różnymi ośrodkami badawczymi i konstrukcyjnymi w głównej mierze przy opracowywaniu systemów kierowania ogniem i przeprowadzaniu identyfikacji charakterystyk modelu matematycznego pocisków.

Abstract

This paper presents the six degrees of freedom guided, spin or fin-stabilized projectile trajectory model, which is described in Stanag 4618. The equations of motion in body-fixed coordinates, the used coordinate system as well as applied aerodynamic and controlled forces on the projectile are presented too.

Conclusion

The principal aim of this article is to acquaint the Polish scientist with the six degrees of freedom guided projectile trajectory model for exterior ballistic trajectory simulation of artillery projectiles for the NATO Naval and Army Forces. This will facilitate the development of simpler variants for use in fire control system and the exchange of exterior ballistic data and fire control information.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**WYBRANE ZAGADNIENIA DOŚWIADCZALNO-NUMERYCZNYCH
BADAŃ AERODYNAMIKI OBIEKTÓW LATAJĄCYCH****SELECTED PROBLEMS OF EXPERIMENTAL-NUMERICAL
INVESTIGATIONS OF FLYING OBJECTS AERODYNAMICS****Michał FRANT, Stanisław WRZESIEŃ**Instytut Techniki Lotniczej, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Aviation Technology, Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Badania opływu obiektów gazem rzeczywistym przy wykorzystaniu metod analitycznych nie jest możliwe bez stosowania daleko idących uproszczeń dotyczących zarówno własności płynu jak i postaci warunków brzegowych. Uproszczenia równań wyjściowych zagadnienia opływowego, znanych jako równania Naviera-Stokesa (N-S), powodują znaczne uproszczenia opisu rzeczywistych zjawisk przepływowych i w konsekwencji otrzymuje się rozwiązania dostarczające informacji o charakterze ogólnym, które nie są dostatecznie dokładne w analizie bardziej złożonych struktur przepływowych. Współczesne wymagania w zakresie dokładności wyznaczania właściwości aerodynamicznych to na ogół dokładność rzędu 5-7%

Wynika to z faktu ciągłego postępu technologicznego, a ponadto w wielu dziedzinach techniki dokładność informacji o przepływie ma bardzo wielki wpływ nie tylko na jakość i użyteczność konstrukcji, ale także na bezpośrednie bezpieczeństwo oraz życie ludzi. Z tego względu większość informacji o przepływach płynów o bardziej realnych właściwościach fizycznych uzyskuje się już od dawna na drodze pracochłonnych badań prowadzonych w kosztownych tunelach aerodynamicznych.

Ponieważ metody te również nie pozostają bez wad, z których najpoważniejszą jest problem skali zjawisk, nowe możliwości badań pojawiły się wraz z rozwojem komputerów realizujących obliczenia z dużą szybkością. Szybki rozwój metod numerycznych dostosowanych do nowych możliwości realizacji takich metod spowodował, że dziś obydwie te metody: doświadczalna i numeryczna rozwijają się równolegle. Całkowite zastąpienie metod tunelowych metodami numerycznymi jest mało realne w najbliższej perspektywie, a główny powód wynika z porównania kosztów i czasu realizacji takich badań w funkcji liczby symulacji. Przez symulację rozumiemy tu wyznaczenie parametrów dla jednej kombinacji liczby Macha, kąta natarcia, liczby Reynoldsa itp. i w przypadku złożonych obiektów liczba symulacji jest znaczna.

Dla przykładu z doświadczeń Boeinga wynika, że przygotowanie nowego projektu dla typowego samolotu transportowego lub pasażerskiego wymaga przeprowadzenia około 2.5 miliona symulacji.

Wnioski z porównania udziału w badaniach metod doświadczalnych i numerycznych są następujące:

- metody numeryczne zapewniają przeprowadzenie, przy stosunkowo małych kosztach i w krótkim czasie jedynie małej liczby symulacji;
- doświadczalne metody badań tunelowych umożliwiają wykonanie setek tysięcy symulacji o koszcie całkowitym możliwym do przyjęcia w dłuższym czasie.

Wynika to między innymi z faktu, iż na ogół liczba symulacji wykonanych w tunelu jest przeważnie o kilka rzędów wielkości większa od liczby symulacji wykonanej w tym samym czasie na komputerach.

W pracy przedstawiono współczesne tendencje rozwojowe w zagadnieniach badań aerodynamiki obiektów latających. Z analizy prac poświęconych tym zagadnieniom wynika, że metody numeryczne stawiane dziś na równi z metodami doświadczalnymi oraz metodami „czystej” teorii należą wprawdzie do dość skutecznych metod badawczych, ale są stosunkowo trudne w realizacji. Wskazano tu na niektóre ważniejsze trudności obliczeniowe i metody ich eliminacji, a także na zalety stosowania takich metod w zagadnieniach warunkujących postęp w badaniach właściwości aerodynamicznych obiektów na przykład bomb lotniczych, rakiet lub pocisków. Podano przykład zastosowania doświadczalno-numerycznej metodyki badania charakterystyk aerodynamicznych bomby lotniczej. W badaniach wykorzystano tunel małych prędkości oraz poza prędkością strumienia tunelu, komercyjny pakiet obliczeniowego typu CFD (Computational Fluids Dynamics) Fluent 6.2.

Abstract

The modern tendencies of development in the field of research of aerodynamics of flying objects have been presented in this work. Having analysed papers devoted to these problems one can draw a conclusion that numerical methods regarded as equal to the experimental methods as well as to the pure theoretical methods belong to the class of efficient research tools but they are comparatively hard to be applied. It has been pointed out on some prior difficulties of numerical calculations and the methods of their reductions as well as on the advantages of using such methods in the problems conditioning progress in research of aerodynamics properties of flying objects like bombs, rockets and bullets. An example of applying experimental/numerical methodology of investigations of aerodynamic characteristics of the bombs has been given. For doing scientific researches both the subsonic aerodynamic tunnel and commercial software package of CFD type; Fluent ver. 6.2 have been used.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof SIBILSKI (Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa)

BALLISTIC TRAJECTORY OF UNGUIDED ROCKET INFLUENCED BY SOLID PROPELLANT USED

WPŁYW ZASTOSOWANEGO STAŁEGO PALIWA RAKIETOWEGO NA TRAJEKTORIĘ LOTU RAKIETY NIEKIEROWANEJ

Pavel KONEČNÝ, Milan MACHALA

University of Defence in Brno, Faculty of Military Technology,
Department of Aircraft and Rocket Technology, Czech Republic
Instytut Techniki Lotniczej i Rakietowej, Wydział Techniki Wojskowej,
Akademia Obrony, Brno, Czechy

Abstract

Rockets with *solid propellant rocket motors* – (SPRM) usually use two types of *solid propellant* – (SP) which from physical-chemical structure point of view are as follows, i.e:

1. Colloidal (homogeneous, double base);
2. Heterogeneous (mechanical mixture).

These SP's differs from each other by their energetic, internal ballistic, physical-chemical and mechanical properties. Energetic and internal ballistic properties mainly influence one of main tactical-technical characteristic of the rocket, i.e. its firing range.

The paper introduces the analyse of the same geometric shape of solid propellant charge inside the combustion chamber of 122 mm salvo rocket when using two variants of solid propellant chemical composition. Solid propellant variants deal with mutual comparison of colloidal and heterogeneous solid propellant charges and their influence on rocket firing range.

Streszczenie

Silniki rakietowe na paliwo stałe wykorzystują zwykle dwa typy stałych paliw rakietowych, które z fizyko-chemicznego punktu widzenia można podzielić na dwie grupy:

1. Paliwa koloidalne (homogeniczne, dwubazowe)
2. Paliwa heterogeniczne (mieszniny mechaniczne).

Paliwa te różnią się między sobą właściwościami energetyczno-balistycznymi oraz fizyko-chemicznymi. Właściwości energetyczne i balistyczne wpływają głównie na zasadnicze charakterystyki taktyczno-techniczne rakiety, a głównie na donośność (zasięg) lotu.

W referacie przeprowadzono analizę, dla tego samego kształtu geometrycznego stałego paliwa rakietowego zastosowanego w silniku rakietowym 122 mm rakiety, zasięgu lotu rakiety dla dwóch wariantów ww. rakietowych kompozycji chemicznych

Reviewer:

Prof. dr hab. inż. Maciej BOSSAK (Warsaw University of Technology, Warsaw)

**WPŁYW STRUMIENIA ZAWIRNIKOWEGO NA TOR LOTU
NIEKIEROWANEGO POCISKU RAKIETOWEGO PO WYLOCIE
Z WYRZUTNI PODWIESZONEJ NA ŚMIGŁOWCU**

**THE INFLUENCE OF ROTOR WAKE ON TRAJECTORY OF
MISSILE LUNCHED FROM THE HELICOPTER**

Konrad MACKIEWICZ, Krzysztof SIBILSKI

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
Air Force Institute of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Z punktu widzenia dynamiki lotu, śmigłowiec jest bardzo złożonym statkiem powietrznym. Siła nośna wytwarzana jest przez wirujące powierzchnie nośne (łopatki wirnika nośnego), które w klasycznym rozwiązaniu głowicy są połączone z kadłubem za pomocą trzech przegubów. Ruch do przodu uzyskuje się poprzez pochylenie wirnika. Moment obrotowy kadłuba wywołany obrotem wirnika kompensowany jest ciągiem śmigła ogonowego.

W czasie lotu występuje tak zwane „myszkowanie” i pochylenie kadłuba uzależnione od prędkości lotu oraz drgania i wibracje w czasie zastosowania śmigłowca jako platformy przenoszącej uzbrojenie. Występują wzajemne oddziaływania, śmigłowca na uzbrojenie i uzbrojenia na właściwości lotne śmigłowca. Można wyróżnić następujące główne oddziaływanie śmigłowca na uzbrojenie:

- wpływ drgań śmigłowca na linię celowania;
- wpływ prędkości na pochylenie kadłuba i związane z tym problemy celowania oraz usytuowanie uzbrojenia;
- wpływ prędkości lotu śmigłowca i oddziaływania wirnika nośnego (śladu zawirnikowego generowanego opływem łopatek) na tory lotu pocisków rakietowych.

W artykule zostaną przedstawione wyniki badań symulacyjnych oddziaływania wirnika nośnego na tory lotu rakiet niekierowanych w oparciu o dyskretny model śladu zawirnikowego wirnika nośnego śmigłowca, oraz dyskretny model pocisku rakietowego. Wyniki badań symulacyjnych potwierdziły konieczność zwiększenia: minimalnej wysokości odpalenia rakiet, prędkości śmigłowca, początkowej prędkości wylotu dla wyeliminowania niekorzystnego oddziaływania śladu zawirnikowego wirnika nośnego śmigłowca na tor lotu pocisku i bezpieczeństwo odpalania rakiet.

Abstract

In the paper we presented, the calculations showing the influence of rotor wake on trajectory of missile launched from the helicopter.

Recenzent:

dr hab. inż. Cezary SZCZEPAŃSKI (Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa)

**KONSTRUKCJA UKŁADU ZABEZPIECZAJĄCO-UZBRAJAJĄCEGO
ZAPALNIKA DO WYROBÓW RAKIETOWYCH O RUCHU
OBROTOWYM WZGLĘDEM OSI PODŁUŻNEJ****КОНСТРУКЦИЯ ЗАЩИТНО-ВООРУЖАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ
ВЗРЫВАТЕЛЯ ДЛЯ РАКЕТНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ВРАЩАТЕЛЬНЫМ
ДВИЖЕНИЕМ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ****STRUCTURE OF ROCKET PROTECTIVE AND FUSE SYSTEM FOR
MISSILES WITH ROTARY MOTION****Janusz TUŚNIO, Zbigniew KORUBA**

Katedra Pojazdów i Sprzętu Mechanicznego, Politechnika Świętokrzyska
Кафедра Машин и Механического Оборудования, Политехника Свентокжыска
Kielce University of Technology, Kielce, Poland

Streszczenie

Jednym z podstawowych zadań stawianych przed konstruktorami i producentami amunicji jest zapewnienie niezawodności i bezpieczeństwa jej użytkowania. Ma to ogromne znaczenie, zarówno w warunkach pokojowych jak i w czasie działań wojennych. Konsekwencją przedwczesnego zadziałania amunicji strzeleckiej lub artyleryjskiej w przewodzie lufy czy też pocisku raketowego na wyrzutni lub w jej pobliżu jest śmierć lub ciężkie obrażenia obsługi oraz zniszczenie na ogół drogiego sprzętu. Nie bez znaczenia jest oddziaływanie informacji o takim wydarzeniu na psychikę innych osób obsługujących taki sam lub podobny sprzęt lub korzystających z określonego typu amunicji. Rozmiary strat ludzkich i materialnych rosną wraz z masą ładunku kruszącego, którym zaelaborowany jest kadłub bomby, pocisku artyleryjskiego lub raketowego.

W przypadku amunicji artyleryjskiej konstrukcja układów zabezpieczająco – uzbrajających jej zapalników jest stosunkowo dobrze opanowana, na co wpływ mają bardzo duże przeciążenia wystrzeliwanego wyrobu, umożliwiające konstruowanie niezawodnych mechanizmów bezwładnikowych. Trudniejszym zagadnieniem jest zabezpieczenie przed przedwczesnym zadziałaniem pocisków raketowych, których głowice bojowe zawierają znaczne ilości materiałów wybuchowych kruszących, stwarzających ryzyko powstania strat ludzkich i materialnych w dużych rozmiarach przy przypadkowym lub niepożądanym ich zadziałaniu. Celem zabezpieczenia tych wyrobów stosuje się układy mechaniczne o działaniu opartym o właściwości bezwładnika zmieniającego położenie pod wpływem przeciążenia a także zabezpieczenia mechaniczno-pirotechniczne. Stosunkowo niewielkie przeciążenia, którym podlegają te wyroby są porównywalne z przeciążeniami występującymi podczas transportu czy też przypadkowego upadku. Z tego też względu oparcie zabezpieczenia jedynie na mechanizmie bezwładnikowym, reagującym wyłącznie na przyspieszenie liniowe wyrobu nie zawsze prowadzi do dobrych rezultatów

W pracy przedstawiono koncepcję zwartej konstrukcji mechanicznego układu zabezpieczająco – uzbrajającego zapalnika pocisków raketowych wykonujących ruch obrotowy względem osi podłużnej.

Układ w którym w sposób niekonwencjonalny wykorzystano przekładnię obiegową, której jarzmo pełni zarazem funkcję bezwładnika może stanowić drugi stopień zabezpieczenia elektronicznych zapalników czasowych lub zbliżeniowych.

Przedstawiona koncepcja konstrukcji mechanicznego układu zabezpieczającego zapalników pocisków raketowych o ruchu obrotowym względem osi podłużnej może być podstawą do wykonania układu modelowego zapalnika czasowego lub zbliżeniowego do zastosowania zwłaszcza do pocisków przenoszących np. ładunki zakłócające pracę instalacji radarowych w systemach aktywnej obrony okrętów i innych pocisków o względnie niedużych przyspieszeniach liniowych. Ze względu na prostą konstrukcję i niewielkie koszty wykonania zapalniki takie mogą być zwłaszcza przydatne w niewielkich wyrobach, nie zawierających dużych ilości materiału kruszącego w głowicy bojowej, które mimo potencjalnie niewielkiego zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego muszą być zabezpieczone przed przedwczesnym zadziałaniem. Pozytywny wynik badań takiego wyrobu na wirówce w szerokim zakresie temperatury a także przy innych niekorzystnych narażeniach mechanicznych i klimatycznych może stanowić przesłankę do wykonania i badań serii prototypowej.

Содержание

В работе представлена концепция компактной конструкции механической защитно-вооружающей системы взрывателя ракетных снарядов в производящих вращательным движением относительно продольной оси. Система, в которой применена нетипичная планетарная передача, которой ярмо одновременно выполняет роль инерционного тела может являться другим вариантом защиты электронных исполнительных или замедленного действия взрывателей.

Резюме

Представлена в работе концепция конструкции механической защитно-вооружающей системы взрывателя может найти применение в радарных системах активной защиты разнообразных объектов. Положительный результат исследований такого изделия на стендовой установке в широком диапазоне температур а также в неблагоприятных механических и климатических условиях может являться предпосылкой для производства прототипа.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**STATIC MECHANICAL CHARACTERISTICS,
DYNAMIC MODULUS OF ELASTICITY
AND HIGH FREQUENCY FATIGUE OF MATERIALS**

**STATYCZNE CHARAKTERYSTYKI MECHANICZNE, MODUŁ
SPRĘŻYSTOŚCI I WYSOKOCZĘSTOTLIWOŚCIOWE ZMĘCZENIE
MATERIAŁÓW**

Vladimír BELLA

Academy of the Armed Forces of General Milan Rastislav Štefánik, Liptovsky Mikulas,
Department of Mechanical Engineering, Slovakia
Akademia Sił Łądowych, Liptowski Mikulasz, Słowacja

Abstract

The paper deals with the influence of load ramp magnitude on the high frequency fatigue characteristics of titanium alloy POLDI T 110, fatigue life measured under high frequency cyclic loading frequency $f \approx 20$ kHz, alternating symmetric tension-pressure, loading cycle asymmetry $R = \pm 1$, temperature $T = 20 \pm 5^\circ\text{C}$, in the field of high number of cyclic from $N = 10^8$ cycles. The fatigue process is very sensitive to a great amount of both external and internal factors that, each of them on its own, but especially when acting simultaneously, can very effectively affect the fatigue resistance of materials, parts and constructions.

The fatigue tests can be performed in various experimental conditions and at different loading frequencies. Many important characteristics of construction materials can be obtained using high frequency cyclic loading at frequencies of about 20 kHz. Only small attention has been paid so far to initial phases of high frequency tests. It holds true also about non-conventional tests when the amplitude of tension is continually increased in regime of controlled amplitude of tension (with zero mean amplitude). When the increase (so called *load ramp*) is finished, the amplitude is maintained at a constant value.

The aim of this work was to determine the influence of thermal processing on static mechanical characteristics and values of dynamic modulus of elasticity and also the influence of thermal processing and load ramp on fatigue characteristics of experimental materials at loading frequency of about 20.2 kHz and temperature $20^\circ \pm 5^\circ\text{C}$.

Conclusion

Requirements on increasing of a suitable properties of machines and machineries in view of their lifetime and safety cause an increase of interest in research experimental studies in areas with cycles amounting to $N_c = 10^9$. In fatigue degrading processes in gigacycling modes of loading are also studied. Continuous obtained experimental results in constructional materials by high-frequency cycle loading with working frequencies about 20 kHz show possibility of verification of fatigue characteristics beyond limit $N_c = 10^7$ cycles.

Moreover, the perspective appears that fatigue degrading processes can be studied up to the required number of cycles $N_c = 10^9$ and even more. Up to the present, studies all over the world have been without any coordination or system.

Mutual comparison of results obtained at HFCL and LFCL due to different conditions in experiments serves only for orientation. An important requirement for the expected representative results is the creation mandatory regulations i. e. an international standard for performing experiments at HFCL..

It was proved that being stretched and compressed with loading frequency of about 20.2 kHz at the temperature of $20^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ both titanium alloy POLDI T 110 are sensitive to the rate of increase of amplitude of tension at the beginning of the fatigue test, so-called load ramp magnitude. When the load ramp magnitude is decreased, the fatigue limit of titanium alloy POLDI T 110 increases.

The method is fully applicable for high-frequency test and provides reproducible characteristics. Measured values make it possible to analyse the Wöhler fatigue life curve, the Coffin, Manson fatigue life curve, and the cyclic deformation fatigue life curve, both graphically and analytically even when obtained at high-frequency loading.

As it follows from the mutual comparison of fracture surfaces of investigated experimental material damaged by fatigue tests with different load ramp magnitudes their values have no significant influence on character and morphology of fracture surfaces.

Streszczenie

W referacie rozpatrywany jest wpływ wielkości obciążenia na wysokoczęstotliwościowe charakterystyki zmęczeniowe stopu tytanu POLDI T 110 oraz trwałość zmęczeniową mierzone pod wpływem cyklicznego obciążenia o częstotliwości $f \approx 20 \text{ kHz}$, symetrycznego ciśnienie rozciągania, asymetrii cyklu obciążenia $R = \pm 1$, temperatury $T = 20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ i dużej liczby cykli.

Proces zmęczeniowy materiałów, elementów konstrukcji jak i całych konstrukcji jest bardzo czuły na dużą liczbę zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych czynników obciążeniowych. Badania zmęczeniowe mogą być wykonywane dla różnych warunkach eksperymentu i dla różnych częstotliwości obciążenia, jednak bardzo ważne charakterystyki materiałów konstrukcyjnych można otrzymać stosując cykliczne obciążenie o częstotliwości około 20 kHz.

Bardzo małą uwagę jak dotąd poświęca się fazie początkowej badań wysokoczęstotliwościowych. W niekonwencjonalnych badaniach amplituda rozciągania stale wzrasta (do ustalonej wartości) w zadanym obszarze kontrolnym.

Celem pracy było określenie wpływu procesów termalnych na statyczne charakterystyki mechaniczne i wartości dynamicznego modułu sprężystości jak również wpływ procesów termalnych i obciążenia na charakterystyki zmęczeniowe badanych materiałów dla częstotliwości obciążenia około 20.2 kHz i temperatury $20^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.

Reviewer:

dr hab. inż. Zbigniew KORUBA (Kielce University of Technology, Kielce)

**WSTĘPNA ANALIZA WZAJEMNEGO ODDZIAŁYWANIA PŁYTY
OPOROWEJ MOŹDZIERZA I PODŁOŻA PODCZAS STRZAŁU****INITIAL ANALYSIS THE INTERACTION OF MORTAR BASE PLATE
AND GROUND DURING SHOT****Marek RADOMSKI**Instytut Mechaniki i Konstrukcji, Politechnika Warszawska
Institute of Mechanics and Design, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Wzrost donośności moździerza może być osiągnięty na dwa sposoby, to jest poprzez zwiększenie prędkości początkowej pocisku lub zastosowanie dodatkowego napędu raketowego. Pierwszy z wymienionych sposobów pociąga za sobą wzrost energii odrzutu, jak również maksymalnej siły odrzutu. Konsekwencją tego będzie wzrost masy płyty oporowej, która byłaby wykonana według klasycznego rozwiązania konstrukcyjnego. Może się więc zdarzyć, że moździerz taki przestałby być moździerzem lekkim, a stałby się moździerzem średnim lub ciężkim. Istnieje zatem potrzeba dokładniejszej analizy zjawiska odrzutu w przypadku strzelania z moździerza. Analiza taka powinna przyczynić się do lepszego poznania i zrozumienia samego zjawiska, jak również pozwoli sprecyzować wytyczne dla optymalnego projektowania płyty oporowej, pod kątem minimalizacji jej masy.

W pracy przedstawiono wyniki wstępnej analizy (z wykorzystaniem komercyjnego systemu oprogramowania ADINA) zagadnienia odrzutu podczas strzelania z moździerza. Na podstawie otrzymanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Maksymalne wartości oddziaływań podłoża na płytę odpowiadają chwili, gdy siła odrzutu przyjmuje wartość maksymalną, to jest w chwili, gdy w lufie osiągnęte jest ciśnienie maksymalne.
2. Reakcja podłoża na płytę oporową jest silnie uzależniona od jej sztywności. Im płyta jest bardziej wiotka, tym mniejszy obszar podłoża musi przenieść obciążenie siłą odrzutu. Centralna część płyty przemieszcza się wówczas na większą głębokość, przy czym towarzyszy temu wzrost wartości ciśnienia w gruncie.
3. Zaobserwowano stosunkowo niewielkie różnice w rozkładach naprężeń w płycie pomiędzy przypadkami obciążenia statycznego i dynamicznego maksymalną siłą odrzutu.
4. Wydaje się zatem dopuszczalnym prowadzenie analizy wytrzymałościowej płyty obciążonej statycznie siłą odrzutu o maksymalnej wartości.

Abstract

Results of the initial analyses of the recoil during shoots from mortar are presented and commented. It can state that the interaction of base plate and ground and stiffness of base plate have most effect on course of investigated phenomenon.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Maciej BOSSAK (Politechnika Warszawska, Warszawa)

LUFY I ARMATY WKŁADKOWE DO ARMAT CZOŁGOWYCH

ВКЛАДНЫЕ СТВОЛЫ И ВКЛАДНЫЕ ПУШКИ ДЛЯ ТАНКОВ

INSERT BARRELS AND CANNONS FOR TANK GUNS

Paweł TYPER, Wiesław LABNO, Tadeusz ŚWIĘTEK

Ośrodek Badawczo Rozwojowy Sprzętu Mechanicznego w Tarnowie Sp. z o.o.

Научно-исследовательский конструкторский центр механического оборудования в г. Тарнов.

Research and Develop Centre, Tarnów, Poland

Streszczenie

Lufy wkładkowe są to urządzenia montowane w przewodzie lufy armaty czołgowej w których do strzelania wykorzystuje się zamek armaty czołgowej. W przypadku armat wkładkowych w miejsce zdemontowanego zamka czołgowego montuje się układ automatycznego ładowania który ma za zadanie: dosyłanie amunicji na linię strzału, zamykanie przewodu lufy armaty wkładkowej oraz inicjowanie strzału (w wyniku uderzenia iglicy lub przekazania impulsu elektrycznego na urządzenie zapłonowe). We wprowadzonych na uzbrojenie Sił Zbrojnych RP czołgów T-72, wyposażonych w 125 mm armatę 2A46 początkowo stosowano 23 mm lufy wkładkowe 23LW-125 strzelające 23x152mm amunicją. Cechą charakterystyczną czołgów T-72 jest zmechanizowany układ zasilania w amunicję, zatem pojawiło się wymaganie mechanizacji lufy wkładkowej czyli opracowanie armaty wkładkowej. W celu zachowania jak największego realizmu w procesie szkolenia obsługi czołgowych w latach 90-tych w OBR SM w Tarnowie opracowano automatyczną armatę wkładkową wprowadzoną na uzbrojenie SZ RP pod nazwą „23 mm automatyczna lufa wkładkowa do 125 mm armaty czołgowej 2A46 (23ALW-125)”. Wobec rosnącego zainteresowania armatami wkładkowymi na świecie, na zamówienie kontrahenta zagranicznego posiadającego czołgi T-72, opracowano w latach 2004÷2005 w OBR SM sp. z o.o. armatę wkładkową pod nazwą „25 mm automatyczna lufa wkładkowa do 125 mm armaty czołgowej 125 MS (25ALW-125MS)” strzelającą 25x137 mm amunicją.

W artykule przedstawiono opracowane i opracowywane w Ośrodku Badawczo Rozwojowym Sprzętu Mechanicznego w Tarnowie Sp. z o.o. lufy i armaty wkładkowe przeznaczone do szkolenia obsługi czołgów znajdujących się na uzbrojeniu SZ RP oraz przeznaczone na eksport.

Содержание

В статье представлен перечень разработанных в Научно - Исследовательском Конструкторском Центре Механического Оборудования в Тарнове вкладных пушек, предназначенных для оснащения танков, находящихся на вооружении военных сил Республики Польша.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**BADANIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE
MOSTU MS-20 Z UWZGLĘDNIENIEM POŁĄCZEŃ SPAWANYCH****DURABILITY RESEARCH FOR MS-20 BRIDGE TAKING INTO
CONSIDERATION WELD JOINTS****Adam BARTNICKI, Paweł MARECKI,**Instytut Budowy Maszyn, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Machine Building, Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

W Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (i nie tylko) od dłuższego czasu odczuwa się brak mostów towarzyszących na podwoziu kołowym, które umożliwiłyby pokonywanie wąskich przeszkód terenowych o szerokości do 20 m. Zakłada się, że pojazdy te nie będą wywoływały obciążeń większego niż 70 MLC (z ang. Military Load Class) dla pojazdów gąsienicowych i 110 MLC dla zestawów pojazdów kołowych. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych w Gliwicach we współpracy z Instytutem Logistyki, Systemów Dowodzenia i Wsparcia i Instytutem Budowy Maszyn WAT opracował konstrukcję mostu MS-20, przeznaczonego dla pododdziałów inżynierijno-drogowych szczebla taktycznego i operacyjnego.

W referacie przedstawiono wyniki badań wytrzymałościowych i niszczących mostu MS-20, a także wyniki badań metalograficznych jakim poddano uszkodzony główny węzeł konstrukcyjny koleiny mostowej. Na wytrzymałość konstrukcji ma przede wszystkim wpływ materiał z jakiego została wykonana, charakter i rodzaj obciążeń, a także oddziaływanie czynników zewnętrznych. Przyczynami uszkodzeń są między innymi: korozja, błędy konstrukcyjne, wady i karby spawalnicze. Te ostatnie związane są z wszelkimi nieciągłościami oraz zmianą kształtu przekroju połączenia, stając się potencjalnym miejscem pęknięcia, spowodowanego spiętrzeniem naprężeń. Stan odkształcenia i naprężenia w dniu karbu spawalniczego, miejscu inicjacji pęknięcia zmęczeniowego, określa się uwzględniając fakt, że może tu wystąpić uplastycznienie materiału nawet wówczas, gdy naprężenia nominalne (poza karbem) są mniejsze od granicy plastyczności stali.

Abstract

In this paper results of durability and destroy MS-20 bridge are presented. It presents also analysis durability of weld joint, which is destroyed while research. According to the analysis the range of nominal strains beyond the nick for examined weld joints is lower than admissible strain taken in ZTT. This dissimilarity ammonites to $\alpha_k = 240\div 280$ MPa according to the method of calculating the shape ratio. Further research need to be taken to elaborate the method of parameters selection for weld joints in that type of constructions.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Adam WIŚNIEWSKI (Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia,
Zielonka)

DYNAMICZNE PROBLEMY W EKSPLOATACJI GÓRNICZYCH URZĄDZEŃ TRANSPORTOWYCH

DYNAMIC PROBLEMS IN MAINTENANCE OF MINING TRANSPORTATION FACILITIES

Stanisław WOLNY, Stanisław DZIK, Przemysław NIKOLIN

Katedra Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji Akademii Górniczo – Hutniczej
AGH University of Science and Technology, Kraków, Poland

Streszczenie

Niedokładności w montażu przewodników zbrojenia szybowego, polegające na ich odchyleniu od pionu oraz uskokach w miejscu ich łączenia – mimo, że ich wartości mieszczą się w granicach określonych odpowiednimi przepisami są przyczyną drgań układu naczynie wydobywcze – zbrojenie szybowe. Drgania te, związane ze znacznymi wartościami sił poziomych – wzajemnego oddziaływania naczynia i zbrojenia – wpływają niekorzystnie na liny nośne, przewodniki i zbrojenie szybowe, a przede wszystkim na samo naczynie. Aby zapobiec powstawaniu tego zjawiska, lub przynajmniej ograniczyć wywołane przezeń skutki, koniecznym jest określenie wpływu parametrów eksploatacyjnych na wartość sił wzajemnego oddziaływania naczynia i zbrojenia, a w dalszej kolejności na wytrzymałość elementów konstrukcyjnych układu naczynie – zbrojenie. Nie można jednak tego dokonać bez przeprowadzenia analizy dynamicznej tego układu.

W artykule przedstawiono analizę dynamiczną pracy urządzenia wyciągowego. Układ zastąpiono modelem trójmasowym, dla którego zapisano dynamiczne równania ruchu, przyjmując że wymuszeniami są nierówności przewodników. Podano wzory – dla przyjętych założeń w postaci zamkniętej - za pomocą których wyznaczyć można siły (poziome) wzajemnego oddziaływania między naczyniami a zbrojeniem szybu, poprzez układ prowadnic krążkowych (czołowych oraz bocznych).

Abstract

In the paper is presented the dynamic analysis of the mine hoist. The three-mass model has substituted the system. Dynamic motion equations have been written for that model assuming the forcing actions are inequalities of guides. The relations of closed form were given due to accepted assumptions. These relations make possible to determine the action of mutual forces (horizontal) between the bucket and the shaft structure exerted by the disc guides system configured both in face or side direction.

Recenzent:

dr hab. inż. Zbigniew KORUBA (Politechnika Świętokrzyska, Kielce)

OSZACOWANIE DYNAMICZNEJ GRANICY PLASTYCZNOŚCI WYBRANYCH STALI ŁUSKOWYCH ZA POMOCĄ UDERZENIOWEGO TESTU TAYLORA

ESTIMATION OF DYNAMIC YIELD STRESS OF THE SHELL STEELS BY MEANS OF THE TAYLOR IMPACT TEST

Edward WŁODARCZYK*, Alina STARCZEWSKA, Jan MATERNIAK**,
Jacek JANISZEWSKI*, Wojciech KOPERSKI***

*Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

**Instytut Technologii Materiałów, Politechnika Poznańska

Institute of Material Technology, Poznan University of Technology, Poznań, Poland

Streszczenie

W 1948 r. G. Taylor opracował jednowymiarową teorię plastycznych odkształceń płasko zakończonych, długiego pręta po prostym uderzeniu nim w nieodkształcalną przegrodę (płytę). Pozwala ona za pomocą geometrycznych pomiarów odzyskanego po uderzeniu odkształconego pręta, oszacować w przybliżeniu dynamiczną granicę plastyczności tego materiału. Poczynając od tego czasu pojawiło się szerokie zainteresowanie badaniami udarowymi i szacowaniem dynamicznej granicy plastyczności. Prezentowany w literaturze pogląd wskazuje, że jednowymiarowa teoria Taylora charakteryzuje się pewnymi brakami w dokładnym szacowaniu dynamicznej granicy plastyczności, szczególnie w przypadku dużych prędkości uderzenia. Z tej przyczyny wielu badaczy koreluje wyniki eksperymentalne z nowoczesnymi analizami komputerowymi, które pozwalają zastosować skomplikowane postaci równań konstytutywnych opisujących materiał pręta. Za pomocą tych programów można aproksymować geometryczne wymiary próbki, uzyskane po badaniach, z bardzo wysoką dokładnością i solidnie określić dynamiczne właściwości jej materiału. Wadą metod komputerowych jest duży koszt programów i bardzo często wymagają pokąźnych ilości czasu do ich realizacji.

Pomimo ogromnych możliwości współczesnych technik obliczeniowych, proste jednowymiarowe teorie inżynierskie, dające możliwości analitycznych rozwiązań, nie straciły na znaczeniu. Takie teorie często dają badaczom możliwości wglądu we wzajemne oddziaływanie fizycznych parametrów badanego problemu i ich relację do wyniku przypadkowego. Te wzajemne oddziaływanie są często trudne do określenia za pomocą obliczeń komputerowych. Ponadto, proste teorie inżynierskie dostarczają również podstaw do projektowania eksperymentów i interpretacji fizycznej ich wyników.

W artykule oszacowano dynamiczną granicę plastyczności dwóch stali łuskowych: produkcji polskiej i niemieckiej. Mechaniczne właściwości tych stali aproksymowano modelem ciała idealnie plastycznego. W badaniach stosowano płasko zakończone cylindryczne pręty o długości początkowej $L = 56$ mm i średnicy $D = 8$ mm.

Pręty w charakterze pocisków napędzono do początkowej prędkości V o wartościach zawartych w przedziale; 110 m/s÷210 m/s, które uderzały prostopadle w nieodkształcalne kowadło. W obliczeniach szacujących dynamiczną granicę plastyczności badanych stali uwzględniono poprawne równanie ruchu sztywnej sekcji deformowanego pręta.

Granice tę oznaczono symbolem Y . Dla porównania obliczono również dynamiczną granicę plastyczności badanych stali klasyczną teorię Taylora i oznaczono ją przez Y_T . Okazuje się, że $Y_T < Y$. Różnica wynosi około 20%. Średnie wartości dynamicznej granicy plastyczności wynoszą: $Y \approx 2230$ MPa dla polskiej i $Y \approx 2170$ MPa dla stali niemieckiej. Przeciętny wzrost dynamicznej granicy plastyczności w porównaniu ze statyczną granicą plastyczności wynosi odpowiednio dla stali produkcji polskiej $Y/R_{0,2} \approx 1,86$ i niemieckiej $Y/R_{0,2} \approx 1,75$.

Abstract

Using Taylor's impact technique, the mean values of the dynamic yield stress in two shell steels (Bw 35 HGNMV and here denoted SL-N) was estimated. Mechanical properties of these steels were approximated by ideal plastic model. The technical flat-ended projectiles, made from above listed steel, was driven to values of the impact velocity in the range: 110÷210 m/s. These projectiles have impacted in undeformed anvil. The computations of the dynamic yield stresses were performed, using the correct equation of motion of the undeformed segment of the rod after impact. The mean values of the dynamic yield stress of studied shell steels are equal to: $Y \approx 2230$ MPa for Bw 35 HGNMV and $Y \approx 2170$ MPa for SL-N. The average increase of the dynamic yield stress value to relative static yield stress of these steels is $Y/R_{0,2} \approx 1,86$ and $Y/R_{0,2} \approx 1,75$, respectively. It is necessary taken into account that dynamic yield stress commutated by means of the classic Taylor theory Y_T is smaller than presented in this paper dynamic yield stress Y ($Y_T < Y$).

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Adam WIŚNIEWSKI (Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia,
Zielonka)

**MATERIAŁY SPIEKANE WYTWARZANE METODĄ SPIEKANIA
REAKCYJNEGO NA FRAGMENTUJĄCE POCISKI PISTOLETOWE****TECHNOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE FRANGIBLE PISTOL
BULLETS****Andrzej DĘBSKI, Jacek JANISZEWSKI**

Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Pojawiające się w kręgach wojskowych, jak i policyjnych, nowe koncepcje taktyki walki z terroryzmem i zorganizowaną przestępczością zakładające minimalizowanie ryzyka obrażeń osób postronnych, skłaniają konstruktorów amunicji strzeleckiej do poszukiwania coraz to nowych rozwiązań. Jednym z akceptowanych szeroko sposobów jest stosowanie amunicji fragmentującej. Działanie tego typu amunicji polega głównie na tym, że pocisk po zderzeniu w twardszą od niego powierzchnię (np. ścianą) ulega fragmentacji na wiele drobnych cząstek, które szybko tracą energię i nie stanowią zagrożenia dla osób znajdujących się w pobliżu strefy uderzenia. W ten sposób znacząco ogranicza się zjawisko rykoszetowania, które ma często miejsce w przypadku strzelania tradycyjną amunicją pistoletową. Pociski fragmentujące produkowane są przede wszystkim do amunicji pistoletowej, rzadziej stosowane są w nabojach karabinowych. Najczęściej są to pociski pozbawione płaszcza miedzianego, choć spotyka się także rozwiązania fragmentujących pocisków płaszczykowych.

Pociski amunicji fragmentującej produkowane są zazwyczaj z materiałów kompozytowych, które składają się z materiału-wypełniacza najczęściej o dużej gęstości oraz z materiału wiążącego, zapewniającego spójność pociskowi zarówno w przewodzie lufy jak i na trajektorii lotu. Wyróżnia się kilka metod wytwarzania pocisków fragmentujących.

W artykule przedstawiono koncepcję wytwarzania pocisków fragmentujących wykorzystującą metodę spiekania reakcyjnego. Do badań wytypowano dwa spieki ceramiczne otrzymane z mieszanek zawierających proszki Cu, WO₃, i Al. W wyniku wstępnych badań stwierdzono, że badane materiały ceramiczne mogą być użyte na pociski fragmentujące, gdyż ulegają fragmentacji na małe odłamki po uderzeniu w tarczę stalową o grubości 1 mm.

Abstract

The reactive sintering method of frangible bullets manufacturing is presented in this paper. Two ceramic sinters made from powder mixture compound Cu, WO₃ and Al were selected. It was found that studied ceramic composites reveal high frangibility after impact into 1 mm steel plate and therefore they could be used as material of frangible bullet.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

STANOWISKO DO WYCISKANIA NA GORĄCO WYPRASEK PRZEZNACZONYCH NA OKUCIA DO AMUNICJI KALIBRU 120 MM

THE STAND OF HOT EXTRUSION FORGING OF DIES STAMPINGS FOR CARTRIDGE-CASE 120 MM

Jerzy STĘPIEŃ*, **Leszek SKOWRON****, **Zdzisław KACZMAREK****,
Jan MATERNIAK***, **Alina STARCZEWSKA*****

* Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach,
Institute for Ferrous Metallurgy, Gliwice, Poland

** Fabryka Produkcji Specjalnej, Bolechowo
Special Production Factory, Bolechowo, Poland,

*** Politechnika Poznańska
Poznań University of Technology, Poznań, Poland

Streszczenie

Amunicja artyleryjska kalibru 120 mm do czołgu „Leopard” jest produkowana w wersji pocisku podkalibrowego i odłamkowo-burzącego, w odmianach bojowej i ćwiczebnej. Łuska do naboju 120 mm składa się z części spalającej się w czasie strzału oraz metalowego okucia. Okucie znajduje się w dnie naboju i zapewnia uszczelnienie komory naboju od strony zamka. Okucie pracuje w określonych warunkach (stosowane ciśnienia w czasie strzału są rzędu 500 MPa) i musi spełniać szereg wymagań związanych z wytrzymałością mechaniczną oraz odkształcalnością sprężystą i plastyczną materiału. Oczekiwane wartości jego właściwości zostały określone na następującym poziomie:

- wytrzymałość na rozciąganie R_m (max)=1420 MPa
- granica plastyczności $R_{0,2}$ (min)=1180 MPa
- wydłużenie całkowite A_5 (min)=10%
- przewężenie Z (min) = 10%
- twardość od 400 HB do 430 HB

Po przeprowadzeniu analizy możliwości wykonania stali o odpowiednich właściwościach w kraju, podjęto decyzję o wytworzeniu nowego gatunku stali przeznaczonego na okucie. Wytopy doświadczalny i przemysłowy zostały wykonane w Hucie Batory ze wsadu zawierającego złom niskofosforowy z wykorzystaniem urządzenia VAD. Nowy gatunek stali otrzymał symbol Bw35HGNMV, dla którego opracowano instrukcję technologiczną. W stosunku do składu innych stali o podobnych zastosowaniach skład stali Bw35HGNMV różni się w znacznej mierze ograniczeniem zawartości siarki i fosforu oraz wprowadzeniem do stali wapnia, za pomocą którego przeprowadzono modyfikację wtrąceń niemetalicznych.

Referat przedstawia wybrane wyniki uzyskane podczas realizacji projektu celowego nr 225/BO/B pt.: „Okucie do amunicji bojowej i ćwiczebnej do 120 mm armaty czołgu LEOPARD 2A4”, realizowanego na zlecenie Ministerstwa Nauki i Informatyzacji. W wyniku współpracy Politechniki Poznańskiej, Instytutu Metalurgii Żelaza i Fabryki Produkcji Specjalnej z Bolechowa, w ramach projektu w FPS powstało stanowisko do wyciskania wyprasek na gorąco przeznaczonych na okucia do amunicji kalibru 120 mm.

Wykonane okucia ze stali Bw35HGNMV po obróbce cieplnej polegającej na hartowaniu w kąpeli wodnej z zakresu temperatur od 865 °C do 870 °C (czas wygrzewania 2 godziny) oraz odpuszczaniu w temperaturze 550 °C przez 4 godziny i chłodzeniu w powietrzu, uzyskały prawidłową strukturę. W okuciach uzyskano strukturę odpuszczonego martenzytu i ziarno byłego austenitu o wielkości nie większej niż 25 µm (zgodne z wymaganym kryterium - wzorec minimum 6 według DIN 50602). Z przeprowadzonych badań opracowano następujące wnioski:

1. Aby spełnić wymagane dla okuć o kalibrze 120 mm kryteria właściwości mechanicznych, tj.: $R_m \leq 1420 \text{ MPa}$; $R_e \geq 1180 \text{ MPa}$; $A_5 \geq 10 \%$; $Z \geq 30 \%$, wypraski na okucia należy poddać obróbce cieplnej polegającej na hartowaniu w wodzie z zakresu temperatur od 865 °C do 870 °C (czas wygrzewania 2 godziny) i odpuszczaniu w temperaturze 550 °C przez 4 godziny i chłodzeniu w powietrzu.
2. Wprowadzenie wyciskania na gorąco okuć 120 mm ze stali Bw35HGNMV zamiast dotychczas stosowanej technologii kucia i obróbki wiórowej pozwoliło zwiększyć uzysk materiału o ok. 15 % i tym samym obniżyć koszty wytwarzania oraz zwiększyć wydajność procesu.

Abstract

In the paper the stand for hot extrusion forming of Bw53HGNMV steel, which was constructed at Special Production Factory in Bolechowo was presented and the results of developed heat treatment parameters were described. Results of simulation of extrusion forging test using lead in the plane strain state were also presented.

Conclusions

1. The cartridge-case of 120 mm made of Bw35HGNMV steel fulfilled the requirements after the following heat treatment: quenching from austenitizing temperature between 865 °C and 870 °C in water (held at the temperature for 2 hours) and tempering at 550 °C for 4 hours with cooling in air.
2. Introduction of hot extrusion forging of cartridge-case 120 mm made of Bw35HGNMV steel in place of currently used technology (forging and machining) allowed to increase by 15% metallic yield and to decrease manufacturing costs and finally to increase production capacities.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**OPIS ZMIAN WARTOŚCI PARAMETRÓW DIAGNOSTYCZNYCH
WYBRANEGO URZĄDZENIA SYSTEMU NAWIGACYJNO-
CELOWNICZEGO W FUNKCJI CZASU EKSPLOATACJI**

**DESCRIPTION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS CHANGES IN
FUNCTION OF OPERATING TIME FOR DEVICE OF GUN-LAYER
SYSTEM**

Mariusz WAŻNY

Instytut Techniki Lotniczej, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Aviation Technology, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Najbardziej charakterystycznym czynnikiem dla okresu eksploatacji urządzeń technicznych jest odchylenie się wraz z upływem czasu wartości parametrów charakteryzujących dane urządzenie od ich wartości nominalnych odpowiadających chwili zakończenia procesu regulacji na etapie produkcji. Powstałe odchylenie wartości wspomnianych parametrów w głównej mierze występują na skutek oddziaływania różnego rodzaju przyczyn wywołujących efekt starzeniowy urządzeń, które kumulując się powodują wytworzenie efektu odpadowego.

Istnieje szereg urządzeń na które nałożone są szczególnie wysokie wymagania i zarazem ograniczenia dotyczące dokładności funkcjonowania. Do grupy tej z pewnością można zaliczyć urządzenia funkcjonujące w tzw. „technice lotniczej”. Wypracowany efekt użytkowy w ich przypadku można rozpatrywać w różnych aspektach, np. bezpieczeństwa, skuteczności zastosowania, czy też w aspekcie ekonomicznym. Dlatego też, z uwagi na powyższe, prace mogące przyczynić się do usprawnienia procesu eksploatacyjnego są nader istotne.

W artykule przedstawiono metodę analitycznego opisu zmian wartości parametrów kontrolnych urządzenia w trakcie trwania procesu eksploatacji. Metoda opracowana została w oparciu o równanie różnicowe opisujące dynamikę zmian wartości tego parametru. Efektem końcowym było wyprowadzenie zależności pozwalającej określić przerwę czasową pomiędzy kolejnymi kontrolami wartości parametru diagnostycznego.

Abstract

In the paper the method of analytic description of value changes of control parameters in device of gun-layer system was introduced. The method was worked out with differential equation describing the dynamics of changes of value of select parameter. Dependence the permissive qualify the time slice to next control was the main result of analysis.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Wiesław SOBIERAJ (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**METODA WYZNACZANIA TRWAŁOŚCI RESZTKOWEJ WYBRANEGO
URZĄDZENIA SYSTEMU NAWIGACYJNO-CELOWNICZEGO****METHOD OF MARKING THE RESIDUAL DURABILITY OF A SELECTED
DEVICE OF GUN-LAYER SYSTEM****Mariusz WAŻNY**Instytut Techniki Lotniczej, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Aviation Technology, Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Jednym z podstawowych systemów funkcjonalnych wojskowego statku powietrznego jest system nawigacyjno-celowniczy. Głównym zadaniem tego systemu, na etapie rozwiązywania zadania celowania, jest wypracowanie informacji celowniczej na podstawie danych pozyskanej z dajników informacji i przetworzeniu ich w oparciu o przyjęty algorytm. Jednym z podstawowych elementów tego systemu jest głowica celownicza która zobrazowuje informacje celowniczą w płaszczyźnie reflektora. Głównym elementem tej informacji jest ruchomy znacznik celowniczy którego położenie określane jest poprzez dwie współrzędne ϵ i β . Dokonując analizy wartości parametrów kontrolnych położenia znacznika celowniczego w trakcie realizacji prac okresowych stwierdzono, że wraz z upływem czasu eksploatacji statku powietrznego następuje zmiana położenia kontrolnego znacznika celowniczego. Ruch ten jest odzwierciedleniem oddziaływania na system czynników destrukcyjnych powodujących pogorszenie warunków pracy systemu i zwiększenie wartości uzyskanego błędu zastosowania systemu. Błąd ten w sposób oczywisty przenosi się na wartość wskaźnika określającego skuteczność zastosowania statku powietrznego. W celu niedopuszczenia do przekroczenia wartości przyjętego poziomu dokładności funkcjonowania określonych urządzeń systemu zaplanowano w trakcie trwania jego procesu eksploatacyjnego sprawdzenia określające wartość powstałej odchyłki i w określonych sytuacjach korygowanie wartości parametrów diagnostycznych w celu zmniejszenia skutków oddziaływania czynników destrukcyjnych..

W opracowaniu przedstawiono metodę umożliwiającą określenie trwałości resztkowej głowicy celowniczej w oparciu o analizę wartości parametrów diagnostycznych zarejestrowanych w trakcie jej eksploatacji. Przedstawiona metoda ma charakter uniwersalny pozwalający na jej zastosowanie w szerokim gronie systemów technicznych których stan określany jest na podstawie analizy wartości parametrów diagnostycznych.

Abstract

In the paper the method of qualification of residual durability of sight head was introduced. The value of diagnostic parameters of device in its study was used. This method has universal permissive on its use in different technical systems. The administering with life of device the value of diagnostic parameters is the condition.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Wiesław SOBIERAJ (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

MODERNIZACJA TORU ODBIORCZEGO SNR-125SC POD KĄTEM ZWIĘKSZENIA ZASIĘGU PZR NEWA SC

MODERNIZATION OF SNR-125SC RECEIVER IN THE AIM AT ENLARGE THE RANGE OF NEWA SC SYSTEM

Maciej PODCIECHOWSKI, Konrad SIENICKI, Stanisław ŻYGADŁO

Institut Systemów Mechatronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Mechatronics Systems, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Użytkownicy przeciwlotniczych zestawów raketowych dążą do maksymalnego wykorzystania możliwości bojowych eksploatowanych zestawów poprzez wprowadzanie różnych zmian i ich modernizację (np. zestawy NEWA, OSA, WEGA). Z dostępnych informacji wynika, że jednym z parametrów poprawianych w trakcie modernizacji jest zwiększenie strefy ognia PZR. Cel ten osiągnięty jest w rozmaity sposób. Jako przykład można podać dane dotyczące PZR NEWA, który pod nazwą PECZORA-2M został zmodernizowany przez rosyjsko-białoruskie konsorcjum DEFENCE SYSTEMS. Zwiększenie zasięgu rakiet 5W27D tego zestawu uzyskano poprzez zastosowanie nowego typu paliwa oraz nowego typu silnika startowego o znacznie większej sile ciągu. Sposób ten jest drogi i w warunkach krajowych nie wchodzi w rachubę.

Inny wariant pokazuje, że zwiększenie zasięgu rakiet można osiągnąć poprzez wprowadzenie nowych lub optymalizację już istniejących metod naprowadzania (np. firma TETRAEDR – metody nazwane MTT i KDU). Z oczywistych względów dane dotyczące algorytmów i urządzeń realizujących te metody są utajnione, przy czym zaznacza się wyraźnie, że kolejne etapy modernizacji prowadzące do zwiększenia zasięgu rakiet poprzedzone są modernizacją nadawczo-odbiorczej aparatury toru transmisji komend sterowania.

Duże znaczenie na arenie międzynarodowej mają doświadczenia zdobyte przy modernizacji ww. zestawów przez naukowców z Wojskowej Akademii Technicznej oraz zakłady, które wdrożyły je na uzbrojenie tj. WZE Zielonka. Zdaniem specjalistów strona polska poszła najdalej w modernizacji zestawu NEWA, w którym znacznie ograniczono liczbę urządzeń i skład osobowy oraz prawie całkowicie wyeliminowano technologię lampową przechodząc na technologię półprzewodnikową i komputerową obróbkę sygnałów. Jednak ograniczone koszty i czas jaki dano WAT na modernizację zestawu oraz brak możliwości ingerencji w aparaturę pokładową rakiety, spowodował, że metody naprowadzania oraz wiele urządzeń toru transmisji komend sterowania pozostawiono na dotychczasowym poziomie, a więc i strefa ognia zestawu pozostała bez zmian. Ma to dzisiaj duże znaczenie, gdyż liczne zapytania ofertowe kierowane do strony polskiej przez potencjalnych, zagranicznych zlecniodawców modernizacji posiadanych zestawów NEWA w znacznej mierze dotyczą możliwości zwiększenia zasięgu rakiet. Dlatego też istnieje bardzo pilna potrzeba rozwiązania tego problemu.

Zwiększenie zasięgu ракет 5W27D poprzez zmianę metod naprowadzania wymusza konieczność wprowadzenia zmian programowych oraz aparaturowych w torze transmisji komend sterowania PZR NEWA. Aby temu podołać należy opracować nową oraz zmodernizować istniejącą aparaturę znajdującą się zarówno w części naziemnej zestawu jak i na pokładzie rakiety. Zmiany takie są niezbędne aby po zaimplementowaniu na zestawie nowych metod naprowadzania w bezbłędnie przesłać na pokład rakiety komendy sterowania oraz odebrać sygnały odzewowe.

W referacie przedstawiono wybrane zagadnienia związane z modernizacją toru odbiorczego stacji naprowadzania ракет (SNR-125SC) przeciwlotniczego zestawu ракетowego (PZR) NEWA SC. Najważniejszymi układami toru odbiorczego zmodernizowanego pod kątem zwiększenia zasięgu PZR są półprzewodnikowe wzmacniacze w.cz. kanału celu i kanału ракетowego, które zastąpiły stosowane dotychczas wzmacniacze lampowe, zbudowane na lampach z falą bieżącą.

Opracowany wzmacniacz UW1020P został przebadany w warunkach laboratoryjnych a następnie w torze odbiorczym stacji naprowadzania ракет przeciwlotniczego zestawu ракетowego NEWA SC. Zakładane parametry zostały w pełni potwierdzone uzyskanymi wynikami badań. Uzasadniona jest więc możliwość wprowadzenia go w miejsce wzmacniaczy UW1020 na lampie z falą bieżącą do sprzętu aktualnie eksploatowanego w Siłach Powietrznych. W przyszłości będzie on jednym z głównych zespołów toru odbiorczego PZR NEWA SC o zwiększonym zasięgu.

Abstract

In the paper there are presented some problems connected with modernization of SNR-125SC receiving track of NEWA SC anti-aircraft missile system. High frequency semi-conductive amplifiers of aim and rocket channels are the most important modernized receiver in the aim at enlarge the range of NEWA SC system. They replaced applied so far lamp amplifiers, erect on current wave lamps. Possibility of use high frequency semi-conductive amplifiers to receiving track of NEWA SC system are confirmed positive testing results.

Recenzent:

dr hab. inż. Jan PIERASIEŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

FOTOINTERPRETACJA W ROZPOZNANIU OBRAZOWYM

PHOTOINTERPRETATION IN PHOTOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Krzysztof ORŁOWSKI, Andrzej JANICKI

Instytut Logistyki, Systemów Dowodzenia i Wsparcia, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Pozyskanie obrazu wykorzystywanego do celów rozpoznawczych nie daje nam gwarancji właściwego odczytania zawartej w nim informacji. Wydobyć treść informacyjnej z zarejestrowanego obrazu zajmuje się fotointerpretacja. Powinna ona udzielać wszechstronnych informacji o obiektach i przedmiotach terenowych zobrazowanych na zdjęciach lotniczych lub satelitarnych.

Jedynie kompleksowe wykorzystanie cech rozpoznawczych przynosi pożądane efekty pracy. Fotointerpretacja wojskowa wymaga wysoko wykwalifikowanych specjalistów znających cechy demaskujące wszystkich obiektów terenowych i wojskowych. Nabycie takich umiejętności można osiągnąć poprzez wieloletnią praktykę w studiowaniu zdjęć lotniczych i satelitarnych i konfrontowanie ich z rzeczywistymi obiektami w terenie. Zastosowanie algorytmów poprawy jakości obrazu oraz wykorzystanie komputerowych metod identyfikacji obiektów będzie niezwykle pomocne w tym końcowym etapie rozpoznania. Systemy komputerowe na pewno nie zastąpią wyszkolonego fachowca interpretatora, ale w znaczący sposób pomogą mu w pracy eliminując niejednokrotnie jego subiektywizm.

Abstract

Recording image used to a recognition aims do not give us guarantee of correct reading an information that is included. Bringing out informational essence from the registered picture is aim of the photointerpretation. It should give wide – range of information about objects and obstructions illustrated on an air and satellite pictures. Only comprehensive use of identification features gives decidable effects. Military photointerpretation requires highly qualified specialists with knowledge of all features of field and military objects. Many years of practise in studying an air and satellite pictures and confronting them with real objects in an area are needed to acquire these abilities. Use of the quality-improvement algorithms and taking advantage of the computer-identification methods is extremely useful in the final stage of the recognition. Software certainly will not substitute for an expert, but in significant way will help in his work many a time eliminating his subjectivity.

Recenzent:

plk dr hab. inż. Franciszek KUCZMARSKI (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

WYKRYWANIE OBIEKTÓW NA ZDJĘCIACH WIELOSPEKTRALNYCH**DETECTING OBJECTS ON MULTISPECTRAL IMAGES****Krzysztof ORŁOWSKI, Robert KOMAREC**Instytut Logistyki, Systemów Dowodzenia i Wsparcia, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Warsaw, Poland**Streszczenie**

Pod pojęciem wielospektralnego zbierania informacji rozumiemy zdalne zbieranie informacji o środowisku w różnych zakresach widma promieniowania elektromagnetycznego, w takich zakresach, które mogą być obecnie rejestrowane z wykorzystaniem różnych detektorów. W literaturze spotykane jest także pojęcie rozpoznania wielopasmowego, gdy dąży się do wyeksponowania faktu, że informacja obrazowa o tym samym terenie może pochodzić także z zakresu na przykład termalnego i radiolokacyjnego. Operację tę wykonuje się zarówno metodą bezpośrednią, poprzez układ optyczny na materiale światłoczułym, jak i metodą pośrednią, przy użyciu fotodetektorów umożliwiających uzyskanie obrazu z szerokiego zakresu promieniowania elektromagnetycznego.

W artykule opisano metodę wykrywania obiektów na obrazach wielospektralnych. Skoncentrowano się na wyznaczeniu związków pomiędzy wartościami współczynników odbicia światła i natężenia światła (jasności) na zarejestrowanym obrazie. Zdecydowano się na metody statystyczne ustalania tych związków ze względu na brak możliwości znalezienia zależności liniowych pomiędzy tymi wielkościami. Przedstawiona metoda pozwala na wykrywanie poszukiwanych obiektów po wstępnym ustaleniu wzorca jako parametru wejściowego do procesu klasyfikacji. Przedstawiony w artykule algorytm działania pozwalana na zaniechanie wskazywania obszarów testowych. Można wtedy scenę traktować globalnie co z kolei powoduje przyspieszenie procesu i eliminację subiektywnych działań operatora systemu.

Abstract

The article describes a method of detecting objects on multispectral images. It concentrates on calculating connections between quantities of coefficients of light reflection and light intensity (brightness) on the recorded image. It was decided to use a statistical method of calculating these connections because of lack of abilities to find linear link between these quantities. The method enables to detect searched objects after initial establishing a formula as an initial parameter to a process of classification. Shown in this article an algorithm of operation enables desisting from pointing test areas. It allows to consider an area globally, that enables accelerating process and eliminating mistakes of a system operator. Moreover using processors and appropriate software for classification algorithms enables automation of the detecting process.

Recenzent:

płk dr hab. inż. Franciszek KUCZMARSKI (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

**KONCEPCJA OKREŚLENIA POŁOŻENIA KĄTOWEGO
ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO
MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI NA PRZYKŁADZIE
NAPOWIETRZNYCH URZĄDZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH**

**КОНЦЕПЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ
ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МАЛОЙ
ЧАСТОТЫ НАПРИМЕРЕ НАВОЗДУШНЫХ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

**CONCEPTION OF DETERMINATION OF ANGLE SITUATION OF LOW
FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION SOURCE AS
EXAMPLE OF AIR ELECTROMAGNETIC DEVICES**

Janusz TUŚNIO, Zbigniew KORUBA,

Katedra Pojazdów i Sprzętu Mechanicznego, Politechnika Świętokrzyska
Кафедра Машин и Механического Оборудования, Политехника Свентокжыска
Kielce University of Technology, Kielce, Poland

Streszczenie

Napowietrzne elektroenergetyczne linie przesyłowe wysokiego i średniego napięcia są urządzeniami technicznymi o dużym znaczeniu gospodarczym, stanowią zarazem zagrożenie dla nisko latających samolotów, motolotni i innych aparatów latających, mogą też być źródłem zakłóceń, utrudniających pracę aparatury kontrolno-pomiarowej i różnych urządzeń, zwłaszcza medycznych. Ze względu na emitowane pole elektromagnetyczne mają one wpływ na funkcjonowanie organizmów żywych, zwłaszcza znajdujących się w niewielkiej odległości. W czasie działań wojennych stanowią istotny cel zwłaszcza dla działań lotnictwa, zmierzających poprzez niszczenie lub okresowe wyłączanie tych linii, do dezorganizacji pracy transportu kolejowego i ogólnego paraliżu gospodarki przeciwnika. Z powyższych względów konieczne staje się niezawodne wykrywanie oraz lokalizacja ich położenia, co pozwala na odpowiednio wczesne ich ominięcie przez obiekty latające, zmniejszając tym samym ryzyko kolizji lub też umożliwia dokonanie precyzyjnego ataku za pomocą pocisków rakietowych, bomb kasetowych lub bezpilotowych aparatów latających.

Ze względu na prędkość poruszania się aparatów latających oraz środków napadu należy przyjąć, że wykrycie i lokalizacja przeszkody (obiekty ataku) musi nastąpić w odległości przynajmniej 1000 metrów przed celem. Wykrycie celu następuje wtedy, gdy urządzenie monitorujące odbierze sygnał o częstotliwości 50 Hz świadczący o obecności w pewnej odległości czynnej linii wysokiego napięcia lub innego urządzenia elektroenergetycznego. Do pełnej lokalizacji celu niezbędna jest znajomość kierunku, z którego pochodzi sygnał emitowany przez cel a także jego odległość od urządzenia monitorującego.

Określenie odległości celu wymaga dokładnej znajomości jego właściwości (głównie napięcia, pod którym się on znajduje). W przypadku, gdy atak na cel następuje z wykorzystaniem pocisków z głowicami bojowymi uruchamianymi przez programowany na wyrzutni zapalnik czasowy, znajomość odległości celu jest niezbędna, jednak w sytuacji, gdy naprowadzanie na cel odbywa się w sposób automatyczny i atak następuje w chwili bezpośredniego zbliżenia do celu, wystarczająca jest znajomość kierunku, na którym znajduje się cel, zadziałanie głowicy bojowej następuje po sygnale układu potwierdzającego znalezienie się środka napadu w strefie bliskiej lub pośredniej względem atakowanego urządzenia.

Dodatkowo użycie do ataku pocisków raketowych i lotniczych bomb kasetowych wymaga takiej optymalizacji toru lotu, by zapewnić równoczesne trafienie jak największą liczbą kaset; pierwsza trafiająca w cel kasetka powoduje jego wyłączenie a tym samym sprawia, że niemożliwe jest automatyczne naprowadzenie dalszych kaset na cel nieczynny. Wspomniana optymalizacja wymaga znajomości kierunku, w którym rozmieszczona jest atakowana linia.

W opracowaniu przedstawiono koncepcję, model matematyczny oraz szacunkowe obliczenia dotyczące lokalizacji położenia kąтового napowietrznych urządzeń elektroenergetycznych. Rozwiązanie takie może być wykorzystane przy konstrukcji i eksploatacji obiektów latających w dwóch aspektach: jako element ochrony urządzenia przed kolizją z elektroenergetyczną linią przesyłową wysokiego napięcia lub też jako blok zespołu naprowadzania pocisku raketowego lub innego środka napadu na taką linię podczas działań wojennych.

Содержание

В работе представлена концепция, математическая модель а также приближённые вычисления по локализации углового положения навоздушных электроэнергетических устройств. Такое решение возможно применить в конструкции и эксплуатации летательных аппаратов в двух аспектах: а) в качестве элемента защиты устройства перед столкновением с электроэнергетической линией передачи высокого напряжения или же б) в качестве системы наведения ракетного снаряда, бомбы и т. п. натакого вида линию во время военных действий.

Резюме

Представленные результаты вычислений подвержено экспериментальной проверке, которая опрвдала правильность разработанной модели. Полная проверка модели будет возможной после проведений исследований в широком диапазоне изменений угла отклонения α й для разных расстаяний измерительной системы от источника сигнала а также для линий передач с раными напряжениями.

Recenzent:

płk dr hab. inż. Zbigniew BIELECKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

ŚLEDZENIE PASYWNE – KONCEPCJA ZASTOSOWANIA W ROZPROSZONYCH KANAŁACH CELOWANIA

PASSIVE TRACKING – CONCEPTION OF USE IN DISTRIBUTED AIMING CHANNELS

Maciej BAŚ

Centrum Naukowo-Produkcyjne Elektroniki Profesjonalnej Radwar S.A.
Scientific-Industrial Centre of Professional Electronics RADWAR S.A., Warsaw, Poland

Streszczenie

Nowoczesne przeciwlotnicze zestawy artyleryjskie mają możliwość pasywnego śledzenia obiektów powietrznych bez zdradzania swojej obecności, co jest bardzo istotne z punktu widzenia taktyki zwalczania obiektów powietrznych. Niestety do określenia parametrów lotu celu potrzebny jest pełny wektor współrzędnych kątowych celu oraz odległość do tego celu. O ile współrzędne kątowe otrzymywane są w trakcie śledzenia pasywnego, o tyle uzyskanie odległości wymaga użycia aktywnych sensorów takich jak radar śledzący lub dalmierz laserowy. Nowoczesne samoloty i śmigłowce bojowe wyposażone są w urządzenia ostrzegające pilota o fakcie oświetlenia wiązką radaru lub dalmierza laserowego. Prowadzi to do zmiany parametrów lotu – przeważnie w sposób gwałtowny – co może doprowadzić do przerwania procesu śledzenia lub w znacznym stopniu utrudnić (wydłużyć) procesy wyznaczania parametrów lotu celu.

W opracowaniu przedstawiono metodę praktycznego zastosowania śledzenia pasywnego do wyznaczania odległości do celu. Obliczenia symulacyjne z wykorzystaniem rzeczywistych danych pomiarowych dowiodły możliwości stosowania śledzenia pasywnego realizowanego przez nowoczesne zestawy przeciwlotnicze do wstępnego wyznaczania odległości w celu wspomagania procesu kierowania ogniem.

Abstract

This paper presents a practical method of evaluating distance from the target using passive tracking. Simulated calculations using real data proved the possibility of using this technique in modern AA systems for initial distance evaluating in order to support the fire control process.

Conclusion

1. Passive tracking as an additional operating mode in AA systems would be very helpful in case of ‘pure’ opto-electronic tracking systems.
2. It is possible to use laser rangefinders that are able work with high frequency ($>20\text{Hz}$) for some period of time.
3. Possibility of fighting down air target in this mode is highly limited but in case of high throughput wire communication it may be realized.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKISIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

DESIGN OF A NEW CAMOUFLAGE PATTERN FOR COMBAT SUITS IN THE ARMED FORCES OF THE SLOVAK REPUBLIC

PROJEKT NOWEGO WZORU MUNDURU MASKUJĄCEGO DLA SIŁ ZBROJNYCH SŁOWACJI

Alojz BAJČI

Dept. of Engineering, The Academy of the Armed Forces of gen. M. R. Štefánik,
Liptovský Mikuláš, Slovakia, e-mail: bajci@aoslm.sk

Abstract

One of the tasks, which have to be solved in the framework of modernizing the equipment of soldiers, is the development of a new combat suit as a basic outfit component of every soldier. The solution should be a complete one, i.e. it has to safeguard the improvement of user comfort as well as higher quality of parameters important for wearing the combat suit, which are given by tactical requirements and can be assessed objectively. The paper describes the methods, which are used in designing new camouflage for combat suits of troops in the Armed Forces of the Slovak Republic. A crucial criterion for high quality camouflaging in the daytime is the choice of suitable colour shades of spots, which imitate field objects in the camouflage pattern. The choice of colour shades for particular camouflage pattern is usually controlled by statistical processing of individual colour shades in the field which is typical for the assumed employment of camouflage (forest, desert, urban area, snow-covered country, etc.). The results, which have been obtained by statistical processing the values obtained experimentally from measuring chromatic coordinates and remission spectra of terrain objects, have been used for creating a new camouflage design. The new design testing in the field has confirmed considerable improvement of camouflaging properties when compared with the presently used combat suit.

Streszczenie

Jednym z zadań wymagających rozwiązania w obszarze modernizacji wyposażenia współczesnego żołnierza jest opracowanie nowego umundurowania polowego. Do tego zagadnienia należy podejść kompleksowo, tzn. z jednej strony umundurowanie to powinno poprawić komfort noszenia i maskowanie, a z drugiej poprawić trwałość materiału wynikające z wymagań taktycznych. Referat dotyczy problemu optymalizacji umundurowania z punktu widzenia maskowania. Opisano metody zastosowane w Siłach Zbrojnych Słowacji w procesie projektowania umundurowania maskującego koncentrując się m.in. na zaprojektowaniu i wytworzeniu materiału, który charakteryzowałby się lepszymi właściwościami maskującymi niż dotychczas produkowany. Rozstrzygającym kryterium był wybór odpowiedniego odcienia koloru plam maskujących imitujących określone podłoże. Wybór ten jest zwykle kontrolowany przez statystyczne przetwarzanie indywidualnych odcieni charakterystycznych dla określonego typu podłoża. (las, pustynia, obszar zabudowany, obszar zaśnieżony itp.).

Reviewer:

Płk dr hab. inż. Zbigniew BIELECKI (Military University of Technology, Warsaw)

DISCLOSING SYMPTOMS OF SMALL FIRING WEAPONS IN THERMOVISION SPECTRUM RANGE

UJAWNIANIE CECH CHARAKTERYSTYCZNYCH BRONI STRZELECKIEJ W ZAKRESIE WIDMA TERMOWIZYJNEGO

Alojz BAJČI, Emil HRIVŇÁK, Koloman DOBÁK

Dept. of Engineering, The Academy of the Armed Forces of gen. M. R. Štefánik,

Liptovský Mikuláš, Slovakia

e-mail: bajci@aoslm.sk, ehrivnak@aoslm.sk, dobak@aoslm.sk

Abstract

The paper is devoted to problems of assessing disclosing symptoms of small weapons in the case of thermovision reconnaissance. The dependence of heat emission of firing weapon barrel on number of shots and firing mode is evaluated experimentally by means of thermovision measuring system. From the presented measurements and results, shown in corresponding pictures, it follows that when firing weapons are used they present an important factor of disclosing symptoms. Today, reconnaissance means, which enable to detect and identify presence of objects of this type, are also used on the tactical level. That's why it is necessary to devote more attention to questions of suppressing the thermovision disclosing symptoms of weapons. There are several ways of how to deal with the given problem. One possibility consists in design modification of weapons aimed at reducing the surface emissivity, another one concern measures that would prevent penetration of heat from barrel surface into surroundings and there are several others.

Streszczenie

Artykuł poświęcony jest problematyce oceny ujawniania cech charakterystycznych broni strzeleckiej w przypadku rozpoznania termowizyjnego. Ocenie eksperymentalnej podlegał wpływ liczby oddawanych strzałów na emisję ciepła z lufy broni strzeleckiej. Z badań tych wynika, że jest to bardzo ważny czynnik w ujawnianiu cech charakterystycznych broni strzeleckiej. Obecnie środki rozpoznawcze, które umożliwiają wykrywanie oraz identyfikację obiektów tego typu są stosowane również na szczeblu taktycznym. Dlatego niezbędnym jest poświęcenie większej uwagi na wytłumienie termowizyjnego ujawniania cech charakterystycznych broni. Istnieje wiele sposobów rozwiązania tego problemu. Jednym z możliwych sposobów jest modyfikacja uzbrojenia mająca na celu obniżenie zdolność emisyjnej powierzchni, inne koncentrują się wokół odpowiednich pomiarów mających na celu zapobieganie przenikania ciepła od powierzchni lufy do otoczenia.

Reviewer:

Płk dr hab. inż. Zbigniew BIELECKI (Military University of Technology, Warsaw)

METODA WYKRYWANIA I LOKALIZACJI WYBRANYCH OBIEKTÓW MILITARNYCH NA PODSTAWIE ANALIZY SYGNAŁU AKUSTYCZNEGO

DETECTION AND LOCALIZATION METHODS OF SELECTED MILITARY OBJECTS ON THE BASIS OF ACOUSTIC CHARACTERISTICS

Tomasz SOSNOWSKI, Henryk MADURA, Edward POWIADA

Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Wyodrębnienie charakterystycznych cech sygnału wibroakustycznego identyfikujących obiekt techniczny stanowi poważny problem badawczy. W celu zapewnienia dużej skuteczności metody klasyfikacji i identyfikacji obiektów technicznych opartej na analizie sygnału akustycznego należy uwzględnić możliwe wszystkie zjawiska, które wpływają bezpośrednio lub pośrednio na niezawodne wyodrębnienie właściwej cechy hałasującego obiektu, czyli prawidłowe sklasyfikowanie i zidentyfikowanie go z jak największym prawdopodobieństwem.

W artykule zaprezentowano metodę klasyfikacji i identyfikacji obiektów technicznych, takich jak pojazdy i śmigłowce, na podstawie analizy ich sygnałów akustycznych. Opis metody analizy sygnału akustycznego zawężono do wybranego zastosowania. Opracowana metoda analizy sygnału akustycznego umożliwia poprawną klasyfikację i identyfikację obiektów niezależnie od degradacji technicznej ich podzespołów i różnic pomiędzy poszczególnymi egzemplarzami. Metoda daje poprawne wyniki niezależnie od położenia, prędkości i kierunku przemieszczania obiektów. Przy tym cechuje się znacznym prawdopodobieństwem poprawnej klasyfikacji i identyfikacji. Przedstawiona w artykule metoda klasyfikacji i identyfikacji może być wykorzystana w pracach nad konstrukcjami inteligentnych czujników akustycznych znajdujących zastosowanie w takich dziedzinach jak np. rozpoznanie pola walki czy walka z terroryzmem.

Abstract

The structure of technical objects, such how the vehicle or the helicopter, it causes that acoustic signal is one of few relatively easy to measuring signals often, enabling the identification of technical object. In this connection sound (noise) generated by these objects it is more and more often used to identification these objects. This article presents classification and identification methods of selected technical objects on the basis of acoustic characteristics. This method characterizes relatively high probability of distinguishing the objects in environment with different disturbing signals, and low probability of false classification and identification.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

SKANER TERMOWIZYJNY DO WYKRYWANIA ŚMIGŁOWCÓW LECĄCYCH NA NISKICH WYSOKOŚCIACH

IR SCANNING SYSTEM FOR DETECTION OF HELICOPTERS FLYING AT LOW ALTITUDES

Mirosław DĄBROWSKI, Henryk MADURA

Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Na współczesnym polu walki działania w powietrzu i na lądzie (w skali operacyjno-taktycznej) są realizowane głównie przy użyciu śmigłowców. W strukturach wojsk występują one jako środki rażenia ogniowego, nosiciele środków rozpoznania i rażenia radioelektronicznego oraz środki transportowe dla uzbrojenia i pododdziałów. Uzbrojone w nowoczesne, precyzyjnie kierowane środki ogniowe stanowią wyjątkowe zagrożenie dla wielu ważnych elementów ugrupowania bojowego. Działania wojenne prowadzone w ostatnich latach wskazują, że zakres zadań dla śmigłowców w najbliższej perspektywie będzie się szybko zwiększał. Śmigłowce mogą wykonywać szeroki zakres zadań dzięki swoim wysokim zdolnościom manewrowym na bardzo niskich wysokościach oraz zaawansowanym systemom uzbrojenia, a jednocześnie skutecznie unikać zorganizowanego przeciwdziałania ze strony wojsk przeciwnika.

Wraz z szybkim rozwojem śmigłowców obserwuje się (we wszystkich liczących się armiach świata) intensywne poszukiwania skutecznych środków do zwalczania tych uniwersalnych, a zarazem niezwykle groźnych środków bojowych. Ze względu na specyficzne uwarunkowania, największe zastosowanie w systemach wykrywania śmigłowców znajdują urządzenia wykorzystujące promieniowanie podczerwone. Współczesne kamery termowizyjne skutecznie zaczynają konkurować z klasycznymi urządzeniami radiolokacyjnymi przy wykrywaniu i rozpoznaniu obiektów latających na odległościach do 50 km.

Wykorzystanie promieniowania cieplnego dla rozpoznania celu jest szczególnie efektywne ze względu na fakt, że każdy obiekt wydzielą pewną ilość energii cieplnej, której nie można całkowicie zamaskować. Dla skutecznego wykrywania celów niezbędna jest znajomość ich charakterystycznych cech promiennych, które pozwolą odróżnić cel od innych źródeł promieniowania cieplnego. Zbiór takich cech nazywa się sygnaturą termiczną (termalną) celu.

Systemy termodetekcyjne stosowane do celów wojskowych możemy podzielić, ze względu na rodzaj stosowanych urządzeń, na dwie grupy. Do grupy pierwszej zaliczamy zestawy zawierające kamery termowizyjne, do drugiej grupy należą systemy wyposażone w skanery termowizyjne zwaneIRST– urządzenia do obserwacji i śledzenia przestrzeni powietrznej w zakresie podczerwieni.

Znane są rozwiązania techniczne systemów wykrywających śmigłowce, przy czym są to urządzenia o stosunkowo dużej masie, dużym poborze energii oraz wymagające wykwalifikowanej obsługi. W systemach tych są stosowane przeważnie chłodzone matryce detektorów z tellurku kadmowo-rtęciowego lub antymonku indu.

W armiach NATO od kilku lat stosuje się skanery termowizyjne w systemach obserwacji i wykrywania nisko lecących obiektów, zarówno w warunkach lądowych jak i morskich. Przykładowo, na okrętach bojowych wykorzystuje się systemy ARISE (firmy Pilkington Optronics) oraz VAMPIR (firmy Sagem Navigation and Defence Division).

W systemach naziemnych na uwagę zasługują systemy ADAD (firmy Pilkington Optronics), które wykrywają śmigłowce z odległości 6 km. System SIRENE IR wykrywa śmigłowce z 10 km, a pocisk typu Cruise z odległości 8 km. Należy podkreślić, iż w/w systemy są bardzo drogie, a zastosowane do ich budowy podzespoły, technologie i sposób analizy sygnału są niejawne.

W artykule opisano wstępne założenia konstrukcyjne i wyniki analizy zasięgowej automatycznego skanującego systemu termodetekcyjnego do wykrywania nisko lecących śmigłowców. Do analiz przyjęto, że system jest zbudowany z zastosowaniem matrycy mikrobolometrycznych detektorów podczerwieni. Metoda wykrywania uwzględnia trójwymiarową geometrię obiektu, widmowe rozkłady transmisji atmosfery, transmisję układów optycznych, widmową czułość matrycy detektorów oraz charakterystyki przenoszenia częstości przestrzennych poszczególnych układów skanującej głowicy termodetekcyjnej. Urządzenie zapewnia wykrycie śmigłowców z około 8 km, lecących na niskich wysokościach w pełnym horyzontalnym kącie obserwacji.

Przedstawiony w artykule projekt termowizyjnego skanera do wykrywania nisko lecących śmigłowców jest propozycją uzupełniającą ofertę dostępnych na rynku urządzeń typu IRST. Jego możliwości zasięgowe wykrywania obiektów typu śmigłowiec są nieco mniejsze, jednak posiada on wiele zalet. Założony niewielki ciężar skanera pozwala na umieszczenie go na wysokim maszcie, co znacznie ułatwia ominięcie przeszkód terenowych oraz wykrywanie śmigłowców lecących na bardzo małej wysokości. Przewidywany koszt produkcji urządzenia powinien być o rząd wielkości mniejszy w stosunku do oferowanych na rynku sprzętu wojskowego, typowych skanerów IRST. Należy dodać, że urządzenie może być bezobsługowe, co daje możliwość usytuowania skanera w pewnej odległości od obiektów lub zgrupowania wojsk.

Skaner termowizyjny może znaleźć zastosowanie nie tylko do wykrywania śmigłowców, ale też jako urządzenie do wykrywania ludzi lub samochodów w systemach ochrony obiektów (np. lotnisk, baz wojskowych).

Abstract

The paper presents preliminary design guidelines and range estimation analysis of scanning thermodetection system designed to detect helicopters flying at low altitudes. The analyses were conducted assuming that microbolometer focal plane array (FPA) was used in the detection system. The detection method takes into account 3-D geometry of an object to be detected, transmissions of the atmosphere and optical system, spectral sensitivity of FPA and MTFs of individual components of scanning unit. The estimated detection range for a helicopter in low-level flight is around 8 km for full 360° field of view.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

WIZUALIZACJA FIGUR BOJOWYCH W ZAKRESIE PROMIENIOWANIA PODCZERWONEGO

VISUALIZATION OF FIRING TARGETS IN THE INFRARED RANGE

Mariusz KASTEK, Henryk MADURA, Tomasz SOSNOWSKI

Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Rozwój techniki podczerwieni, głównie technologii detektorów, spowodował powszechność stosowania sprzętu termowizyjnego w czołgach, pojazdach oraz przez pojedynczego żołnierza. W wielu firmach zbrojeniowych świata prowadzone są prace badawcze nad opracowaniem termalnych (termicznych) figur bojowych.

W ramach szkolenia ogniowego załóg czołgów oraz wozów bojowych są przeprowadzane strzelania nocne. Strzelania te są prowadzone do różnych figur bojowych, których rodzaje (typy) wynikają z „Programów strzelań pododdziałów czołgów” oraz „Programów strzelań pododdziałów piechoty”. Na poligonie powinny więc być stosowane figury bojowe zgodne z „Albumem tarcz i figur bojowych”, imitujące dane obiekty w podczerwieni. W Polsce figury bojowe stosowane podczas strzelań nocnych nie odzwierciedlają rzeczywistego obrazu termicznego obserwowanych celów.

Na wyposażeniu wojsk lądowych polskiej armii aktualnie znajduje się kilkaset kamer termowizyjnych będących w większości kamerami zintegrowanymi z systemami kierowania ogniem (SKO) czołgów oraz wozów opancerzonych. Największą grupę kamer termowizyjnych stanowią kamery zainstalowane w czołgach PT-91. W najbliższej przyszłości planowane jest wyposażenie kołowych transporterów opancerzonych Rosomak w system kierowania ogniem z kamerą termowizyjną. Strzelania nocne, z wykorzystaniem SKO wyposażonych w kamery termowizyjne, powinny odpowiadać realnym warunkom pola walki. Tarcze (cele) na strzelniczy obserwowane kamerą termowizyjną (lub noktowizorem) powinny dawać obraz zbliżony do rzeczywistego celu.

W artykule przedstawiono projekt i wyniki badań tarcz termalnych przeznaczonych do strzelań nocnych prowadzonych przez czołgi i wozy bojowe. Termograficzne badania czołgów i transporterów opancerzonych pozwoliły wyznaczyć ekwiwalentne moce promieniowania tych obiektów.

Do wizualizacji figur bojowych z zakresie promieniowania podczerwonego opracowano specjalistyczne oprogramowanie symulacyjne *IR Analysis*. Oprogramowanie umożliwia wykonanie symulacji i analizy sceny termalnej w przestrzeni trójwymiarowej, na podstawie parametrów geometrycznych i właściwości termalnych obiektu (np. czołgu, figury bojowej), parametrów wirtualnego urządzenia obrazującego (kamery termowizyjnej) i parametrów środowiskowych (np. widmowej transmisji atmosfery).

W oprogramowaniu do symulacji zostało zaimplementowane wiele zaawansowanych procedur numerycznych oraz algorytmów analizy danych mających na celu wyznaczenie wielu charakterystyk i parametrów obiektów obserwowanych w podczerwieni.

Jednym z elementów oprogramowania jest podprogram *Image Display* pozwalający uzyskać symulowaną scenę termalną „widzianą” przez wirtualną kamerę termowizyjną.

Do analizy termicznej figur bojowych opracowano wirtualne modele opisujące parametry graficzne i termalne wybranych figur bojowych. Zgodnie z wymaganiami oprogramowania *IR Analysis*, figura bojowa jest traktowana jako wirtualny obiekt termalny, złożony z pewnej liczby powierzchni (ścian). Wirtualny model tarczy, oprócz parametrów geometrycznych, zawiera także informacje na temat parametrów termalnych dla każdej ze ścian obiektu. W związku z tym każdą ze ścian tarczy termalnej charakteryzują następujące parametry:

- rodzaj wielokąta opisującego ścianę (trójkąt, czworokąt),
- współrzędne wierzchołków ściany,
- temperatura ściany,
- parametry opisujące emisyjność spektralną ściany obiektu.

Podstawą wirtualnych modeli figur bojowych były projekty geometryczne opracowane za pomocą oprogramowania narzędziowego *AutoCAD* i zapisane w plikach w formacie *DXF*. Tak przygotowany geometryczny model został poddany konwersji do plików w formacie *IRO* (opracowanym w WAT) za pomocą specjalnego modułu konwertera stanowiącego część oprogramowania *IR Analysis*. Opracowano modele tarcz termalnych posilkując się figurami bojowymi nr 60 i nr 60a. Dane geometryczne tarcz zostały uzupełnione o wymagane parametry termalne. Oprogramowanie *IR Analysis* umożliwia edycję parametrów termalnych dla każdej ze ścian obiektu za pomocą specjalnie zaprojektowanego interfejsu użytkownika.

Na podstawie wyników symulacji przeprowadzono obliczenia projektowe dla trzech rodzajów promienników podczerwieni. Zaprezentowano projekty i wyniki badań poligonowych reliefowych struktur odbijających, które zapewniają prowadzenie ognia przez załogi czołgowe do figur bojowych, na odległość 800 m i 1000 m w warunkach nocnych.

Abstract

The paper presents the project and test results of thermal targets used in night firing exercises performed by tanks and armoured personnel carriers. Thermographic examination of tanks and APCs made it possible to determine equivalent thermal power of such targets. With the specially developed software the thermal images were obtained for IR cameras included in fire control systems of PT-91 Twardy and Leopard-2 MBTs. The results of such simulations provided the initial data for development of three types of IR emitters. The projects and the results of field tests of relief reflecting structures were presented. Such structures can be used as targets in night firing exercises for tank crews at ranges of 800 and 1000 meters.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

MILITARY MOBILE TECHNOLOGY IN SPECTRUM OF THERMOVISION

MOBILNA TECHNIKA WOJSKOWA W WIDMIE TERMOWIZYJNYM

Peter DROPPA, Ivan SUSEDÍK

Academy of Armed Forces of General M. R. Štefánik, Liptovský Mikuláš, Slovak republic

e-mail: pdroppa@aoslm.sk, susedik@aoslm.sk

Akademia Sił Zbrojnych, Liptowski Mikulasz, Słowacja

Abstract

The importance of camouflaging military technology has increased due to development of new reconnaissance and aiming means, which are now used by modern troops. The present time, as far as the military applications concerns, is characterized, in addition to other things, also by an effort to use, insofar as it is possible, all the frequency bands of electromagnetic radiation. Special and increasingly important position among them is being taken by the middle infra-red (MIR) and far infra-red (FIR) range that are commonly designated as thermal radiation or thermo vision range. Within the thermo vision band, in addition to the reflected radiation originating from other sources, the crucial role is played by natural radiation of the object itself. The reflectivity and emissivity behave as complementary quantities because an increase of one of them causes reduction of the other and vice versa. Camouflaging within the thermo vision band has to take these facts into account and that is why its realization is more demanding as far as the technology concerns. Using camouflaging paintings and covers is one of the widespread methods of thermovision camouflaging. These are technical means whose surface emissivity corresponds to emissivity of materials which create background of a camouflaged object. That means that for every type of environment (vegetation, desert, snow, etc.) it is necessary to develop a special painting or cover.

Streszczenie

Problem maskowania techniki wojskowej odgrywa coraz większą rolę wraz z rozwojem, używanych przez współczesne wojska, coraz nowszych środków rozpoznania i celowania. Obecnie, jeśli dotyczy to zastosowań militarnych, charakterystycznym jest wykorzystywanie całego pasma częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego. Specjalną, a przy tym coraz ważniejszą pozycję zajmuje wykorzystywanie środkowego (MIR) i wysokiego (FIR) zakresu promieniowania podczerwonego, które to wspólnie są oznaczane jako obszar promieniowania ciepłego lub termowizyjnego. W granicach tego pasma termowizyjnego, oprócz promieniowania odbitego pochodzącego od innych źródeł, decydującą rolę odgrywa naturalne promieniowanie własne obiektu. Współczynnik odbicia i zdolność emisyjna są wielkościami komplementarne. Maskowanie w zakresie pasma termowizyjnego musi brać pod uwagę ten fakt i z tego powodu realizacja maskowania jest procesem technologicznie wymagającym. W artykule dokonano analizy maskowania poprzez odpowiednie malowanie

Reviewer:

Płk dr hab. inż. Zbigniew BIELECKI (Military University of Technology, Warsaw)

INTELIGENTNE SYSTEMY IDENTYFIKACJI CELÓW W OPERACJACH WSPARCIA WOJSK LĄDOWYCH

INTELLIGENT SYSTEMS OF TARGET IDENTIFICATION IN LAND FORCES SUPPORT OPERATIONS

Mirosław ADAMSKI

Katedra Uzbrojenia, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych
Polish Air Force Academy, Dęblin, Poland

Streszczenie

Współczesne działania wojenne postrzegane są jako operacje połączone różnych rodzajów Sił Zbrojnych prowadzonych w układzie narodowym, sojuszniczym lub koalicyjnym. Taka forma i charakter działań zbrojnych powoduje powstanie wielu złożonych relacji między poszczególnymi komponentami. Wyniki działań bojowych w coraz większym stopniu zależą od tego jakie środki walki i w jaki sposób zostaną użyte do osiągnięcia konkretnych celów. W Siłach Powietrznych wysiłek sztabów podczas planowania działań w znacznej mierze koncentruje się na wyborze i wieloaspektowej ocenie obiektów, na które będzie oddziaływało lotnictwo i na konsekwencjach tych działań. Desygnetem omawianej problematyki w ujęciu NATO jest „targeting”. W oparciu o analizy obowiązujących dokumentów można przyjąć, że każdy plan operacji – jako produkt procesu planowania operacyjnego – musi zawierać lub być uzupełniony o wykaz obiektów uderzeń, których porażenie pozwoli osiągnąć założone cele operacji. Podobnie, każdy produkt finalny planowania będzie niekompletny bez ustalenia, które obiekty i w jakim stopniu należy porazić. Wybór obiektów uderzeń nie może mieć charakteru doraźnego. Jest to proces przemyślany i bardzo silnie determinowany celami wojskowymi i politycznymi. Siły Powietrzne ze względu na charakterystyczne cechy bojowe, operacyjne i systemowe są najlepiej przygotowane do realizacji funkcji targetingu w operacjach wsparcia wojsk lądowych.

Bardzo ważnym elementem powodzenia każdej operacji wojskowej jest właściwy dobór obiektów ataku. O właściwym ich doborze decyduje prawidłowa identyfikacja. Realizowana ona jest poprzez systemy sztucznej inteligencji takie jak: sieci neuronowe, systemy rozmyte i algorytmy genetyczne. Scharakteryzowano również system ekspercki EAGLE.

Abstract

One of the most important factors of successful military operation is appropriate target object selection. The proper selection is based on the proper identification. It can be accomplished by “artificial intelligence” systems e.g. neuron networks, blurred systems, geometric algorithms. Submitted paper describes EAGLE expert system as well.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

STABILIZACJA GŁOWICY OPTOELEKTRONICZNEJ

STABILIZATION OF OPTO-ELECTRONIC HEAD

Tomasz ZAWADA

Centrum Naukowo-Produkcyjne Elektroniki Profesjonalnej RADWAR S.A.
Scientific-Industrial Centre of Professional Electronics RADWAR S.A., Warsaw, Poland

Streszczenie

Zadanie stabilizacji głowicy polega na utrzymaniu równoległości linii widzenia kamer i osi elektrycznej radaru. Linia widzenia może ulegać równoległemu przesunięciu, ale nie powinna zmieniać zadanego przez obserwatora położenia kąтового, zmierzonego w układzie inercyjnym.

Zapewnienie równoległości linii widzenia w układzie inercyjnym, powoduje brak wpływu zakłóceń mechanicznych na obserwację celów, odpowiednio odległych od głowicy. Takie podejście do problemu stabilizacji ma tę zaletę, iż nie jest wymagana znajomość dokładnych współrzędnych celu. Głowica optoelektroniczna, która może wykonać obrót w osi azymutu i elewacji zapewnia ustawienie linii widzenia (osi elektrycznej radaru śledzącego RS) w dowolnym kierunku. Taka głowica nie zapewnia jednak pełnej stabilizacji obrazu, widzianego przez kamery. Jest tak wtedy, gdy zakłócenia mechaniczne spowodują obrót głowicy względem osi, którą jest linia widzenia. W takiej sytuacji obraz na ekranie monitora obróci się. W konsekwencji wystąpi ruch obserwowanego celu w polu widzenia kamery (radaru RS). Zakłócenia tego rodzaju nie mogą być skompensowane przez układ stabilizacji głowicy, który nie posiada możliwości obrotu względem osi (ang. Roll rotation), związanej z linią widzenia kamery (osią elektryczną radaru RS).

W publikacji tej została zaprezentowana, na przykładzie osi obrotu w azymucie, realizacja stabilizacji prędkości linii widzenia głowicy optoelektronicznej. Pętla regulacji prędkości linii widzenia wyposażona jest w regulator optymalny, samouczący się. Taki regulator wykonuje identyfikację on-line zarówno parametrów dynamicznych głowicy, jak również rozpoznaje charakter zakłóceń, które działają na prędkość kątową linii widzenia. Prędkość kątowa linii widzenia mierzona jest światłowodowym żyroskopem prędkościowym, który generuje zakłócenia pomiarowe w postaci szumu białego. Regulator adaptacyjny na bieżąco dobiera nastawy tak, aby optymalnie tłumić zakłócenia pomiarowe, zakłócenia zmieniające prędkość linii widzenia (stabilizacja prędkości) oraz optymalnie nadażać za prędkością zadaną (przez operatora lub przez regulator położenia). Zaprezentowana koncepcja sterowania głowicą optoelektroniczną zakłada niezależne sterowanie osiami. Osie obrotu w azymucie i elewacji posiadają własne regulatory prędkości, działające niezależnie od siebie.

Abstract

In this paper the realization of the opto-electronic head's velocity of line of sight stabilization was presented. The presentation is based on an example of azimuth axis. The rate of line of sight control loop is equipped with optimal, self-tuning controller. Such a controller makes identification on-line of head's parameters as well as recognizing character of disturbances, which affect the rate of line of sight. Angular velocity of line of sight is measured by fiber optic rate gyro, which generates measurement disturbances in the form of white noise. Adaptive controller on-line adjusts settings in the way which cause: optimal attenuation of measurement disturbances, optimal attenuation of disturbances affecting rate of line of sight (velocity stabilization) and optimal reference velocity tracking (reference velocity can be generate by operator or by position controller). Presented opto-electronic head's control idea assumes independent axes control. Azimuth axis and elevation axis possesses own rate controllers, operating independently of each other.

Conclusions

In this paper in an encyclopedic way the adaptive rate controller is described. This controller combines hard switching with direct identification on-line. Negative effects of hard switching are eliminated by identification on-line. Hard switching eliminates negative effects, which arise from the fact that identification on-line is slow and can not track fast changing parameters of the object.

The controller was applied to stabilization of velocity of line of sight. Automatic control system of velocity, measured by fiber optic rate gyro, ensure attenuation of disturbances, which affect velocity of line of sight and also ensure reference velocity $w(i)$ tracking. Controller adaptively adjusts its settings according to changing in time disturbances so as to optimally attenuate them and not to neglect tracking of reference velocity. The controller is always self tuned in the way which ensures minimization of minimal variance objective function and this is why in certain bandwidth disturbances attenuation are less than in other bandwidths. Finally disturbances attenuation and reference velocity tracking are optimal, that is, minimize objective function (2.1).

We should note that disturbances, changing velocity of line of sight, which are beyond attenuation bandwidth, are amplified by control system. For example on the picture 4.2 the bandwidth of amplified disturbances is 3.5-9.5 Hz. To prevent the amplification of these disturbances rate gyro should be mechanically separated from disturbances, which are beyond attenuation bandwidth of control system. If the gyro does not measure them, they will not be amplified. Such a solution will not negatively influence the attenuation bandwidth, which physically can reach automatic control system.

Recenzent:

plk dr hab. inż. Zbigniew BIELECKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

THE PREPROCESSING AND IDENTIFICATION OF CHOSEN VISIONAL ELEMENTS OF UNDERWATER RANGES

IDENTYFIKACJA MIN MORSKICH Z WYKORZYSTANIEM OBRAZÓW WIZYJNYCH AKWENU PODWODNEGO

Bogdan ŻAK

Department Mechanical and Electrical Engineering, Naval University, Gdynia, Poland
Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia

Abstract

Recognition of mine dams and their identification is the cardinal military problem the placed unmanned under-water vehicles. Problem this will depend on search the object different type being in water deep sea or lying on the bottom. It therefore unmanned under-water vehicle was one should was provide in navigational system and camera TV and sonars and system of analysis of these painting. Under-water vehicle is equipped in camera. With regard on bounded gabarit of device the servants to the analyses' of got painting do not it be assemble on under-water vehicle directly. The offences of under-water reservoir on the ship-datum feature were one should send across channel of broadcast. On the ship was one should conduct the process of identification of mines. Subjected analysis this painting is. It follows the preprocessing of paintings as well as search the display chosen homothetic element to record in database standards.

In the paper the methods processing of visional the under-water paintings were presented. It the method of preprocessing and search of chosen elements on the paintings and their identification were presented. Moreover in work the results of identification of under-water paintings which was received from cameras for different level of disturbances were introduction

Conclusions

The disturbance, occurrent in sea environment, on which they consist the lighting, dirt of organic origin and inorganic and the camera of oxyopia in significant prepare they influence on quality of recorded ranges. Therefore it exists strong one needed of preprocessing of range which was it will permit on guidance of more far operations. It with investigations results that it permits the uses of straight lines of methods preprocessing on decided improvement the quality of range and the same relief the significant of information with point of view of diagnostics and identification of ranges.

Conducted investigation usefulness Hough's transforms' to identification under-water objects confirmed. In spite change of conditions of observation under-water reservoir this method permitted on efficient identification of in the demand objects. In present program implementation this method permits to work on stationary ranges, registered by visional arrangement of under-water vehicle because the guidance of calculations lasts long. It wanting to use to identification of under-water objects this method in real-time would belong to execute her implementation of hardware. Now be guided work, which they have in view adaptation this method to running in real-time.

Streszczenie

W referacie przedstawiono koncepcję identyfikacji podwodnych obiektów minopodobnych na podstawie obrazów wizyjnych akwenu podwodnego przesłanego z bezzałogowego pojazdu podwodnego na okręt bazę. Opisano metody przetwarzania wstępnego obrazów wizyjnych akwenu podwodnego oraz metodę poszukiwania wybranych elementów na tych obrazach i ich identyfikację przy wykorzystaniu transformaty Hougha. Ponadto w pracy przedstawiono wyniki wstępnego przetwarzania oraz identyfikacji dokonanej na obrazach akwenu podwodnego otrzymanych z kamer przy różnym poziomie zakłóceń.

Wnioski

Obserwacja akwenu podwodnego poprzez techniczne środki rejestracji obrazu nie jest rzeczą prostą. Zakłócenia, występujące w tym środowisku, na które składają się przede wszystkim oświetlenie, zanieczyszczenia pochodzenia organicznego ostrość nieorganicznego oraz ostrość widzenia kamery w znaczący sposób wpływają na jakość rejestrowanych obrazów. Dlatego też istnieje silna potrzeba przetwarzania wstępnego obrazu które pozwoli na prowadzenie dalszych operacji takich jak choćby wyszukiwanie określonych elementów. Z przedstawionych wyników badań wynika, iż zastosowania prostych metod przetwarzania wstępnego pozwala na zdecydowane polepszenie jakości obrazu a tym samym uwypuklenie informacji znaczącej z punktu widzenia rozpoznawania i identyfikacji obrazów.

Przeprowadzone badanie potwierdziły przydatność transformaty Hougha do identyfikacji obiektów podwodnych. Pomimo zmiany warunków obserwacji akwenu podwodnego metoda ta pozwoliła na sprawną identyfikację poszukiwanych obiektów. W obecnej implementacji programowej metoda ta pozwala pracować na obrazach stacjonarnych, zarejestrowanych przez układ wizyjny robota podwodnego ze względu na długi czas prowadzonych obliczeń. Chcąc wykorzystać ją do identyfikacji obiektów podwodnych w czasie rzeczywistym należałoby metodę tą zaimplementować sprzętowo. Obecnie prowadzone są prace mające na celu przystosowanie jej do pracy w czasie rzeczywistym.

Reviewer:

kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI (Naval University, Gdynia)

CHARAKTERYSTYKI URZĄDZEŃ PELENGACYJNYCH Z MATRYCAMI BUTLER’A I CYLINDRYCZNYMI SZYKAMI ANTENOWYMI

CHARACTERISTICS OF THE PELENGATION DEVICES WITH BUTLER MATRICES AND CYLINDRICAL ANTENNA ARRAYS

Adam Konrad RUTKOWSKI

Zakład Mikrofali Instytutu Radioelektroniki Wydziału Elektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Division of Microwaves, Institute of Radioelectronics, Faculty of Electronics,
Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Jednym z elementów walki elektronicznej (WE) jest rozpoznanie, a w tym: poszukiwanie prowadzące do wykrycia obiektów i identyfikacji przynależności, a także śledzenie (ciągłe odzwierciedlanie cech). Zwykle, natychmiast po wykryciu emisji mikrofalowej należy dokonać namierzenia jej źródła, czyli możliwie precyzyjnego wskazania kierunku z jakiego nadszedł odebrany sygnał. W rozumieniu niniejszej pracy źródłem sygnału mikrofalowego jest nie tylko urządzenie generujące sygnały, ale również obiekt odbijający promieniowanie emitowane przez mikrofalowe nadajniki oświetlające lub przez nadajniki innego przeznaczenia jak na przykład stacje radiowe, nadajniki telewizyjne oraz stacje bazowe telefonii komórkowej.

Bardzo dużą rolę w szybkim (natychmiastowym) namierzaniu i śledzeniu źródeł sygnałów mikrofalowych mają urządzenia lekkie wyposażone w systemy antenowe składające z kilku anten elementarnych. Urządzenia takie mogą dokonywać pelengacji przy użyciu metod amplitudowych, fazowych lub amplitudowo – fazowych. W pracy przedstawiono zasady działania namierników wykorzystujących matrycę Butler’a podłączoną do ośmiu anten rozmieszczonych w szyku dookrężnym (cylindrycznym) lub quasi cylindrycznym (sektorowym). W przypadku współpracy z dookrężnym szykiem antenowym, matryca funkcjonuje jako bardzo szybki konwerter amplitudowo – fazowy transformujący zróżnicowanie mocy z poszczególnych anten systemu odbiorczego na zróżnicowanie faz sygnałów występujących we wrótach wyjściowych matrycy Butler’a. Pomiar różnicy faz sygnałów wyjściowych matrycy dostarcza precyzyjnej informacji o kącie nadejścia odebranego sygnału mikrofalowego.

Z uzyskanych charakterystyk pelengacyjnych można wnosić, że szybkości zmian różnicy faz sygnałów w poszczególnych parach wrót wyjściowych matrycy w funkcji kąta położenia emitera są różne. W związku z tym największą dokładność namiaru osiągnie się poprzez pomiar i porównanie różnic faz sygnałów z kilku par wrót wyjściowych matrycy. Dodatkowo proponuje się, aby pomiar różnicy faz uzupełnić o analizę poziomów mocy sygnałów otrzymywanych z wrót wyjściowych matrycy Butler’a.

W pracy wykazano, że systemy namierzania z quasi cylindrycznymi szykami antenowymi prowadzące obserwację w określonym sektorze charakteryzują się lepszą rozdzielczością i większą odpornością na oślepianie elektromagnetyczne, niż jednokanałowe namierniki odbierające sygnały ze wszystkich kierunków jednocześnie.

Abstract

The paper concerns devices with small so called non flat antenna arrays designed for finding out, recognizing and tracking of objects. Very useful for these purposes are the direction finders containing only a few small antennas. These systems perform amplitude or phase method of angle of arrival AOA determination. In the paper there were presented principle of operation of the devices with Butler matrices connected to eight directional antennas. Antennas can be arranged on the circle (circular or cylindrical antenna array) or along the arc (sectorial or quasi cylindrical antenna array).

If the Butler matrix is connected to circular or sectorial antenna array then it plays the role of amplitude to phase converter A/PC. In such devices direction to the microwave emitter is extracted from phase differences of the signals from matrix's output ports. In the paper there were presented the results of computer simulations of the systems with the Butler matrices 8x8 connected to eight antennas. Pelengation characteristics and properties of the direction finding DF systems with full cylindrical and sectorial antenna arrays have been described and compared.

Conclusions

The systems based on Butler matrix connected to circular or sectorial antenna array use so called amplitude method of AOA estimation. Results of analyses and calculations revealed that DF and tracking system with full cylindrical antenna array and single Butler matrix is very susceptible to blinding even by single narrowband microwave jammer. More jamming – proof is the network of several devices with Butler matrices and flat or sectorial antenna arrays working in some sectors of space. It was also shown that the resolution of the AOA evaluation of the devices with quasi cylindrical antenna array is an almost twice greater than resolution of the device with single Butler matrix and full cylindrical antenna array. In general, efficiency of the direction finding systems are determined by parameters of its microwave components, by analogue and digital circuits and by structure of the algorithms of AOA evaluation. In these systems are very important not only width of antenna patterns but their shapes and side lobes level and coupling with the other elements of the antenna array as well. It seems probable that in some DF systems designed in the future, Butler matrix can be replaced by set of microwave power meters MPM separate for each antenna of cylindrical array. The AOA will be evaluated on the basis of data received from each MPM.

Recenzent:

kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI (Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia)

**NAMIERZANIE NADAJNIKÓW MIKROFALOWYCH
ZA POMOCĄ URZĄDZEŃ Z MATRYCAMI BUTLER’A
I PŁASKIMI SZYKAMI ANTENOWYMI**

**DIRECTION FINDING OF THE MICROWAVE EMITTERS BY MEANS
OF DEVICES WITH BUTLER MATRICES AND FLAT ANTENNA
ARRAYS**

Adam Konrad RUTKOWSKI

Zakład Mikrofal Instytutu Radioelektroniki Wydziału Elektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Division of Microwaves, Institute of Radioelectronics, Faculty of Electronics
Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Kąt nadejścia sygnału jest jednym z podstawowych parametrów umożliwiającym identyfikację nadajnika mikrofalowego oraz jego lokalizację. Z punktu widzenia procesu namierzania i śledzenia obiektów nadajnikiem jest nie tylko urządzenie generujące sygnały, ale również obiekty odbijające promieniowanie emitowane przez mikrofalowe nadajniki oświetlające lub na przykład przez nadajniki stacji radiowych i telewizyjnych (tak zwana radiolokacja bierna).

Namierzanie źródeł sygnałów mikrofalowych jest ważnym elementem procesu poszukiwania prowadzącego do wykrywania, identyfikacji przynależności i śledzenia obiektów. Bardzo dużą rolę w efektywnej realizacji tych zadań będą miały urządzenia lekkie wyposażone w systemy antenowe składające się z od dwóch do ośmiu anten elementarnych. Urządzenia pelengacyjne mogą dokonywać namierzania przy użyciu metod amplitudowych, fazowych lub amplitudowo – fazowych. W pracy opisano zasady działania namierników wykorzystujących matrycę Butler’a podłączoną anten rozmieszczonych w szyku linearnym (płaskim). W urządzeniach wyposażonych w płaski szyk antenowy, matryca pełni rolę konwertera fazowo – amplitudowego. Dzięki temu estymacja kierunku położenia nadajnika mikrofalowego jest dokonywana poprzez porównanie amplitud sygnałów występujących we wrotach wyjściowych matrycy. Wyznaczono charakterystyki systemów z matrycą Butler’a MB8x8 współpracującą z ośmioma, czterema oraz z dwiema antenami kierunkowymi.

Zaproponowano modyfikację matrycy Butler’a MB8x8 oraz strukturalnie nową matrycę WAK 2x8 przeznaczoną do współpracy z dwiema antenami. Zredukowanie liczby anten pozwala zmniejszyć gabaryty urządzenia, a jednocześnie poprawia rozdzielczość namierzania, szczególnie w warunkach odbioru słabych sygnałów.

Abstract

The paper concerns devices with small antenna arrays designed for finding out, recognizing and tracking of objects. Very useful for these purposes are the small direction finding systems containing not less than 2 and not more than 8 antennas. These systems perform amplitude or phase method of angle of arrival AOA determination. In the paper there were presented principle of operation of the devices with sixteen ports Butler matrices. Antennas connected to the matrices were arranged along the straight line (linear or flat antenna array). In the systems with flat antenna array, the Butler matrix works as phase to amplitude converter P/AC. In these systems the direction finding is based on amplitude comparison of the signals from output ports of the Butler or other kind of matrix. There were carried out computer simulations of the systems with the Butler matrix 8x8 connected to flat array of eight, four and two antennas. There were proposed modification (reduction in number of elements) of the structure of Butler matrix interacting with single pair of antennas. Moreover, proposal of the new matrix signed as WAK 2x8 with two inputs and eight output ports was described too.

Conclusions

The systems with Butler matrix and linear antenna array perform so called phase method of angle of arrival determination. The system with Butler matrix and eight antennas is characterized by deterioration of measurement resolution for some angle of signal's arrival. It was proved that this disadvantage can be decreased by reduction in number of antennas. The matrix WAK 2x8 which has been drawn up has the wider frequency band than conventional Butler matrix MB 8x8. In general, efficiency of the direction finding systems are determined by parameters of its microwave components, by analogue and digital circuits and by structure of the algorithms of AOA evaluation

Recenzent:

kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI (Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia)

DEVELOPMENT IN TECHNOLOGIES OF METALLIC CABLE OPTICALIZATION

TECHNOLOGICZNY ROZWÓJ ZDOLNOŚCI ŚWIATŁOWODOWYCH KABLI Z RDZENIEM METALOWYM

Peter LIPTÁK

Faculty of Special Technology, Trenčín University, Slovak Republic
Wydział Techniki Specjalnej, Uniwersytet w Trenczynie, Słowacja

Abstract

Current huge development of informatics and telecommunications which applies digitalization of transmitted information is closely related to application of modern transmission media. These technologies can be used not just for building major long-distance telecommunication routes but they are also indivisible part of local PC networks, cable television, operating and control systems, etc. Basic transmission medium of these technologies are fibres, conductors and cables. Over the past several years their production technologies have improved a lot. The technologies for stowing have improved a lot as well. The practice has shown that when common techniques of stowing, such as trenching or underdrilling are used, there often comes up the problem of building and technological arrangement of the trenching system, and relating technologies.

Paper deals with possibility of stowing new conductive parts of cable structures using underground technology without extensive trenching, building operations and earthwork. It is compiled to show special purpose applications of commanding and control. As a transmission medium, optical signals transmitted by optical fibres are considered.

One way of upgrading cable structures is their opticalization. It means gradual replacing of conductive media, usually metallic ones with other media, e.g. optical fibres maintaining non-conductivity and sheathing, without uncovering them.

Streszczenie

Obecny ogromny rozwój w zakresie informatyki i telekomunikacji, który wymusza cyfrową obróbkę przesyłanej informacji, znajduje zastosowanie we współczesnych środkach przekazu. Techniki te mogą zostać zastosowane nie tylko do budowy długodystansowych sieci telekomunikacyjnych, ale są one również nieodłączną częścią lokalnych sieci PC, systemów kierowania i kontroli itp. Podstawowymi środkami przekazu są wiązki, przewody i kable. Technologia ich produkcji ciągle poprawia się. Artykuł dotyczy możliwości składania nowych części przewodzących kabli podziemnych bez konieczności kopania rowów i innych prac ziemnych. Jako środek przekazu rozważa się zastosowanie dodatkowo techniki światłowodowej.

Reviewers:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Military University of Technology, Warsaw)

OBRONA PRZECIWTORPEDOWA OKRĘTÓW NAWODNYCH. OBECNE MOŻLIWOŚCI PRZECIWDZIAŁANIA PODWODNEMU ZAGROŻENIU

SURFACE SHIP TORPEDO DEFENCE. PRESENT CHANCES TO COUNTERACT THE UNDERWATER THREAT

Adam CICHOCKI, Piotr BEKIER

Zakład Broni Podwodnych, Akademia Marynarki Wojennej
Underwater Warfare Department, Polish Naval Academy, Gdynia, Poland

Streszczenie

Podczas II Wojny Światowej, w sierpniu 1940r. Hitler ogłosił totalną blokadę Wysp Brytyjskich, twierdząc, iż zagłodzi Anglików poprzez odcięcie ich od dostaw żywności dostarczanych drogą morską poprzez stworzenie żelaznej bariery wokół wyspy. Bariere ową tworzyć miały okręty podwodne Kriegsmarine - zabójcze, małe i trudne do zlokalizowania siły zniszczenia (szczególnie w pierwszych latach wojny) wśród statków przemierzających wody Północnego Atlantyku. Szczególnie niebezpieczne wówczas, gdy na swój łup oczekiwały na podejściach do portów, albo w odległości kilku mil od wybrzeża Ameryki Północnej i Europy.

Obecnie, wbrew twierdzeniu, że zagrożenie dla sił nawodnych ze strony okrętów podwodnych osłabło wraz z zakończeniem Zimnej Wojny, są one w rzeczywistości bardziej zagrożone i pozostaną takie w najbliższej przyszłości.

Niniejszy artykuł prezentuje światowe koncepcje oraz tendencje rozwojowe w zakresie obrony przeciwtorpedowej okrętów nawodnych. Na dzień dzisiejszy, kiedy broń torpedowa stała się bardzo zaawansowana i często dorównuje skutecznością przeciwokrętowym kierowanym pociskom raketowym, problem ten dotyczy większości (o ile nie wszystkich) marynarek wojennych.

Abstract

The following article is presenting world concepts and development trends in the field of the surface ships torpedo defence. As of now, when the torpedoes have become very advanced and often equals with effectiveness for surface-to-surface guided missiles, this problem refers to the majority (if not all) of world's fleets.

As far as torpedo defence is concerned there is a need to construct an Anti-Torpedo Torpedo in the nearest future because of the lack of hard-kill devices nowadays. Soft-kill measures, like jammers, decoys and evasive manoeuvring have been effective against torpedoes with less sophisticated homing system than presently used and there's usage against torpedoes equipped with state-of-art homing devices, including the AI techniques, is problematic.

Recenzent:

kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI (Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia)

MINA ZDALNEGO RAŻENIA DO NISZCZENIA ŚMIGŁOWCÓW

ANTI-HELICOPTER MINE

Henryk MADURA^{*}, Zdzisław JUCHACZ^{}**

^{*}Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

^{**}Wojskowe Zakłady Uzbrojenia Nr 2, Grudziądz
Military Armament Works No.2, Grudziądz, Poland

Streszczenie

Śmigłowce uzbrojone w nowoczesne środki ogniowe stanowią wyjątkowe zagrożenie dla ważnych obiektów ugrupowania bojowego. W obronie przeciwśmigłowcowej użycie środków artyleryjskich, raketowych czy samolotów może być utrudnione lub wręcz niemożliwe w szczególności, gdy śmigłowce będą się przemieszczały na małych wysokościach.

Miny zdalnego rażenia do niszczenia śmigłowców stanowią nowy techniczny element oddziaływania na wojska przeciwnika. Ich ogólnym przeznaczeniem jest niszczenie śmigłowców podczas przelotu na niskich wysokościach nad terenem zaminowanym oraz wymuszanie przelotu śmigłowców na większych wysokościach (poza zasięgiem rażenia miny i w strefie ognia innych środków). Miny takie mogą być z powodzeniem wykorzystane na podejściach do obrony, w głębi obrony na podejściach do obiektów oraz w celu osłony skrzydeł i drugorzędnych kierunków obrony nie obsadzonych przez wojska.

W artykule omówiono budowę, parametry i wyniki badań miny zdalnego rażenia do niszczenia śmigłowców lecących na wysokościach do 200 m. Elementem niszczącym śmigłowce są dwa wybuchowo formowane pociski. Wykrycie celu, skierowanie miny w stronę nadlatującego śmigłowca i decyzja o odpaleniu pocisków podejmowana jest w inteligentnym zespole celowniczo-decyzyjnym wyposażonym w pasywne czujniki podczerwieni i czujniki akustyczne. Mina może być częściowo zakopana, przez co zwiększa się skuteczność jej maskowania oraz maleje pole rażenia odłamkami. Uzbrajanie i rozbrajanie miny może być realizowane sygnałem optycznym lub radiowym.

Abstract

The article presents the construction, parameters and the results of field tests of anti-helicopter mine capable of destroying targets at altitudes up to 200m. The mine is armed with two explosively formed projectiles (EFP). Target detection, firing solution and the decision to fire are performed within intelligent targeting-and-control module equipped with passive IR and acoustic sensors. The mine can be partially buried which improves the effectiveness of camouflage and reduces debris range. The mine can be remotely armed and disarmed by radio or optic signal.

Recenzent:

dr hab. inż. Zbigniew KORUBA (Politechnika Świętokrzyska, Kielce)

**ANALIZA ZASTOSOWANIA WYNIKÓW BADAŃ
OPRACOWYWANYCH W POLSCE STRZELECKICH NABOI
WZORCOWYCH W ODNIESIENIU DO WYMAGAŃ ZAWARTYCH
W ZAŁOŻENIACH TAKTYCZNO-TECHNICZNYCH**

**THE ANALYSIS OF APPLICATION AND TESTS RESULTS OF
WORKING OUT IN POLAND SMALL CALIBER REFERENCE
AMMUNITION IN ACCORDANCE TO TECHNICAL AND TACTICAL
REQUIREMENTS**

Wiesław STĘPNIAK*, Marian PIĄTEK**

* Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Zielonka
Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland

** Zakłady Metalowe „MESKO” S.A. Skarżysko-Kamienna
“MESKO” Metal Works Industry, Skarżysko-Kamienna, Poland

Streszczenie

Termin „amunicja wzorcowa” niektórzy eksploatorzy uzbrojenia strzeleckiego utożsamiają z określeniem „amunicja precyzyjna”, która charakteryzuje się bardzo małym rozrzutem pocisków na tarczy (celu). Faktycznie, amunicja tego typu różni się od amunicji standardowej jeszcze innymi charakterystykami balistycznymi, które predysponują ją do określenia „wzorzec”. Przede wszystkim naboje wzorcowe wyróżniają się minimalnym średnim odchyleniem standardowym prędkości początkowej pocisków i ciśnienia gazów prochowych. Dodatkowo naboje tego typu posiadają nieporównywalnie większą, w stosunku do amunicji standardowej niezawodność działania, to znaczy praktycznie niedopuszczalne jest występowanie defektów amunicji podczas strzelania takich jak: niedopalenie spłonki, przebicie miseczki spłonki przez iglicę, pęknięcie łuski i innych. Dzięki powyższym charakterystykom, naboje wzorcowe są niezbędnym elementem w prowadzeniu wszystkich badań balistycznych (prędkość, ciśnienie gazów prochowych, skupienie pocisków). Służą one zarówno jako wzorzec porównawczy otrzymywanych wyników w procesie prowadzonych badań balistycznych (w tym do wprowadzania poprawek balistycznych) jak i do oceny broni balistycznej i użytkowanej aparatury badawczej. Bez posiadania naboju wzorcowego nie jest możliwe prowadzenie badań balistycznych zgodnie z procedurami badawczymi.

Amunicja wzorcowa w kalibrach NATO dostarczana przez Europejskie Regionalne Centrum Badawcze w Anglii, ze względu na jej bardzo wysoką cenę i w dalszym ciągu skomplikowane procedury importowe nie jest powszechnie używana przez laboratoria badawcze w Polsce, które oceniają charakterystyki balistyczne broni i amunicji strzeleckiej. Jednocześnie w dalszym ciągu występuje na uzbrojeniu WP amunicja w kalibrach byłego Układu Warszawskiego, która musi podlegać rutynowym sprawdzeniom z użyciem amunicji wzorcowej. Jednak jej zakup od Rosji w obecnej sytuacji politycznej jest niemożliwy.

Mając na uwadze powyższe fakty, w 2005r. Zakłady Metalowe „MESKO” S.A. i WITU Zielonka korzystając z dofinansowania MNiI, w ramach realizacji projektu celowego nr 229/BO/B przystąpiły do opracowania rodziny strzeleckich naboí wzorcowych.

W chwili opracowywania niniejszego artykułu ZM „MESKO” S.A. wykonują partię próbną rodziny strzeleckich naboí wzorcowych. We wrześniu bieżącego roku rozpoczną się badania kwalifikacyjne tej amunicji

Analiza przedstawionych wyników badań wskazuje, że najlepsze parametry balistyczne i taktyczno-techniczne uzyskano dla amunicji kalibrów NATO, a więc najbardziej perspektywicznej w zakresie zastosowania. Jednocześnie w kalibrach byłego UW nie budzi obaw w perspektywie badań kwalifikacyjnych amunicja karabinowa kalibru 7,62x54mm. Wprawdzie mieszczące się w granicach wymagań, nie mniej jednak budzące obawy wyniki skupienia pocisków amunicji pośredniej kal. 7,62x39mm zmusiły zespół opracowujący z WITU i ZM „MESKO” do wprowadzenia korekt w dokumentacji na partię prototypową celem poprawy tego parametru.

Abstract

In this paper there is presented the main application of small calibre reference ammunition, according to NATO requirements and the latest Polish achievement in working out the family of small calibre reference cartridges.

Conclusions

Presented in this article the pragmatic of application reference ammunition undoubtedly shows essentiality this type of ammunition in every stage of ballistics tests as well ammunition (in qualification, production and surveillance tests) as weapon and ballistic equipment. The initial achievement "MESKO" Metal Works Industry and Military Institute of Armament Technology in working out the family of small calibre national reference ammunition are good prognosis, the possibility of implementation this kind of ammunition in Polish accredited ballistic laboratories. Because of the unique ballistic and tactical-technical parameters of reference ammunition, there is possibility of international cooperation in this matter too.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

BROŃ UKRYTA W WARUNKACH ZAGROŻEŃ ATAKAMI TERRORYSTYCZNYMI

HIDDEN WEAPONS IN THE CONDITIONS OF A THREAT OF A TERRORIST ATTACK

Ireneusz T. DZIUBEK

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Kaliszu
State Vocational College, Kalisz, Poland

Streszczenie

Terroryzm jest formą przemocy politycznej, polegającą na stosowaniu morderstw lub zniszczenia /lub ewentualnych gróźb zastosowania takich środków/ w celu wywołania szoku i ekstremalnego zastraszania jednostek, grup, społeczeństw lub rządów, czego efektem mają być wymuszenia pożądanych ustępstw politycznych, sprowokowanie nieprzemyślanych działań lub/i zademonstrowanie/nagłośnienie własnych politycznych przekonań.

Wśród metod i środków walki fizycznej, ocenianych jako klasyczne dla działań terrorystycznych, można wymienić przede wszystkim zabójstwa. Z zabójstwem mamy do czynienia gdy dochodzi do zasztyletowania, zastrzelenia oraz korzystania z innych sposobów eliminacji konkretnej osoby. Wśród najbardziej skutecznych wymienia się tzw. techniki nietypowe. Do tych ostatnich można zaliczyć sposoby opanowania, a następnie wykorzystania, samolotów do zamachów (przykład : zamach z 11 września 2001 roku w Stanach Zjednoczonych).

W każdym przypadku podstawą działania jest element zaskoczenia, gdyż poważnym ograniczeniem skuteczności terrorystów jest stosowany system ochronny. Jednym z gwarantów, efektywnego zrealizowania zamierzenia przez sprawców, jest zastosowanie broni ukrytej /utajonej/.

W referacie przedstawiono definicję, zarys historyczny oraz rozwiązania konstrukcyjne broni ukrytej, przewidywanej do zastosowania w warunkach zagrożeń atakami terrorystycznymi. Opisano stan rozpoznania oraz przedstawiono wybiórczo, spotykane dotychczas egzemplarze broni. Określono prognozowane kierunki rozwoju takiego uzbrojenia na polu walki. Zaproponowano realizację procesu edukacyjnego – antyterrorystycznego kształcenia żołnierzy.

Abstract

The paper presents the definition, the history, and design solutions of hidden weaponry intended for use in case of a threat of terrorist attacks. The state of detection has been described and the already known weapons have been selectively presented. The diagnosed trends of development of such arms in the field have been defined. The implementation of counterterrorist training of soldiers has been proposed.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

MONITORING ANTYTERRORYSTYCZNY BAZ MORSKICH I PORTÓW

SYSTEM OF ANTITERRORIST ATTACKS MONITORING OF SEA BASES AND HARBOURS

Dariusz GRABIEC*, Dariusz SZULC**

*Zakład Hydrografii Morskiej, Akademia Marynarki Wojennej

**Zakład Broni Podwodnych, Akademia Marynarki Wojennej
Naval Academy, Gdańsk, Poland

Streszczenie

Ataki terrorystyczne są realnym zagrożeniem dla portów i statków tam cumujących. Wejście na teren portu od strony lądu jest chronione i monitorowane. Jednak od strony wody kontrolujemy jedynie ruch statków zakładając, że nie stanowią one zagrożenia. Obecnie są rozwijane systemy ochrony portów oraz kotwiczowisk przed zagrożeniem dywersyjnym. Należy jednak rozróżnić atak dywersyjny od ataku terrorystycznego. Terroryzm jest jednym z największych problemów współczesnego świata. Aby móc skutecznie zwalczać to zagrożenie, niezbędne jest poznanie celów działalności terrorystycznej oraz środków stosowanych do ich osiągnięcia. Analiza ataków terrorystycznych wymierzonych w żeglugę w ciągu ostatniego półwiecza umożliwia określenie potencjalnych sposobów działania sprawców podobnych aktów przemocy w przyszłości. Za prawdopodobne uznać należy:

- zamachy bombowe przeprowadzane w portach lub na morzu przy użyciu materiału wybuchowego wniesionego na statek przez członka organizacji terrorystycznej,
- uprowadzenia statków przez osoby znajdujące się na ich pokładzie,
- uprowadzenia statków dokonywane z innych jednostek pływających,
- ostrzał statków z innych jednostek pływających,
- działania z zastosowaniem jednostek wybuchowych, sterowanych zdalnie lub obsadzonych przez samobójców,
- działania pływunurków bojowych,
- działania z zastosowaniem broni minowej.

W artykule została opisana ogólna koncepcja systemu monitorowania antyterrorystycznego portów morskich od strony wody oparta na wykorzystaniu środków hydroakustycznych i podwodnej TV.

Abstract

Following article presents an asymmetric threat of sea bases and harbours. Not a long ago, the harbour protection was limited to the inland threat, but the safety from the sea was skipped. The article describes the conception of system for antiterrorist attacks monitoring of sea harbours from side of water.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

WIRTUALNY TRENAŻER I SYSTEM OCENY STRZELAŃ NA POTRZEBY ZESTAWÓW ARTYLERYJSKO-RAKJETOWYCH OPL

VIRTUAL TRAINING SYSTEM AND SYSTEM OF THE ASSESSMENT SHOOTING FOR NEEDS OF ANTI-AIRCRAFT ARTILLERY-ROCKET SETS

Jarosław PANASIUK

Instytut Systemów Mechatronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Mechatronic Systems, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Szkolenie obsługi artyleryjsko-rakietowych zestawów przeciwlotniczych stanowi zagadnienie, które charakteryzuje się z jednej strony stosunkowo wysokimi kosztami wynikającymi ze zużycia amunicji zaś z drugiej brakiem obiektywizmu przy ocenie i weryfikacji wyników. Szkolenie programowe prowadzi się w garnizonach i w ośrodkach szkolenia poligonowego gdzie w pierwszym przypadku jest ono ukierunkowane na szkolenie i doskonalenie indywidualnych umiejętności specjalistycznych oraz szkolenie i zgrywanie do działań załóg, obsług, zespołów, pododdziałów oraz dowództw i sztabów zaś w drugim, ukierunkowane jest na podwyższanie sprawności bojowej pododdziału w rzeczywistych warunkach terenowych. W ramach szkolenia poligonowego realizuje się ćwiczenia taktyczne, strzelania, oraz inne zajęcia, które nie są możliwe do przeprowadzenia w warunkach garnizonowych. Szkolenie poligonowe prowadzi się zazwyczaj etapowo poprzez sprawdzanie indywidualnych (zespołowych) umiejętności obsługi w zwalczaniu sił i środków przeciwnika w ramach struktur organizacyjnych.

Celowym wydaje się więc opracowanie rozwiązania mogącego służyć w dwóch wymienionych etapach jak również rozwiązania, które pozwoli na obiektywną weryfikację efektów szkolenia. Osiągnięcie tego typu efektu możliwe jest poprzez zabudowę funkcji trenażera w sprzęt bojowy w sposób, który nie będzie powodował obniżenia możliwości bojowych sprzętu wojskowego. Szanse na powstanie tego typu rozwiązań pojawiają się w związku z opracowywaniem w chwili obecnej nowych konstrukcji uzbrojenia, które to konstrukcje dzięki zastosowaniu techniki komputerowej charakteryzują się możliwością modyfikacji systemu a tym samym dużymi możliwościami rozwojowymi.

Przykładem tego typu rozwiązania jest celownik programowalny CP-1 opracowany na Wojskowej Akademii Technicznej a produkowany przez producenta celowników przeciwlotniczych, firmę „PREXER” Sp. z o.o. z Łodzi. Celownik ten dzięki zastosowaniu komputera działającego pod kontrolą systemu czasu rzeczywistego QNX i matrycy wyświetlającej znaki celownicze jak również inne informacje wykorzystywane w procesie śledzenia i strzelania z zestawu ZUR-23-2KG, otwiera zupełnie nowe możliwości w zakresie szkolenia celowniczych tychże zestawów w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

W prezentowanym referacie przedstawiono koncepcję systemu przeznaczonego do szkolenia obsługi artyleryjsko-rakietowych zestawów przeciwlotniczych ZUR-23-2 KG przy wykorzystaniu nowych celowników. Proponowane rozwiązanie trenażera i systemu oceny strzałów, charakteryzuje się uniwersalnością i niskimi kosztami dzięki eliminacji rozbudowanej infrastruktury niezbędnej do pracy systemu. Zabezpiecza ono praktycznie wszystkie fazy bojowego szkolenia obsługi zestawów artyleryjsko-lufowych. Pozwala na przeprowadzenie bardzo realistycznego szkolenia przy wykorzystaniu tych samych elementów, z których korzysta obsługa zestawu w warunkach bojowych. Rozwiązanie takie sprzyja integracji obsługi z zestawem oraz eliminuje proces dostosowywania się celowniczych przy przejściu z fazy szkolenia do fazy bojowego użycia zestawu.

Proponowane przez Zakład Systemów Sterowania Wydziału Mechatroniki WAT rozwiązanie charakteryzuje się również walorami podnoszącymi bezpieczeństwo szkolenia obsługi. Informacje jakie mogą być przesyłane i jakie są zobrazowywane na stanowisku operatora WTiSOS pozwalają w sposób ciągły na określenie parametrów pracy zestawu oraz archiwizację wyników szkolenia i strzałów zaś w terminie późniejszym na ich wizualizację, co pozwala na szczegółowe omówienie błędów popełnionych przez celowniczego podczas prowadzenia strzelania.

Reasumując należy zauważyć, iż proponowane rozwiązanie, dzięki wykorzystaniu możliwości celownika CP-1, pozwala na kompleksowe zabezpieczenie procesu szkolenia obsługi zestawów ZUR-23-2KG. System jako jedyne tego typu rozwiązanie pozwala na określenie który zestaw (jeśli strzelała bateria), trafił cel a nawet którym pociskiem. Tak dokładna weryfikacja procesu strzałów artyleryjskich połączona z możliwością oceny strzałów rakietowych nie była dotychczas nawet rozważana. Wszystko to sprawia, że nowy system WTiSOS można uznać za zupełnie nową jakość w zakresie szkolenia obsługi zestawów artyleryjsko-rakietowych obrony przeciwlotniczej.

Abstract

The paper presents the new concept of allotted system for training services of artillery-rocket anti-aircraft ZUR-23-2 KG sets at using new sights. The offered solution allows for training in most possible realistic conditions at exploiting abilities of the equipment of sub-units of antiaircraft artillery (ZUR-23-2KG artillery with CP-1 sights).

Conclusions

The offered solution is characterized as universal as regards possible variants of applying and with low costs of the essential infrastructure due to the elimination extended infrastructure necessary for the work of the system. The solution protects all phases of battle training services of artillery-rocket sets. It also lets to carry the very realistic training when using the same elements used by the service of the set in battle conditions.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

STAWIANIE MIN Z OKRĘTÓW PODWODNYCH

THE MINELAYING FROM UNDERWATER MINELAYERS

Jerzy GŁĘBOCKI

Zakład Broni Podwodnych, Akademia Marynarki Wojennej
Underwater Warfare Department, Polish Naval Academy, Gdańsk, Poland

Streszczenie

Sukcesy jakie uzyskały podwodne stawiacze min w obydwu wojnach światowych spowodowały, że w latach powojennych nastąpił ich dynamiczny rozwój. Jego przejawem było przystosowanie prawie wszystkich nowo budowanych okrętów podwodnych do stawiania min z wyrzutni torpedowych, co umożliwiało podczas wyjścia na morze, w zależności od sytuacji taktycznej, wykonywanie zadań minowych lub zadań z użyciem uzbrojenia torpedowego. Ta unifikacja cech okrętu podwodnego - torpedowego i stawiacza min - w jeden wielozadaniowy okręt spowodowała, że na obecną chwilę we flotach wojennych na całym świecie znajduje się kilkaset jednostek tego typu. Zastosowanie do napędu okrętów podwodnych paliwa nuklearnego spowodowało dalszy rozwój podwodnych nosicieli min.

Szereg czynników określa wartość ciśnienia powietrza w butlach strzelniczych wyrzutni torpedowych, niezbędnego dla zapewnienia bezkolizyjnego stawiania min. Z analizowanego materiału wynika, że zasadniczą rolę odgrywają:

- zanurzenie okrętu podwodnego w momencie stawiania min,
- prędkość okrętu podwodnego w momencie stawiania min,
- usytuowanie wyrzutni torpedowych (dziób – rufa okrętu),
- kolejność wystrzeliwanych min z wyrzutni.

Wyniki badań i analiz pokazują, że ciśnienie w butlach strzelniczych na potrzeby realizacji działań minowych nie musi przekraczać 1,6 MPa. Tak więc podawanie ciśnienia powietrza z butli strzelniczej o wartościach większych niż 2 MPa staje się mało zasadne, a ponadto może powodować nadmierne obciążenia urządzeń minowych oraz uszkodzenia elementów zapalnika stawianej miny. Należy zatem, z uwagi na realizację działań minowych, doposażyć system strzału powietrznego w dodatkowe reduktory.

Abstract

Success obtained by underwater minelayers in both world wars made their dynamic development occur in postwar years. An indication of this process was adaptation of torpedo tubes of almost all newly built submarines to minelaying, what makes it possible to carry out also minelaying tasks. This unification of the submarine features – the torpedo platform and the minelayer – into one multitask warship caused, that a few hundred units of this type can be found all over the world in navies for the present moment.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

TENDENCJE ROZWOJOWE PRZENOŚNYCH PRZECIWLOTNICZYCH ZESTAWÓW RAKIETOWYCH

DEVELOPMENT TRENDS OF HUMAN PORTABLE AIR-DEFENCE SYSTEMS

Sławomir TAMBERG

Akademia Marynarki Wojennej, Instytut Broni Morskich
Institute of Naval Weapons, Naval University, Gdynia, Poland

Streszczenie

Rozwój techniki i nowoczesnych technologii wpływa na ciągle doskonalenie sprzętu uzbrojenia. W armiach najbardziej rozwiniętych państw świata nakłady na nowoczesne uzbrojenie sięga 30% budżetu resortów obrony, resztę wciąż się modernizuje, by sprostać wymaganiom współczesnego pola walki. Skuteczność w walce z przeciwnikiem powietrznym działającym na małych i bardzo małych wysokościach pod osłoną intensywnych zakłóceń aktywnych i pasywnych, jest związana między innymi z konstrukcją nowych i modernizacją starych przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych.

Należy stwierdzić, że zdolności percepcyjne człowieka są ograniczone, jego szybkość analizowania sytuacji powietrznej, wyboru sposobu przeciwdziałania oraz wprowadzania w czyn podjętych decyzji jest niewystarczająca. Żołnierza – operatora musi wspomagać lub wykonywać za niego określone czynności wyspecjalizowana i niezawodna optoelektronika i mikrokomputery.

W referacie przedstawiono tendencje rozwojowe przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych oraz wymagania, które powinny spełnić zestawy tej grupy, aby sprostać wymogom współczesnego pola walki.

Według szeregu opinii ekspertów nowoczesne przenośny przeciwlotniczy zestaw raketowy powinny się charakteryzować: możliwością zwalczania celów powietrznych na odległościach do 8000 m i wysokościach do 4000 m; nowoczesnymi cyfrowymi systemami kierowania ogniem; odpornością na zakłócenia termiczne i pełną odpornością na wykrycie poprzez zastosowanie pasywnych urządzeń optoelektronicznych; krótkim czasem reakcji; stosowaniem nowoczesnych mieszanych układów naprowadzania i głowic bojowych z zapalnikiem zbliżeniowym.

Abstract

The paper presents a development trends of Human Portable Air-Defence Systems and requirements, which they should fulfil in order to be up to requirements of the contemporary field of the fight.

Recenzent:

dr hab. inż. Zbigniew KORUBA (Politechnika Świętokrzyska, Kielce)

**BADANIA BALISTYKI KOŃCOWEJ SPIEKANYCH,
PRZECIWPANCERNYCH POCISKÓW AMUNICJI STRZELECKIEJ****TERMINAL BALLISTIC RESEARCHES ON SINTERED ARMOUR
PIERCING RIFLE AMMUNITION****Edward WŁODARCZYK, Wojciech KOPERSKI, Marcin MICHAŁOWSKI**

Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Elektromechanic, Military University of Technology, Warsaw Poland

Streszczenie

Pociski przeciwpancerne to koncentryczne układy dwuwarstwowe (płaszcz + rdzeń) lub trójwarstwowe (płaszcz + koszulka + rdzeń). Rdzenie tych pocisków wykonywane są z wysokowytrzymałych stali lub ze spieków, natomiast płaszcze wytwarza się z litych materiałów plastycznych. Niewykorzystywany pozostaje, poza węglnikami spiekany i wolframem, szeroki potencjał techniki metalurgii proszków.

Technika metalurgii proszków umożliwia stosowanie różnych metod połączenia płaszcza i rdzenia pocisku w celu ich scalania, z wykorzystaniem specyficznych zjawisk zachodzących podczas tego procesu (dyfuzji, skurczu), jak również innych technik, powszechnie używanych w produkcji części maszyn (np. łączenia wciskowe, wtlaczane, skurczowe). Umożliwia ona także wykorzystanie jednej z charakterystycznych cech spieków, porowatości, która ułatwia odkształcanie się płaszcza spiekane pocisku podczas wcinania się w bruzdy (zmniejszone ciśnienie forsowania pocisku). Ponadto poprzez możliwość wprowadzenia do porów substancji smarujących, można zmniejszyć siły tarcia podczas współpracy pocisku z lufą.

Z przeprowadzonych badań wynika, że spiekane pociski bojowe przebijają tarcze w sposób charakterystyczny dla pocisków przeciwpancernych. Zastosowane próby porównawcze wykazują, że pociski modelowe posiadają zwiększoną zdolność do penetracji osłon balistycznych w porównaniu do stosowanych w Siłach Zbrojnych RP karabinowych pocisków przeciwpancernych.

Badania wykazały ponadto, że istotny wpływ na penetrację warstwowego pocisku spiekane ma materiał rdzenia, sposób zamocowania rdzenia w płaszczu pocisku, oraz materiał i geometria rdzenia.

W zakresie badanych prędkości uderzenia (do ok. 800 m/s) ściśle związanej z modelem penetracji najlepsze wyniki uzyskano dla pocisków z rdzeniami wykonanymi z węgla wolframu H-10.

Najlepsze wyniki dla tego materiału związane są z jego wysoką twardością. Materiał 90W-7Ni-3Fe okazał się zbyt plastyczny, aby stosować go na rdzenie pocisków strzeleckich, jednakże krater powstały w wyniku oddziaływania takich pocisków miał znacznie większą objętość, co może być użyteczne dla niektórych rozwiązań pocisków. Badania wykazały bardzo istotny wpływ sposobu połączenia rdzenia i płaszcza pocisku na głębokość penetracji. Połączenie dyfuzyjne (najmocniejsze) skutkowało zmniejszeniem głębokości penetracji i zwiększeniem objętości krateru. Podobne rezultaty dało połączenie skurczowe. Najlepszym rozwiązaniem okazało się połączenie wtlaczane.

Dzięki odpowiedniemu doborowi pasowania rdzenia i płaszczu uzyskano z jednej strony dostatecznie trwałe połączenie elementów pocisku przed i w czasie strzału a jednocześnie uzyskano efekt oddzielenia się płaszczu pocisku w pierwszym etapie penetracji pocisku. Charakterystyczny dla pocisków spiekanych z połączeniem wtłaczanym jest sposób penetracji tarczy podobny do sposobu penetracji pocisków podkalibrowych. Po uderzeniu płaszcz pocisku bierze udział tylko w początkowym okresie penetracji stabilizując ruch osiowy rdzenia. Towarzyszy temu odkształcenie płaszczu, który w końcowej fazie pozostaje na powierzchni tarczy. Dalszej penetracji dokonuje rdzeń.

Badania wykazały również istotny wpływ tarcia dynamicznego podczas penetracji. W badaniach potwierdzono słuszność rozważań teoretycznych nad wyznaczaniem dynamicznego współczynnika tarcia podczas penetracji rdzenia. Zastosowanie rdzenia o odpowiedniej geometrii umożliwia uzyskanie tej samej głębokości penetracji (mierzonej wzdłuż osi penetratora) niezależnie od kąta uderzenia pocisku (w zakresie realnych kątów uderzenia dla pocisku przeciwpancerneho 0-45°).

Abstract

The terminal ballistic research on sintered armour piercing bullets and technology of manufactured them with the powder metallurgy are presented in this paper. Methodology of shooting against targets made of different materials (RHA steel, aluminium alloys) was used for researches on terminal ballistic of sintered ammunition are presented.

Conclusions

Basing on conducted tests it could be noticed that sintered armour piercing projectiles penetrate target in similar, characteristic manner as classic armour piercing bullets. However, theirs penetration ability is much more better than present used in Polish Army ammunition. Initial research showed, that core material and shape, moreover the method of its mounting inside the jacket, have crucial effect on penetration ability in case of multi layered projectile.

In considering range of impact velocities, assessed according to penetration model, the best results were obtained for bullets with cores made of tungsten carbide H-10. Research showed crucial influence of bullet component mounting technology on penetration depth. In case of appropriate mounting technology, the penetration character is similar as for sub calibre projectiles. After striking, the bullet's jacket takes part only in initial period of penetration, stabilizing core axle movement. Simultaneously the jacket is deformed and after that it remains on outer shield's surface. Further penetration is performed only with core.

Research on terminal ballistic of bullets made of different, than commonly used materials, are very important for optimizing small ammunition design, not only for military purposes. According to comparative research results, it can be concluded, that live bullets (armour piercing) made of sintered material have increased (up to 60% accordingly shield material) penetration ability for various target material than present used in Polish Army ammunition.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

BADANIA ŁADUNKÓW KUMULACYJNYCH Z CIĘŻKIMI WKŁADKAMI PROSZKOWYMI

RESEARCH OF SHAPED CHARGES WITH HEAVY POWDER LINERS

Zenon WILK*, Bogdan ZYGMUNT **

*Instytut Przemysłu Organicznego, Warszawa - Oddział Krupski Młyn
Institute of Organic Industry, Krupski Młyn Department; Poland

**Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki, Warszawa
Military University of Technology, Faculty of Mechatronics, Warsaw, Poland

Streszczenie

Wykorzystanie metalurgii proszków do produkcji wkładek kumulacyjnych jest związane z zastosowaniem ładunków kumulacyjnych do perforacji odwiertów w górnictwie ropy i gazu. Strumień kumulacyjny powodujący przebicie wielowarstwowej przegrody jaką jest ścianka otworu geologicznego (stal, żelbeton, skały), wytwarzany jest z wewnętrznej warstwy wkładki kumulacyjnej w trakcie wybuchu ładunku kumulacyjnego. Strumień kumulacyjny stanowi mniejszą część masy wkładki, pozostała część wkładki tworzy plastyczną zbitkę, która poruszając się z mniejszą prędkością w ślad za strumieniem kumulacyjnym nie wpływa na głębokość przebicia. Zbitka stanowi praktycznie bezużyteczny balast i często wpływa szkodliwie na efekt kumulacyjny w odwiercie, np. czopując wydrążony wcześniej otwór sięgający w głąb złoża. Opisany niekorzystny efekt był wynikiem bezpośredniego zastosowania konstrukcji wojskowych ŁK z wkładką wykonaną z litej miedzi do perforacji odwiertów. Powstała więc potrzeba zastosowania do ładunków stosowanych w badaniach geofizycznych takich wkładek kumulacyjnych, które nie tworzą masywnej, trudnotopliwej zbitki o wysokiej plastyczności. W pierwszych rozwiązaniach do wyrobu wkładek zastosowano metale o niskiej temperaturze topnienia: ołów, cynę lub cynk. Podjęto również próby zastosowania wkładek z proszków metali lub ich spieków, szczególnie z proszku miedzi lub cynku. Wewnętrzną warstwę takiej wkładki tworzącą strumień kumulacyjny wykonywano z miedzi a zewnętrzną z metalu o niskiej temperaturze topnienia np. z cynku, ołowiu, cyny lub bizmutu.

Z zasady podziału wkładki kumulacyjnej na zbitkę i strumień autorzy wywiedli koncepcję konstrukcji wkładki warstwowej polegającej na zastosowaniu innego rodzaju materiału do wytworzenia strumienia kumulacyjnego i innego do formowania zbitki. W celu realizacji koncepcji autorzy opracowali sposób otrzymywania takich warstwowych wkładek. W dostępnej literaturze przedmiotu znajdują się liczne opisy oraz opracowania teoretyczne i eksperymentalne dotyczące wkładek prasowanych proszkowych i warstwowych. Prace te nie dotyczą jednak konstrukcji wkładek kumulacyjnych warstwowych otrzymywanych technologią metalurgii proszków metali.

Technologia metalurgii proszków stwarza duże możliwości wykonywania wkładek kumulacyjnych. Umożliwia produkcję wkładek kumulacyjnych o różnych skomplikowanych kształtach, z różnych materiałów lub ich mieszanin o zróżnicowanych właściwościach fizycznych i mechanicznych (gęstość, porowatość, wytrzymałość i in.).

W pracy przedstawiono wyniki badań ładunków kumulacyjnych (ŁK) przeznaczonych do perforacji odwiertów geologicznych z wkładkami wykonanymi technologią metalurgii proszków. Wyprodukowane nową technologią wkładki proszkowe charakteryzują się korzystnymi właściwościami użytkowymi w porównaniu z wkładkami z litej miedzi wytworzonymi technologią obróbki plastycznej. Ujawnioną w pracy cechą charakterystyczną strumienia kumulacyjnego powstającego z ciężkiej wkładki proszkowej jest jego zdolność do quasi-plastycznego zachowania na torze lotu, podobnie jak dla strumieni pochodzących z wkładek litych. Na zdjęciach rentgenowskich ujawniono jednak nieciągłą (dyskretną) strukturę wytwarzanego strumienia kumulacyjnego odwzorowującą strukturę proszkowej wkładki. Niska wytrzymałość mechaniczna porowatej zbitki uniemożliwia czopowanie wydrążonego otworu co jest cenną zaletą w zastosowaniach geofizycznych udostępniania odwiertów.

Porównanie rentgenogramów z procesu detonacji ŁK i formowania się strumienia kumulacyjnego z wkładek o różnej konstrukcji pozwala stwierdzić, że precyzyjnie wykonana wkładka z materiału spiekane generuje strumień kumulacyjny o wymaganej długości oraz kształcie umożliwiającym efektywne perforowanie przegrody. Gradient prędkości elementów strumienia oraz jego zdolność do równomiernego wydłużania w locie, nie odbiega od charakterystyk dynamicznych strumienia generowanego z wkładki wykonanej z litej miedzi.

Dokładniejsze obserwacje struktury strumienia ujawniły jego dyskretną budowę, będącą odwzorowaniem wyjściowej struktury wkładki sprasowanej z materiału proszkowego. Dzięki takiej strukturze, proces fragmentowania strumienia uformowanego z wkładki proszkowej wskutek występowania w nim gradientu prędkości ma bardziej łagodny charakter w porównaniu do fragmentowania strumienia pochodzącego z wkładki wykonanej z litej miedzi, moment utraty ciągłości strumienia kumulacyjnego jest podobny do rwania się strumienia cieczy na oddzielne duże krople. Proszkowy strumień kumulacyjny nie posiada więc wszystkich typowych cech quasiplastycznych.

Przeprowadzone symulacje komputerowe detonacji ŁK z ciężkimi wkładkami proszko-wymi oraz formowania strumienia kumulacyjnego, potwierdziły stosowalność funkcjonujących modeli oraz kodów komputerowych do prognozowania przebiegu dynamicznych hiperdźwiękowych procesów zderzenia materiałów porowatych (spieków). Wprowadzone założenia do modelu pozwoliły uzyskać wyniki symulacji zbliżone do uzyskanych eksperymentalnie.

Abstract

In the paper the characteristics of shaped charges with heavy liners for perforating of wellbore pipes are described. Liners were manufactured using metal powder technology. Two type of liners were made: a homogeneous one made of mixture of copper and tungsten powder of density $12,5 \text{ g/cm}^3$ and two-layer liner with heavy layer inside and light layer outside. X-ray technique was applied to research the process of jet stream formation and the structure of jets. The corresponding computer simulations of jets formation are presented.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**STRUKTURALNE ASPEKTY UDERZENIA BALISTYCZNEGO
NA PRZYKŁADZIE POCISKU Z RDZENIEM STAŁOWYM
I JEDNORODNEJ PŁYTY PANCERNEJ**

**STRUCTURAL ASPECTS OF THE BALLISTIC IMPACT TEST
ILLUSTRATED BY STEEL-CORED BULLET AND BY ROLLED
HOMOGENEOUS STEEL ARMOUR**

Krzysztof JAMROZIAK^{*}, Łukasz KONAT^{}, Mirosław BOCIAN^{**},
Grzegorz PĘKALSKI^{**}**

^{*} Zakład Teorii i Praktyki Strzelań, Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych
The Tadeusz Kosciuszko Land Forces Military Academy, Wrocław, Poland

^{**} Instytut Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej, Politechnika Wrocławska
Institute of Materials Science and Applied Mechanics, Wrocław University of Technology, Poland

Streszczenie

W nowoczesnej technice często występuje konieczność uwzględniania w obliczeniach konstrukcyjnych krótkotrwałych obciążeń o wysokiej intensywności. Obciążenia te na ogół wywołują duże deformacje elementów lub całości konstrukcji. Maksymalne wartości odkształceń i przemieszczeń często decydują o bezpieczeństwie lub też dalszej użyteczności tych elementów. Wobec powyższego wyznaczanie wartości tych parametrów jest jednym z ważnych etapów projektowania. Konieczność określania maksymalnych przemieszczeń i odkształceń związana jest, między innymi, z obliczaniem konstrukcji narażonych na uderzenia balistyczne. W niniejszej pracy przeprowadzono weryfikację osłon stalowych odpornych na uderzenia balistyczne podstawowych pocisków broni strzeleckiej. Na przykładzie wybranych gatunków stali pancernych (Armox i Compass) oraz stali o podobnych właściwościach typu Hardox przeprowadzono również badania metalograficzne, w celu określenia zmian struktury rozpatrywanej osłony w wyniku działania pocisku.

Abstract

The results of ballistic impact test of A500T and B555 armour plates are presented in the paper. The metallographic examinations of steel-cored bullets and armour plates are performed in order to estimate structural changes in the ballistic impact test area and to evaluate their influence on the sheath perforation. In conclusion: ballistic impact tests showed higher impact resistance of B555 armour plate than A500T one. The results of mechanical tests (Table 1) and data presented in [6] provide confirmation of the conclusion. Stand out slightly higher tensile strength and yield point level of B555 steel. Cores of bullets PS and ŁPS after the ballistic impact test undergo considerable plastic deformation. Deformations are observed locally and they mainly occur in the frontal part of cores where they hit the armour plate (Figs. 9 and 10). In the areas away from fronts of cores structures did not changed.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

NOWE GATUNKI STALI PRODUKCJI KRAJOWEJ NA BLACHY O WYSOKIEJ ODPORNOŚCI BALISTYCZNEJ

NEW GRADES OF DOMESTIC PRODUCTION STEEL FOR PLATES SHOWING HIGH-BALLISTIC RESISTANCE

Józef GAWOR*, Bogdan GARBARZ*, Krzysztof UJMA, Henryk CIERNIAK****

* Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach

Stanisław Staszic Institute for Ferrous Metallurgy, Gliwice, Poland

** Huta Stali Częstochowa Sp. z o.o.

Częstochowa Steelworks Ltd, Poland

Streszczenie

Wymagania jakościowe w stosunku do stalowych wyrobów hutniczych, stawiane przez przemysł zbrojeniowy, często przekraczają wymagania norm cywilnych. Dotyczy to czystości metalurgicznej stali, jednorodności składu chemicznego i struktury, precyzji wykonania, kształtu i powierzchni wyrobów oraz poziomu właściwości użytkowych. Wymagania te mogą spełnić jedynie nowoczesne linie technologiczne wytwarzania, przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej stali. Wymagania w zakresie właściwości użytkowych dla niektórych grup wyrobów poszerzane są w stosunku do norm cywilnych o badania właściwości balistycznych. Procedury kontroli i odbioru wyrobów dla zastosowań wojskowych narzucają potrzebę wykonywania dodatkowych badań i gromadzenia informacji wzbogacających bazy danych w dziedzinie metalurgii. Odporność balistyczna (lub skuteczność osłony przed pociskami) może być ilościowo wyrażona za pomocą minimalnych wartości parametrów pocisku (prędkość pocisku, rodzaj pocisku) powodujących perforację lub fragmentację osłony. Analizując rozwój jednolitych pancerzy można stwierdzić, że próby zwiększenia odporności balistycznej polegają głównie na stosowaniu stali o coraz większej twardości. Również nowoczesne osłony balistyczne warstwowe zawierają jako jeden z kompozytów stal o wysokiej twardości. Brak jest dotąd ścisłych zależności pomiędzy właściwościami mechanicznymi materiałów a ich odpornością balistyczną. Odporność balistyczna osłon stalowych zdeterminowana jest głównie ich twardością, chociaż nie bez znaczenia są inne właściwości stali, takie jak granica plastyczności i praca łamania (udarność).

Po przeprowadzeniu modernizacji linii ulepszania cieplnego Huta Stali Częstochowa Sp. z o.o. podjęła w 2005 roku produkcję blach wysokowytrzymałych konstrukcyjnych w kategoriach o granicy plastyczności S890 i S960 oraz blach pancernych w gatunku HCM 480 MILAR w klasie twardości 480-520 HB. Wstępne badania balistyczne wykazały, że blachy pancerne zapewniają ochronę balistyczną przed pociskami 7,62 mm typu BALL lub AP i spełniają wymagania normy MIL-A46100. Równocześnie Huta wspólnie z Instytutem Metalurgii Żelaza podjęła projekt celowy obejmujący opracowanie technologii i uruchomienie produkcji blach konstrukcyjnych wyższej kategorii (S1100) i blach pancernych w klasie twardości 570-620 HB. W ramach dotychczasowej realizacji projektu opracowano składy chemiczne i wykonano wytopy laboratoryjne, na których przeprowadzono badania dylatometryczne i określono hartowność nowych gatunków stali.

W artykule przedstawiono wyniki badań i prób zmierzających do opracowania technologii wytwarzania i ulepszania cieplnego blach o wysokiej granicy plastyczności, w tym blach pancernych o wysokiej odporności balistycznej. Aktualnie Huta Stali Częstochowa Sp. z o.o. oferuje wysokowytrzymałe blachy trudnościeralne w gatunkach HARTPLAST 380 i HARTPLAST 480, blachy konstrukcyjne kategorii S890 i S960 oraz blachy pancerne HCM 480 MILAR. Opracowywane gatunki wyższej kategorii i twardości (o granicy plastyczności powyżej 1000 MPa oraz HARTPLAST 580 i HCM 580 MILAR), będące obecnie w fazie badań laboratoryjnych i prób przemysłowych, oferowane będą w I kwartale 2007 r.

Abstract

In 2005, after modernisation of the line for quenching and tempering treatment, Steelworks Częstochowa started production of high-strength structural plates in yield strength categories of S890 and S960 and of armour plates in grade of HCM 480 MILAR and hardness class of 480-520 HB. The preliminary ballistic tests showed that the armour plates provided ballistic protection against 7.62 mm projectile of BALL or AP type and met the requirements of MIL-A46100 standard.

At the same time the Steelworks, together with Institute for Ferrous Metallurgy (Gliwice), took up the research project that included development of technology and start-up of production of structural steels of higher category (S1100) and armour plates in hardness class of 570-620 HB. Under the part of the project that has been realised so far chemical compositions were developed and laboratory heats were cast based on which dilatometric measurements and analysis and hardenability tests of new steel grades were determined. This article presents the results of tests aiming at development of technology for manufacturing and heat treatment of plates with high yield strength, including armour plates with high ballistic resistance. At present Steelworks Częstochowa offers high-strength abrasion-resistant HARTPLAST 380 and HARTPLAST 480 plates, structural plates in category of S890 and S960 and HCM 480 MILAR armour plates. The grades of higher category and hardness (yield strength of more than 1000 MPa, HARTPLAST 580, HCM 580 MILAR) that are still under laboratory and industrial testing will be available as from the 1st quarter 2007.

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

BADANIE REAKCJI STALOWYCH STRUKTUR OBCIĄŻONYCH FALĄ UDERZENIOWĄ

INVESTIGATION OF THE RESPONSE OF STEEL STRUCTURES UNDER BLAST WAVE LOADING CONDITIONS

Elżbieta SZYMCZYK*, Wiesław BARNAT*, Tadeusz NIEZGODA*,

Ryszard REKUCKI, Marcin ZACZYK***

* Zakład Mechaniki Ogólnej, Wojskowa Akademia Techniczna

Department of General Mechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

** Zakład Technologii i Organizacji Budowy, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Engineering, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest przeprowadzenie analizy odporności wybranych struktur na działanie fali uderzeniowej wybuchu. Stanowi ona jeden z etapów opracowania koncepcji struktur ochronnych obiektów wojskowych i cywilnych. Wyniki doświadczenia posłużą do kalibracji modeli numerycznych struktur obciążonych impulsowo.

Warstwy energochłonne mają szerokie zastosowanie we współczesnej technice. Służą one przede wszystkim do rozproszenia energii, powstałej w wyniku oddziaływania na konstrukcje obcego ciała lub ciśnienia. Warstwy energochłonne stosuje się w lotnictwie np. konstrukcje energochłonne minimalizujące skutki lądowań awaryjnych, konstrukcje energochłonne pojemników przeznaczonych do zrzutu z samolotu. Jak również w systemach ochrony przed skutkami eksplozji ładunków wybuchowych np. kontenery logistyczne spełniające funkcje ochronne przed wybuchami w ich wnętrzu, osłony ludzi, sprzętu i infrastruktury, minimalizujące skutki eksplozji ładunków wybuchowych.

Wobec narastającego zagrożenia atakami terrorystycznymi istotne jest zwiększenie bezpieczeństwa tych obiektów. Zastosowanie nowoczesnych materiałów i struktur energochłonnych w różnych konstrukcjach pozwoli na skuteczniejszą ochronę obiektów i ludzi. Wdrożenie nowych rozwiązań wymaga przeprowadzenia badań i oceny właściwości proponowanych struktur.

Konstrukcje energochłonne najczęściej są budowane z kompozytów w postaci powłok przekładkowych typu sandwicz, których rdzeniami są: układ rurek, stożków ściętych, kształtowników, cienkich powłok falistych, struktury w postaci plastra miodu lub tworzywa spienionego.

W referacie przedstawiono wyniki badań prostych struktur ochronnych. Ze względu na możliwości techniczne laboratorium i wynikające z nich warunki doświadczenia, analizy dotyczyły małych ładunków (około 100g TNT) umieszczonych w odległości około 0,4 m od badanego obiektu. W pracy przyjęto bazowy model obiektu chronionego w postaci płyty (blachy) kwadratowej o boku 0,55 m. Blacha została przykręcona śrubami do sztywnej kwadratowej ramy. Wymiar wewnętrzny ramy wynosił 0,45 m. Ze względów technologicznych struktury wykonano z gotowych stalowych elementów dostępnych na rynku.

Kształt tych struktur nie jest na tym etapie optymalny, ale pozwala dokonać kalibracji modeli numerycznych na podstawie wyników badań doświadczalnych. Trzy struktury wykonano z arkuszy blachy trapezowej o grubości $g = 0,5$ mm, wysokości $h = 20$ mm.

Zmierzono ciśnienie fali uderzeniowej i deformacje trwale blachy chronionej. Prezentowane badania eksperymentalne stanowią pierwszy etap pracy nad koncepcją struktur ochronnych obiektów obciążonych falą uderzeniową.

Coraz większą rolę w analizie zjawisk towarzyszących zderzeniom oraz wybuchom odgrywają komputerowe techniki symulacyjne. Umożliwiają one znaczne obniżenie kosztów i podniesienie efektywności badań poprzez dostarczenie danych, których nie można zmierzyć eksperymentalnie. Obliczenia komputerowe struktur obciążonych falą uderzeniową są bardzo skomplikowane ze względu na złożony charakter procesów zachodzących w trakcie wybuchu i dużą wrażliwość modeli numerycznych na parametry fizyczne i geometryczne. Dlatego istotna jest kalibracja i weryfikacja modeli obliczeniowych na podstawie danych eksperymentalnych. Modele numeryczne sprawdzone dla wybranych stanów konstrukcji, pozwolą prowadzić analizy dla innych stanów.

Opracowana technologia modelowania i symulacji zaawansowanych struktur energochłonnych będzie mogła być wykorzystana do dalszych badań, związanych z rozwiązywaniem problemów zwiększenia bezpieczeństwa pojazdów i żołnierzy, szczególnie na polu walki. Postęp w inżynierii materiałowej stwarza szanse zastosowania struktur kompozytowych, materiałów strukturalnych i porowatych (w tym metali spienionych), pochłaniających możliwie największe ilości energii pochodzącej od obciążeń dynamicznych, takich jak np. fala uderzeniowa.

Abstract

The paper deals with analysis of selected protective structures. Experimental tests for three kinds of structure were performed. The specimens were subjected to blast wave loading caused by the detonation of 100g TNT. The pressure of blast wave and the displacements of the protected plate were measured. Energy absorbing capacity of the structure was estimated. Experimental and numerical results were compared.

Recenzent:

dr hab. inż. Jan MATERNIAK (Politechnika Poznańska, Poznań)

MODELOWANIE TRÓJWYMIAROWYCH EFEKTÓW TOWARZYSZĄCYCH ZJAWISKU WYBUCHOWEGO FORMOWANIA POCISKÓW

COMPUTER MODELLING OF 3D EFFECTS CONCURRENT WITH EXPLOSIVE FORMING OF PROJECTILES

Karol JACH, Jan OWSIK, Robert ŚWIERCZYŃSKI

Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Ładunek kumulacyjny formujący z wkładki kumulacyjnej jedno ciało (pocisk) napędzone do dużej prędkości (rzędu $2\div 3$ km/s) nazywamy ładunkiem do wybuchowego formowania pocisków, a sam pocisk - wybuchowo uformowanym pociskiem (EFP - Explosively Formed Projectile). Początkowo w ładunkach takich stosowano wkładki stożkowe o kącie rozwarcia około $150^0\div 160^0$, a obecnie z reguły wykorzystuje się wkładki o powierzchniach sferycznych (o dużych promieniach krzywizny lub „małej wysokości”). Pojedynczy pocisk w takim ładunku powstaje tylko wówczas gdy gradient prędkości masowej wzdłuż promienia wkładki jest na tyle mały, że nie powoduje jej rozzerwania na fragmenty, a z drugiej strony na tyle duży, że ukształtuje materiał wkładki w postaci ciała odpowiednio wydłużonego i aerodynamicznego.

Należy podkreślić, że spełnienie powyższych warunków jest bardzo trudne. Ładunki do wybuchowego formowania pocisków stawiają przed projektantami i technologami bardzo wysokie wymagania. Wybuchowo uformowany pocisk powinien bowiem zawierać praktycznie całą masę wkładki, osiągać prędkości rzędu $2\div 3$ km/s, mieć aerodynamiczny kształt i odpowiednio duże wydłużenie oraz stabilnie zachowywać się na torze lotu. Zaprojektowanie takiej optymalnej konstrukcji jest bardzo trudne i wymaga przeprowadzenia dużej serii prac teoretyczno-eksperymentalnych. Ponadto należy dodać, że proces wybuchowego formowania pocisków jest bardzo „wrażliwy” na wszelkiego rodzaju niejednorodności materiałowe, niedokładności wykonania i montażu elementów. Badania teoretyczne wspierające prace eksperymentalne nad ładunkami EFP również muszą być odpowiednio zaawansowane. Aktualnie z reguły sprowadzają się one do budowy i eksploatacji kodów komputerowych mogących uwzględniać łącznie złożone procesy detonacji materiału wybuchowego, oddziaływania produktów detonacji na wkładkę i obudowę ładunku oraz wykorzystać najnowsze zdobycze w zakresie modelowania własności dynamicznie deformowanych materiałów.

W ostatnich latach wzrosło zapotrzebowanie na rozwiązanie problemów o bardzo skomplikowanych warunkach brzegowych. Metoda punktów swobodnych w dotychczasowej postaci nie nadawała się do ich rozwiązania z powodu niemożliwych do pokonania technicznych problemów związanych ze stawianiem warunków brzegowych, wyznaczaniem linii brzegów itp. W szczególności trudności takie pojawiły się przy próbie budowy kodu komputerowego w przybliżeniu trójwymiarowym przestrzennie.

Za jego pomocą zdołano policzyć zaledwie jeden wyidealizowany przykład i zrezygnowano z dalszych badań, uznając, że stopień trudności czyni je zupełnie nieefektywnymi. Aby sprostac pojawiającym się wyzwaniom rozpoczęto w 2001 r. próby zbudowania nowej wersji metody punktów swobodnych, tak aby można ją było efektywnie, bez ingerencji programisty, zastosować do analizy dynamicznych oddziaływań wielu ciał i obiektów wielofazowych o złożonej geometrii.

W pracy przedstawiono trójwymiarowy przestrzenny model zjawiska wybuchowego formowania pocisków oraz przykładowe wyniki symulacji komputerowych. Model bazuje na równaniach gazodynamiki (oddziaływanie produktów detonacji na elementy ładunku) i mechaniki ciał stałych (deformacja i napędzanie wkładki kumulacyjnej oraz obudowy). Równania problemu rozwiązywano numerycznie metodą punktów swobodnych wraz z tzw. metodą znaczników, umożliwiającą modelowanie warunków brzegowych na dowolnych kontaktach różnych ośrodków. Uzyskano i przeanalizowano wiele rozwiązań testowych pod kątem wpływu efektów trójwymiarowych na fragmentację i rotację pocisków.

Z przeprowadzonych badań wynika fundamentalny wniosek dla prac teoretyczno - eksperymentalnych mających na celu znalezienie optymalnych konstrukcji (z punktu widzenia parametrów pocisku takich jak wydłużenie względne i prędkość) ładunków do wybuchowego formowania pocisków. W pierwszej kolejności należy przeprowadzić serię symulacji z wykorzystaniem kodu 2D i wstępnie zoptymalizować ładunek. Obliczenia te są stosunkowo szybkie nawet przy bardzo dużych gęstościach siatek obliczeniowych. Wstępnie zoptymalizowaną konstrukcję należy następnie poddać badaniom z wykorzystaniem kodu 3D aby ocenić wrażliwość konstrukcji na różnego typu niejednorodności materiałowe, technologiczne, wykonawcze czy też rozważyć możliwość poprawienia własności aerodynamicznych pocisku poprzez uformowanie „lotek”.

Abstract

In this paper 3D explosive forming of projectiles model as well as sample results of computer simulations is presented. The model is based on gasdynamics (describing the interaction of detonation products with elements of the charge) and solid body mechanics equations (deformation and driving of metal liner and casing). The equations of the problem were solved numerically, using free particles method together with markers method, allowing boundary conditions modelling on any contacts of different media. Many test solutions were obtained and analysed, taking into account the three-dimensional effects influence on fragmentation and rotation of projectiles. Those aspects of explosive formation of projectiles were indicated, that can be analysed using only 3D codes, for example inaccuracies of elaborating of charges and formation of projectile fins.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Waldemar A. TRZCIŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

GLÓWNE ZADANIA I STRUKTURA SYSTEMU STEROWANIA DLA BEZZAŁOGOWYCH POJAZDÓW LĄDOWYCH

MAIN TASKS AND STRUCTURE OF CONTROL SYSTEM FOR UNMANNED GROUND VEHICLE

Andrzej TYPIAK

Instytut Budowy Maszyn, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Budowa Bezzałogowych Pojazdów Lądowych mających za zadanie zastępowanie człowieka przy wykonywaniu prac niebezpiecznych dla zdrowia lub życia powinna być poprzedzona opracowaniem listy zadań, które byłyby przez nie wykonywane. Bieżący oraz potencjalni użytkownicy Bezzałogowych Pojazdów Lądowych stawiają im szeroką gamę wymagań, o różnorodnym stopniu trudności. Lista, ta jest ciągle uzupełniana, dlatego określenie najbardziej istotnych, wymaga przeprowadzenia analizy uwzględniającej potrzeby i obecne możliwości technologiczne. Podczas przeprowadzonych we wrześniu 2005 roku obrad Panelu RTO pod nazwą „Multi-robot systems in military domains” wyznaczono wymagany poziom rozwoju jaki powinny osiągnąć BPL do roku 2008.

W referacie przedstawiono główne zadania dla pojazdów bezzałogowych w operacjach wojskowych.

Abstract

This paper showed and described main tasks for the UGV's in military uses. Using them in such tasks was necessary because of the threat to human life and health. Afterwards research paths for further development of technology assuring vehicle's autonomy and mutual connection between the UGV's was presented.

Conclusions

Comparing the development degree of already existing UGVs with the tasks installed for them as shown in this paper allow to determine the current level of it's technological development. Existing differences between users expectations and the existing offer from the military industry is partly created by a lack of clearly specified /by users/ tasks for the UGVs and partly by a lack of understanding the needs of users and military purposes when creating current UGVs. Differences between the industry and the research outposts is created partly by the industry and their lack of knowledge about new technological achievements and partly by the lack of direction towards the practical uses in military vehicles. The key to creating an autonomous control system is to elaborate all mutual connections and dependencies between individual parts of the vehicle. A structure of a system for path tracing and plotting for UGVs shown in this paper will allow simultaneous analytical and experimental work on it's further development.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

DOBÓR UKŁADU NAPĘDOWEGO DLA BEZZAŁOGOWEGO POJAZDU LĄDOWEGO

SELECTION OF DRIVING SYSTEM FOR UNMANNED GROUND VEHICLES

Adam BARTNICKI*, Andrzej TYPIAK *, Zbigniew ZIENOWICZ**

*Instytut Budowy Maszyn, Wojskowa Akademia Techniczna

*Military University of Technology, Warsaw, Poland

**HYDROMEGA sp. z o.o., Gdynia, Poland

Streszczenie

W przyjętych na I Konferencji „Polska Wizja Przyszłego Pola Walki” tezach programowych w zakresie wytyczenia kolejnych etapów działań w temacie „Systemy uzbrojenia i wyposażenia Sił Zbrojnych w pierwszych dziesięcioleciach XXI wieku”, przedstawiciele Sztabu Generalnego prognozują wprowadzenie batalionów modułowych wyposażonych w bezzałogowe pojazdy bojowe i bezzałogowe aparaty rozpoznawcze jako podstawową jednostkę organizacyjną Wojsk Lądowych.

Powyższe założenia stanowią podstawę do rozpoczęcia - przez krajowe ośrodki naukowe, badawczo-rozwojowe i przemysłowe - prac dotyczących możliwości realizacji poszczególnych rodzajów uzbrojenia, bezzałogowych pojazdów lądowych (BPL) zarówno bojowych jak też rozpoznawczych i przeznaczonych do zadań specjalnych.

Podstawowe elementy składowe autonomicznego BPL to: mobilna platforma z zestawem czujników, sterowniki, oprogramowanie (zawierające algorytmy postrzegania, nawigacji, poznawania-adaptacji, zachowania-reagowania), łącza transmisyjne, układy napędowe i zasilające oraz dodatkowe ukompletowanie zależne od przeznaczenia pojazdu. Wszystkie te elementy składowe są wzajemnie powiązane, lecz dotychczas większość prac nad ich rozwojem prowadzona była niezależnie.

Stosując klasyczną metodę podziału w/w elementów można wśród nich wyróżnić część sprzętową (łącącą rozwijane technologie) oraz informatyczną (związaną z zachowaniem obiektu). Poziom rozwoju poszczególnych dziedzin technologicznych nie jest zadowalający i często trudna jest ocena stopnia jego zaawansowania. Największą niepewnością obarczone jest określenie stopnia rozwoju rozpoznania otoczenia. Wynika to z faktu, że nie są określone zasady pomiaru jakości rozpoznania otoczenia i nie są znane efektywne procedury testowania algorytmów rozpoznania otoczenia. Z tego powodu istnieją bardzo niske podstawy prowadzące do optymalizacji systemu oraz jego integracji. Najistotniejszym elementem części sprzętowej BPL – scalającym jednocześnie wszystkie pozostałe jest mobilna platforma. Jej parametry trakcyjne decydują w głównej mierze o mobilności całego pojazdu.

W referacie przedstawiono problematykę związaną z doбором układu napędowego dla wielozadaniowego pojazdu lądowego. Dokonano analizy wymagań stawianych tego typu pojazdom na współczesnym polu walki i zaprezentowano wybrane wyniki badań właściwości trakcyjnych takiego pojazdu.

Przedstawione, wybrane wyniki badań trakcyjnych wielozadaniowego pojazdu lądowego wyposażonego w hydrostatyczny układ napędowy potwierdziły zasadność stosowanie tego typu układów jako jednostek napędowych pojazdów o dużej mobilności.

Wadą hydrostatycznych układów napędowych, ograniczającą zakres ich stosowania w maszynach i pojazdach, jest niższa sprawność w stosunku do napędów mechanicznych i hydrokinetycznych, jednakże rozwój zarówno elementów układów hydraulicznych jak i systemów sterowania nimi powoduje, iż są one dobrą alternatywą dla klasycznych układów mechanicznych.

Abstract

In this paper issues of selection a driving system for unmanned ground vehicle is shown. Next, analysis of requirements for this type of vehicle on contemporary battle field and results of chosen researches of traction characteristics are presented.

Conclusions

The need to equip land troops with unmanned ground platforms sets the direction further development into finding the right propulsion systems for these vehicles. They need to be mobile – necessity for smooth speed changing in a wide range of values, the ability to achieve small speeds, the ease in driving through rough terrain. Those are just some of the aspects why the vehicles should be equipped with hydraulic drive systems.

The ease of steering such systems make them perfect for machines and vehicles designed to work within a hazardous environment. Research results shown above show the advantages in using such propulsion systems in highly mobile vehicles. A flaw in the hydraulic drive is it's lesser efficiency when compared to the mechanical and hydrokinetic drives. However the development of hydraulic elements and its control systems make them a promising alternative to the classical mechanical systems.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

STEROWANIE NADĄŻNE LEKKĄ PLATFORMĄ TRANSPORTOWĄ

FOLLOW-UP CONTROL SYSTEM FOR LIGHT COMBAT CARRIER

Agnieszka KOZICKA, Andrzej TYPIAK

Instytut Budowy Maszyn, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Jednym z kierunków rozwoju bezzałogowych pojazdów lądowych są lekkie platformy bezpośredniego wsparcia drużyny piechoty o masie nie przekraczającej 250 kg. Główne zadania przewidywane do realizacji przez te pojazdy to:

- transport amunicji, materiałów, systemów uzbrojenia – masa ładunku min. 100 kg;
- ewakuacja rannych z rejonów zagrożenia;
- rozpoznanie terenu, obiektów i przeciwnika za pomocą dodatkowego wyposażenia (działania inspekcyjno-rozpoznawcze);
- pełnienie funkcji lokalnego centrum dowodzenia (możliwość instalacji rozbudowanych systemów łączności);
- pełnienie funkcji bazy dla mini-platform.

Przewiduje się, że platforma będzie poruszać się samodzielnie za wybranym żołnierzem oraz będzie przystosowana do zdalnego sterowania i autonomicznego pokonywania zaplanowanej trasy. Oznacza to konieczność wyposażenia jej w systemy:

- śledzenia i zapamiętywania trasy obiektu poprzedzającego;
- rozpoznawania małych przeszkód pionowych i ich pokonywania w trybie autonomicznym;
- lokalizacji dużych przeszkód i ich omijania w trybie autonomicznym;
- nawigacji i oceny własnego położenia

Budowa lekkiej bezzałogowej platformy lądowej przeznaczonej do wsparcia drużyny piechoty wymaga podjęcia szerokiego spektrum prac badawczych. Jednym z problemów jest opracowanie systemu lokalizowania i wyznaczania trasy obiektu poprzedzającego. Wyniki prac badawczych pokazują, że do nadążnego sterowania bezzałogowymi platformami lądowymi stosowane są systemy zdalnego sterowania w układzie teleoperatora oraz sterowanie pół-autonomiczne. W referacie przedstawiono rozwiązania sterowania platformą bezzałogową w oparciu o układy GPS oraz system wizyjny. Następnie opisano zaproponowany przez autorów algorytm pozyskiwania informacji o położeniu na podstawie obrazu z systemu wizyjnego.

Przedstawione w referacie propozycje nadążnego sterowania platformą transportową stanowią podstawę do prac nad opracowaniem bezzałogowej platformy transportowej. Ich efektem powinno być opracowanie efektywnego systemu nadążnego sterowania lekką platformą transportową w układzie teleoperatora.

W odróżnieniu od pojazdów działających w oddaleniu od operatora gdzie żywotne znaczenie mają systemy rozpoznania otoczenia, planowania trasy i omijania przeszkód w pojazdach podążających za żołnierzami najistotniejsze są systemy wyznaczania położenia obiektów i odtwarzania trasy przewodnika.

Przedstawione, stanowisko badawcze wyznaczania położenia na podstawie sygnałów wizyjnych może być podstawą do budowy systemu obserwowanych obiektów, jak też do wyznaczania położenia względem oznaczonych punktów geodezyjnych. Ponadto – zamontowany w zorientowanym geodezyjnie punkcie – układ może być wykorzystywany do oceny jakości wyznaczania położenia obiektów mobilnych za pomocą pokładowych układów pomiarowych.

Abstract

Building of a lightweight unmanned land platform designed for infantry support requires a wide range of research work to be carried out. One of the problems is the elaboration of a localizing, path tracking and object following system. Lab results show that for achieving required steering of an unmanned ground platform a teleoperator remote control system or a half-autonomous system are being used. This paper shows steering solutions for unmanned platform based on both GPS and a vision system. Next an algorithm for gathering information about the position based on the view from the vision system was presented.

Conclusions

The growing role of technology based on unmanned systems which allow the usage of highly automated transport types requires a lot of research work on developing it's steering systems. Steering solutions shown in this paper are a base for further work on developing a fully automated unmanned transport platform. It's result should be a fully functional and effective teleoperator type steering system of a light unmanned transport platform. In distinction from vehicles which operate far away from the operator when crucial are surrounding recognition, path plotting and obstacle avoidance systems the vehicles following a soldier on the battlefield require an object localization system and a leader's path recreation system.

The work station shown, which allows pointing out the position of objects based on vision signals, may become the basis for building a system for tracing multiple objects as well as a system for detecting position in respect of certain marked geodetic points. Furthermore – when mounted in a geodetically oriented position – the system can be used for determining the accuracy of pointing out the position of moving objects in the field thanks to it's on board measuring systems.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

**DYNAMIKA I STEROWANIE TRZYOSIOWĄ PLATFORMĄ
GIROSKOPOWĄ NA POKŁADZIE BOMBY KIEROWANEJ****ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТРЕХОСНОЙ ГИРОСКОПИЧЕСКОЙ
ПЛАТФОРМОЙ НА БОРТУ УПРАВЛЯЕМОЙ БОМБЫ****DYNAMICS AND CONTROL OF TRIAXIAL GIROSCOPE PLATFORM
ON THE GUAIDED BOMB DECK****Zbigniew KORUBA**

Katedra Pojazdów i Sprzętu Mechanicznego, Politechnika Świętokrzyska
Кафедра Машин и Механического Оборудования, Политехника Свентокжыска
Kielce University of Technology, Kielce, Poland

Streszczenie

Współczesne bomby kierowane zasadniczo dzielą się na te, które mają własny system wizualizacji celu i same naprowadzają się na wykryty cel, oraz te, które wymagają oświetlenia celu promieniem laserowym nadawanym z odrębnego urządzenia, np. samolotu lub śmigłowca. Coraz powszechniej stosowane są ostatnio systemy satelitarne naprowadzania bomby, które pełnią rolę urządzeń identyfikacji i wskazywania wykrytego celu. Jednakże są już odnotowane przypadki zawodności systemów GPS w naprowadzaniu pocisków manewrujących oraz samonaprowadzających bomb lotniczych. Ciągłe zatem uzasadnione jest stosowanie klasycznych i prostych systemów naprowadzania, które mogłyby być, w razie potrzeby, niezależne od GPS. Takim rozwiązaniem wspomagającym system satelitarny może być trzyosiowa platforma giroskopowa (TPG).

TPG pozwala na pomiar zmian kątowych pokładu, może wytwarzać momenty sterujące, a poprzez to, stabilizować inne układy pomiarowe, lub służyć jako organ wykonawczy, układ odniesienia dla przyrządów nawigacyjnych czy też urządzenie zadające ruch programowy bomby kierowanej. Trzyosiowa platforma giroskopowa może także stanowić podstawę dla niektórych systemów pokładowych bomby, takich jak np. kamera obserwacyjna, koordynator celu lub głowica śledząco-naprowadzająca.

Od tego rodzaju platformy giroskopowej wymagana jest zatem szczególnie wysoka niezawodność działania i dokładność realizacji ruchu zadanego. Biorąc pod uwagę fakt, że pracuje ona w warunkach oddziaływania wibracji i zakłóceń zewnętrznych, należy zwłaszcza starannie dobrać jej parametry zarówno na etapie projektowania, jak i w warunkach eksploatacji. Istnieje zatem potrzeba przeprowadzenia badań mających na celu wyjaśnienie możliwości zastosowania trzyosiowej platformy giroskopowej do nawigacji, sterowania i naprowadzania bomby kierowanej.

W pracy przedstawiony jest algorytm doboru optymalnych momentów sterujących, korekcyjnych i tłumiących trzyosiowej platformy giroskopowej umieszczonej na pokładzie bomby kierowanej. Zapewnia to stabilność i dokładność działania platformy w warunkach oddziaływania zakłóceń zewnętrznych i kinematycznego oddziaływania podłoża.

Prezentowane w pracy wyniki dotyczą tylko modeli ze zoptymalizowanymi parametrami sterowania. W badaniach uwzględniono wpływ ruchów kątowych i liniowych bomby na pracę platformy. Lot bomby ze stałą prędkością liniową i kątową nie ma istotnego wpływu na zachowanie platformy. W przedziale czasu $0.5\text{ s} > t > 2.0\text{ s}$ bomba przyspiesza. Wartość odchylenia elementów platformy od pierwotnego położenia jest proporcjonalna do wartości przyspieszenia. Prezentowane są również wyniki symulacji manewru zmiany kursu bomby. Bomba w przedziale czasu $0.5\text{ s} > t > 2.0\text{ s}$ doznaje odchylenia kąowego. Platforma reaguje na zmianę prędkości kątowej bomby odchyleniem od zadanej trajektorii. Wartość tego odchylenia rośnie proporcjonalnie do wzrostu przyspieszenia.

Содержание

В работе представлен анализ динамики трёхосной управляемой гироскопической платформы при действии внешних возбуждений, кинематическом воздействии основания а также манёврах управляемой бомбы являющейся основанием рассматриваемой платормы. Данный анализ позволяет на оценку ошибок а также подбор правильных управлений упомянутой платформы.

Резюме

Полёт бомбы с поспостоянной линейной и угловой скоростью не имеет существенного влияния на поведение платформы. Значение отклонения элементов платформы от первичного пололожения пропорциальная значению линейного ускорения. Платформа отвечает на изменение угловой скорости бомбы отклонением от заданной траектории. Значение этого отклонения увеличивается пропорционально росту углового ускорения.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

**ZASTOSOWANIE METODY MONTE – CARLO
DO SYMULACJI POCZĄTKOWEJ FAZY PRACY
GAZOGENERATORA PROCHOWEGO**

**THE USE OF MONTE-CARLO METHOD FOR SIMULATION OF
INITIAL PERIOD OF PROPELLANT GAS GENERATOR WORKING**

Tomasz WOLSZAKIEWICZ*, Zbigniew A. WALENTA**

* Instytut Przemysłu Organicznego, Warszawa, Pracownia Badań Balistycznych w Pionkach
Institute of Industrial Organic Chemistry, Ballistics Laboratory, Pionki Poland

** Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa
Polish Academy of Science, Warsaw, Poland

Streszczenie

Gazogeneratory mają za zadanie emisję gazów o odpowiednim ciśnieniu i temperaturze przez ściśle określony czas. Gazogeneratory prochowe są istotnym elementem złożonych układów napędowych. Ich zadanie związane jest z dostarczeniem ustabilizowanego dopływu gazu, który jest między innymi źródłem energii pokładowych wytwornic prądu. Istniejąca baza aparaturowa i specyfika budowy gazogeneratora, umożliwiają tylko rejestrację ciśnienia w funkcji czasu. Autorzy podjęli się zadania obliczeń numerycznych innych wielkości fizykochemicznych jak temperatury, gęstości i zmiany składu chemicznego badanego układu, opierając się na metodzie bezpośredniej symulacji Monte Carlo.

W powiązaniu z zarejestrowaną zmianą ciśnienia pozwoli to na pełną parametryzację wpływających gazów. W obliczeniach korzystano z autorskiego oprogramowania opracowanego w języku fortran i pracującego pod kontrolą systemu Linux.

Abstract

Gases emission with adequate values of pressure and temperature is the main task of a gasgenerator. Propellant gas generator is the essential element of complex drive systems. Existing laboratory apparatus and specific gas generator structure make possible pressure recording (in time) only. Author's idea is to numerical calculate other parameters like temperature, density and chemical composition changes in tested system with using of Monte-Carlo direct simulation method. To solve the problem the original numerical Author's code (on the basis of Fortran language and Linux system) was used.

Recenzent:

dr hab. inż. Bogdan ZYGMUNT (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

MODELOWANIE ODDZIAŁYWANIA OBCIĄŻENIA ZEWNĘTRZNEGO NA MINĘ UMIESZCZONĄ W GRUNCIE

THE MODEL OF INFLUENCE OF LOAD ON A MINE PLACED IN THE GROUND

Adam BARTNICKI, Piotr SPRAWKA

Instytut Budowy Maszyn, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechanical Engineering, Military University of Technology., Warsaw, Poland

Streszczenie

Jednym ze skutków konfliktów zbrojnych i wojen domowych są zaminowane obszary terenu. Ocenia się, że na świecie jest założonych ponad 100 milionów min na obszarze porównywalnym z połową powierzchni Polski. Corocznie miny są przyczyną śmierci bądź kalectwa ponad 20 tysięcy ludzi. Stąd znaczenia nabiera problem efektywnego oczyszczania terenu z min. Obecnie podstawowym sposobem rozminowania jest wykonywanie przejść w polach minowych przez trałowanie mechaniczne. Wykorzystuje się tu trały o działaniu wykopowym, naciskowym oraz udarowym. Trały te powinny być skuteczne, pewne w działaniu i niezawodne - co należy rozumieć jako zniszczenie lub usunięcie wszystkich min na wykonywanym przejściu w polu minowym (powyżej 99,6%).

Trały naciskowe, z luźno osadzonymi dyskami na osi sekcji trałującej (trały dyskowe), powodują deformację mechanizmu miny, co poprzez zadziałanie zapalnika doprowadza do zdetonowania zawartego w niej materiału wybuchowego. Przyjmuje się, iż pod działaniem nacisku trału aktywna część pokrywy miny przesunie się pionowo o $6 \div 10$ mm i uruchomi jej zapalnik. Parametry konstrukcyjne trałów naciskowych są znane, jednakże brak jest wytycznych i danych do prawidłowego skonstruowania i badania skuteczności działania trałów o działaniu dynamicznym.

Zagadnienie przekazywania oddziaływania z powierzchni gruntu na minę w nim umieszczoną nie jest podejmowane w literaturze i stanowi ciekawy i ważny problem naukowy w aspekcie doboru parametrów trałów dynamicznych. Zachowanie się każdego gruntu pod wpływem obciążenia statycznego i dynamicznego jest z zasady różne. Fale uderzeniowe, które propagują się w gruncie, podobnie jak obciążenie statyczne, powodują jego odkształcenia objętościowe i postaciowe. Główną przyczyną różnic jest krótkotrwałość działania obciążenia dynamicznego. Stopniowe narastanie statycznych obciążeń (ściskania) powoduje, że oprócz powiększania gęstości właściwej szkieletu gruntu następuje przemieszczanie się wody i powietrza w porach oraz częściowe ich wyciskanie. Proces ten przy statycznym obciążeniu gruntów piaszczystych trwa zwykle od około kilku minut do kilku godzin, a w przypadku gruntów gliniastych i lessowych wydłuża się do kilku dni lub tygodni, a niekiedy nawet do kilku miesięcy. Przy statycznych obciążeniach grunt zachowuje się więc jak trójskładnikowy ośrodek ze zmienną w czasie zawartością wody i powietrza.

Czas działania obciążenia typu udarowego wynosi od kilku do kilkunastu milisekund. Czas ten ze względu na inercję wody i powietrza nie wystarcza na ich wyciśnięcie z porów gruntu - który w tym przypadku zachowuje się jak ośrodek trójskładnikowy ze stałą zawartością wody i powietrza.

W gruncie nenuwodnionym większość objętości porów wypełnia powietrze - stąd zarówno przy obciążeniach statycznych jak i dynamicznych główne naprężenia przenoszone są przez elementy szkieletu. Przy statycznych obciążeniach gruntu uwodnionego woda i powietrze w sposób swobodny wypływają z porów i praktycznie nie przenoszą obciążeń. Wytrzymałościowo pracuje tutaj tylko szkielet gruntu. W przypadku krótkotrwałych, intensywnych obciążeń woda (z małą zawartością zamkniętego powietrza) nie zdąży wypłynąć i równorzędnie ze szkieletem, a przy średnich ciśnieniach nawet w stopniu większym niż szkielet, przenosi obciążenia. Zachowanie się gruntu uwodnionego przy małych ciśnieniach – rzędu kilku atmosfer – w znacznym stopniu zdeterminowane jest więc zawartością powietrza w porach.

Grunt z umieszczoną miną jest tym samym ośrodkiem wielofazowym o zmiennych właściwościach, obszarem półograniczonym o zmieniających się właściwościach po każdym cyklu dynamicznego oddziaływania na jego powierzchnię. W referacie przedstawiono problematykę związaną z oddziaływaniem obciążenia zewnętrznego na minę umieszczoną w gruncie. Podano założenia do budowy modelu i przedstawiono modele układu mina-grunt przy krótkotrwałym obciążeniu podłoża.

Abstract

In this paper the different methods of research of influence on mines placed in the soil are described. It makes possible to design the model of mine – soil relation. There are described the assumptions for design of such a model being subjected to a short – time load.

Conclusions

Although the issue of the ground pressure measurement is dealt with in various publications, there is a lack of data concerning how it changes under the mechanical influence of moving vehicles and under that of dynamic minesweeping devices – the problem which is essential for a safe minefield crossing. The effectiveness of percussive minesweeping devices can be evaluated upon the basis of the experimental data obtained by means of measuring equipment.

The elaboration of a reliable ground-mine relation model for short-time (percussive) influences transferred to the ground surface should accelerate the process of selecting parameters for dynamic mine clearing in terms of obtaining the maximum destructive impact, either directly upon the mine or through the actuation of its firing mechanisms for various types of mines, different depths at which they are buried as well as for various soils with their different properties. The above task is the aim of further works focusing on the subject presented in this paper.

Recenzent:

kmdr dr hab. inż. Jan W. KOBIERSKI (Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia)

ZASTOSOWANIE MODELU OŚRODKA DWUFAZOWEGO DO ROZWIĄZANIA ZADANIA BALISTYKI WEWNĘTRZNEJ NA PRZYKŁADZIE ARMATY 23 mm

AN EMPLOYMENT OF TWO-PHASE APPROACH TO EVALUATION OF INTERNAL BALLISTICS OF 23 mm GUN

Andrzej PAPLIŃSKI

Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Ruch pocisku w lufie broni palnej odbywa się pod działaniem rozprężających się gazów prochowych. Wzrost szybkości pocisku następuje w wyniku transformacji energii cieplnej wydzielonej w procesie spalania prochu w energię kinetyczną pocisku. Medium roboczym które akumuluje energię wydzieloną w wyniku reakcji chemicznych zachodzących w czasie spalania materiału prochowego są gazy prochowe. Ze względu na to że gazy prochowe są ciałem materialnym, posiadają określoną masę i przypisane jej gęstość masową i rozmieszczenie w przestrzeni. Stąd, oddziaływanie gazów prochowych na pocisk, napędzanie go, związane jest z ruchem samych gazów, w tym transportem energii wewnątrz masy gazowej wypełniającej przestrzeń zapociskową. Proces rozprężania gazu który następuje w bezpośrednim sąsiedztwie dna pocisku związany jest bowiem z obniżeniem jego energii wewnętrznej.

Rozpoznanie procesu napędzania pocisku wymaga w szczególności zbudowania prawidłowego bilansu energii. Ze względu na to, że energia wydzielona w reakcjach spalania przenoszona jest przez gazy prochowe, proces transformacji i transportu energii powinien być powiązany z opisem ruchu (przepływu) gazów prochowych.

W pracy przedstawiono zastosowanie metodyki mechaniki ośrodków ciągłych do rozwiązania zadania balistyki wewnętrznej. Istotą zadania jest opis przepływu gazów prochowych i ruch ziaren prochu modelem dwuprędkościowego ośrodka dwufazowego. Zgodnie ze swoją naturą, ośrodek dwufazowy ma strukturę heterogeniczną. Poszczególne fazy wypełniają przestrzeń rozłącznie, w każdym punkcie przestrzeni występuje tylko jedna faza, gazowa (gazy prochowe) lub skondensowana (ziarna prochu).

W celu wprowadzenia kontinuum materialnego dokonujemy uśrednienia parametrów stanu i ruchu poszczególnych faz tak, aby w każdym punkcie przestrzeni określone zostały ciągłe pola charakteryzujące stan i ruch ośrodka materialnego takie jak prędkość, gęstość masowa, energia wewnętrzna i inne. Jako podstawę do wyznaczenia ruchu ziaren i przepływu gazów prochowych wykorzystano równania zachowania masy, pędu i energii ośrodków wielofazowych przedstawione na IV-tej Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej „Naukowe Aspekty Techniki Uzbrojenia”, Waplewo 2002. Człony opisujące wymianę pędu, masy i energii pomiędzy ziarnami prochu a fazą gazową określone zostały odpowiednio do właściwości ziaren prochu rozpoznanych w wyniku badań doświadczalnych i analiz termodynamicznych.

Wyznaczono numeryczne rozwiązanie problemu. Otrzymano rozkłady ciśnienia gazów prochowych oraz wartości prędkości ziaren prochu w kolejnych chwilach czasu, w czasie napędzania pocisku w lufie. Otrzymaną szybkość narastania prędkości pocisku w czasie strzału porównano z wynikami doświadczalnego pomiaru prędkości pocisku w lufie metodą rejestracji częstotliwości fal odbitych od czoła pocisku.

Przedstawiona metoda pozwala na pogłębioną analizę procesu napędzania pocisku. Umożliwia zarówno analizę etapu zapłonu jak również uwzględnienie wpływu właściwości materiałowych prochu oraz kształtu geometrycznego (konstrukcji) komory naboowej i lufy.

Abstract

In the paper an employment of continuum mechanics approach to deriving of the solution of internal ballistics problem is presented. The grains of powder/gaseous combustion products mixture is described by use of two-phase two-velocity model. The solution was estimated upon the equations of mass, momentum and energy balance as presented on IV-th International Conference “Scientific Aspects of Armaments Technology” Waplewo 2002 ([1]). The coupling terms describing mass, momentum and energy transfer between phases were specified on the base of experimental data and thermodynamical analyses. The numerical solution to the problem was obtained. Space distributions of pressure, gaseous phase and powder grains mass velocity in consecutive moments of time were obtained. The missile velocity time profile obtained in evaluations is compared with results of experimental registrations.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

KONCEPCJA SYSTEMU NADAJNIKÓW POZORUJĄCYCH DO WALKI Z PRZECIWRADIOLOKACYJNYMI POCISKAMI RAKIETOWYMI

CONCEPTION OF SIMULATING TRANSMITTERS SYSTEM TO FIGHT AGAINST ANTI-RADIOLOCATION MISSILES

Maciej PODCIECHOWSKI, Konrad SIENICKI, Stanisław ŻYGADŁO

Instytut Systemów Mechatronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Mechatronics Systems, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Powszechnie stosowanym i najgroźniejszym sposobem zwalczania środków emitujących fale elektromagnetyczne - tj. stanowisk dowodzenia wykorzystujących radiolinie, stacji radiolokacyjnych, stacji naprowadzania rakiet (SNR) przeciwlotniczych zestawów raketowych (PZR) - jest stosowanie przeciwradiolokacyjnych pocisków raketowych, samonaprowadzających się na źródło promieniowania fal. Znajdujące się na wyposażeniu Sił Zbrojnych RP środki bojowe emitujące fale nie posiadają skutecznych sposobów obrony w tym zakresie, poza przejściem na system pasywny (np. wykorzystanie kamery telewizyjnej lub termowizyjnej) lub zdjęciem zasilania i wyłączeniem z działań bojowych. Jednak nie jest to wystarczająco bezpieczny sposób obrony przed przeciwradiolokacyjnymi pociskami raketowymi wyposażonymi w układy namiaru, lokalizacji oraz zapamiętania położenia źródeł promieniowania. Rakiety te, wystrzeliwane przez środki napadu powietrznego z odległości kilkudziesięciu kilometrów, są celem trudnym do zniszczenia przez przeciwlotniczy zestaw raketowy, co istotnie obniża jego skuteczność. Podkreślić należy, że z uwagi na bardzo wysoką dokładność współcześnie stosowanych urządzeń rozpoznania radioelektronicznego, w które wyposaża się środki napadu powietrznego, praca urządzeń emitujących fale elektromagnetyczne jest praktycznie niemożliwa do zamaskowania.

Głównym powodem podjęcia proponowanego tematu jest brak możliwości skutecznej obrony przed przeciwradiolokacyjnymi pociskami raketowymi przez stacje radiolokacyjne i stacje naprowadzania rakiet PZR znajdujące się na wyposażeniu Sił Zbrojnych RP. Zastosowanie nadajników pozorujących przyczyniłoby się w znacznej mierze do rozwiązanie tego problemu.

Abstract

In this paper there is presented conception of simulating transmitters system use to vitality enlargement of anti-aircraft missile systems, which not effective defend anti-radiolocation missiles. Solution of defends anti-radiolocation missiles problem in this way has profitable economic conditioning. Moreover equip all radars and guidance missile stations with simulating transmitters system, perform NATO requirements in this keys for NATO Integrated Air Defence System (NATINADS).

Recenzent:

dr hab. inż. Jan PIETRASIŃSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

IMITATOR CELU POWIETRZNEGO BADANIA WŁASNOŚCI DYNAMICZNYCH

IMITATOR OF THE AERIAL TARGET - INVESTIGATIONS OF THE DYNAMIC PROPERTIES

Mariusz PIETRASZEK, Zygmunt WINCZURA, Andrzej ŻYLUK

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
Air Force Institute of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Praktyka badań środków bojowych wykazała, że stosowany proces badawczy przewiduje następujące sposoby badań:

- badania teoretyczne, za pomocą modeli cyfrowych i symulacji komputerowej;
- badania doświadczalne, naziemne i w locie na modelach materialnych i obiektach rzeczywistych.

Często praktyczna realizacja badań wymusza inne podejście, mieszany sposób badań. Ma to miejsce w przypadku pozyskiwania danych do modelu symulacyjnego np. badania aerodynamiczne w tunelu, wyznaczenie charakterystyk masowych modelu materialnego lub obiektu rzeczywistego.

Należy zauważyć, że funkcjonujące w innych armiach procedury badawcze prezentują analogiczne podejście do badań. W procesie badania i oceny sprzętu lotniczego w Siłach Powietrznych USA mają zastosowanie określone unormowane procedury, które pasują do wszystkich rodzajów badań, z włączeniem badań wykonywanych w fazie rozwoju danego sprzętu, prób operacyjnych i połączonych.

Procedura ta przewiduje następujące sposoby badań i oceny uzbrojenia, w tym środków bojowych, z wykorzystaniem różnych środków wspomagających:

- badania za pomocą modeli cyfrowych i symulacji komputerowej;
- laboratoryjne badania integracji systemu uzbrojenia;
- badania z komputerem w pętli;
- badania poligonowe.

Należy podkreślić, że podjęcie tej problematyki wynika z prac dotyczących eksploatacji systemów uzbrojenia, eksploatacji rozumianej szeroko, począwszy od projektowania nowych rozwiązań, a skończywszy na przedłużaniu ресурсu technicznego po okresie gwarancyjnym.

Przedmiotem badań jest szczególnego rodzaju obiekt dynamiczny zdefiniowany jako imitator celu powietrznego (ICP). Zgodnie z normą obronną NO-10-A228:2006 imitatorem celu powietrznego nazwano przeznaczony do szkolenia wojsk cel powietrzny sterowany lub niesterowalny, imitujący rzeczywiste środki napadu powietrznego poprzez emisję promieniowania cieplnego, widzialnego oraz radiolokacyjnego.

W artykule przedstawiono badania imitatora celu powietrznego, którego model opracowano na bazie niekierowanego pocisku raketowego.

Zaprezentowano niektóre wyniki badań symulacyjnych. Na podstawie przeprowadzonych wstępnych obliczeń balistycznych można stwierdzić że:

1. Imitator na bazie pocisku S-5 nie spełnia wymagań w zakresie zasięgu, natomiast ICP na bazie rakiety S-8 wymagania te spełni. Wskaźnikiem charakteryzującym dynamikę ruchu obiektu jest stosunek ciągu działającego na obiekt do jego siły ciężkości tzw. nadmiar ciągu.
2. Istotnym parametrem rzutującym w sposób bezpośredni na proces rozcalania głowicy jest prędkość rakiety w tym momencie. Wynikające z tej prędkości przeciążenia max działające na spadochron w momencie jego wypełniania, co narzuca ostre wymagania konstrukcyjne na układ flara – spadochron.
3. Opracowany model charakteryzuje się:
 - możliwością badań układów z uwzględnieniem ich złożoności konstrukcyjnej, zmian parametrów wejściowych, oddziaływania otoczenia itp. z dokładnością dostateczną dla większości zadań praktycznych, będących przedmiotem analiz;
 - możliwością identyfikacji parametrów;
 - łatwością w posługiwaniu się modelem;
 - szerokim zakresem możliwości badawczych i ich zastosowań;
 - łatwością modyfikacji modelu dzięki ogólności jego opisu.
4. Uzyskane wyniki badań symulacyjnych zostaną zweryfikowane w praktyce. Dokładność metod zostanie sprawdzona bezpośrednio przez weryfikację przeprowadzoną na obiektach rzeczywistych. Weryfikacja wniosków wyprowadzonych z badań symulacyjnych zostanie potraktowana jako sprawdzian poprawności opracowanych modeli.

Abstract

Investigations of the dynamic properties of the aerial targets imitators were presented in the paper. Models were developed on the base aerial rockets. The results of theoretical investigations were presented. The results show that the rocket is capable to carry a cartridge of the light source of the imitator.

Conclusions

1. On the base analysis of obtained results it was stated that imitator based on S-8 rocket fulfils requirements.
2. Identification of characteristics of rocket trajectory will allow defining the conditions of fall to pieces of the imitator what direct influences on endurance requirements of the systems.

Recenzent:

dr hab. inż. Stanisław WRZESIŃ (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

CZYNNIKI DETERMINUJĄCE ZASTOSOWANIE IMITATORÓW CELÓW POWIETRZNYCH (ICP) W SZKOLENIU

FACTORS DETERMINING THE APPLICATION OF AIR TARGET (SIMULATORS) IN TRAINING

Jan Wacław KOBIERSKI

Akademia Marynarki Wojennej, Instytut Broni Morskich
Naval University, Institute of Naval Weapons, Gdynia, Poland

Streszczenie

Brak istnienia w czasie pokoju realnego działania przeciwnika powietrznego wymusza konieczność postrzegania jego cech i funkcji oraz modelowania ich dla potrzeb szkolenia Wojsk Lądowych, Sił Powietrznych i Marynarki Wojennej. Model w rozpatrywanym przypadku – wynik modelowania – to imitator celu. Zastosowanie imitatorów celów w szkoleniu to jedna z dróg zaspokajania potrzeb osiągania gotowości bojowej wojsk. Wymaganiem stawianym imitatorom celów powietrznych przy ich projektowaniu i modelowaniu warunków walki jest maksymalne zbliżenie ich cech mogących się pojawić w ich strefie rozpoznania i ognia.

W artykule przedstawiono determinanty pojawienia się imitatorów celów w szkoleniu wojsk.

Abstract

Real acting of the air adversary is missing in peacetime, therefore it forcing us to perceive his features and functions and to model them for training the Army, the Air Force and the Navy. Model, particularly – the effect of modeling – is the target simulator (imitator).

Application of the target simulators in training, is one of ways of satisfying the needs of achieving armies' combat readiness.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

**PROJEKT KONCEPCYJNY RAKIETOWEGO MANEWRUJĄCEGO
IMITATORA CELU POWIETRZNEGO /MICP/ NA BAZIE
MODERNIZACJI POCISKU M 21**

**THE CONCEPT PROJECT OF NEW MANOEUVRED FLYING TARGET
IMITATOR /MICP/ ON THE BASE OF MODERNIZATION OF THE
ROCKET MISSILE M-21**

Marek JAWOROWICZ, Jarosław PANASIUK, Andrzej JURKIEWICZ

Instytut Systemów Mechatronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Mechatronic Systems, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

W ocenie konstruktorów z zespołów realizujących prace badawczo-doświadczalne oraz odbiorców ich wdrożeń w Wojskach Obrony Przeciwlotniczej należy zweryfikować cele, zakres oraz metody realizacji szkolenia, treningów oraz zadań ogniowych i ich obiektywnej oceny. Do realizacji fazy wykonawczej tego procesu niezbędne są nowe imitatory celów powietrznych /ICP/ jako elementy zautomatyzowanego systemu obiektywnej kontroli strzelań /SOKS/.

W referacie przedstawiono projekt koncepcyjny raketowego, manewrującego imitatora celu powietrznego przeznaczonego dla potrzeb szkolenia obsługi przeciwlotniczych zestawów artyleryjsko-raketowych ZUR-23-2KG. Założenia do projektu w zakresie przeznaczenia i podstawowych cech funkcjonalnych zostały opracowane na podstawie analizy charakterystyk taktyczno-technicznych użytkowanych imitatorów oraz wymagań potencjalnych użytkowników na Centralnym Poligonie Sił Powietrznych w Ustce.

Opracowane i zaprezentowane w referacie rozwiązanie nowego imitatora celu powietrznego na bazie modernizacji pocisku M-21 jest materiałem wyjściowym do dyskusji i weryfikacji przyszłych rozwiązań sprzętowo-programowych. Jest ono wstępną koncepcją rozwiązania, gdyż dobór podzespołów do realizacji technicznej systemu jest etapem złożonym i powinien podlegać weryfikacji na etapie opracowania i badań modelu laboratoryjnego i demonstratora technologii w ramach całego systemu obiektywnej kontroli artyleryjskich strzelań przeciwlotniczych. Końcowe rozwiązanie problemu w postaci opracowania prototypu i wdrożenia systemu do Wojsk OPL wymaga zaangażowania zespołów naukowych składających się ze specjalistów różnych dziedzin tj. informatyki stosowanej, aerodynamiki, balistyki wewnętrznej i technologii silników raketowych oraz integracji systemów kierowania ogniem broni przeciwlotniczej

Abstract

In his paper, the authors present new concept project of new manoeuvred flying target imitator /MICP/ which is applied for training of anti-aircraft units ZUR-23-2KG.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

UKŁAD KOORDYNATORA RAKIETY JAKO JEDEN Z OBIEKTÓW ZESTAWU PRZECIWLOTNICZEGO

СОСТАВ КООРДИНАТОРА РАКЕТЫ КАК ОДИН ИЗ ОБЪЕКТОВ ПРОТИВОВОЗДУШНОГО КОМПЛЕКСА

MISSILE CO-ORDINATION SET AS A ONE OF OBJECTS OF ANTI- AIRCRAFT SYSTEM

Zbigniew DZIOPA

Katedra Pojazdów i Sprzętu Mechanicznego, Politechnika Świętokrzyska
Кафедра Машин и Механического Оборудования, Политехника Светокшиска
Kielce University of Technology, Kielce, Poland

Streszczenie

Obecnie na wyposażeniu różnych armii świata można znaleźć przykłady zestawów przeciwlotniczych z raketami bliskiego zasięgu, które mogą stanowić wzorzec do formułowania modeli teoretycznych. Publikacje powszechnie znane są jedynie źródłem informacji popularnonaukowych lub dotyczą innej klasy pocisków [7]. Samobieżny zestaw rakietowy zapewnia obronę przeciwlotniczą jednostkom wojskowym zwiększając jednocześnie ich mobilność. Szybka zmiana aktualnego położenia jest nieodzownym czynnikiem strategii obowiązującej na współczesnym polu walki. Szczególnie istotne jest to dla oddziałów szybkiego reagowania, które otrzymują dla własnych działań wsparcie przeciwlotnicze. Niewielkie gabaryty zestawu umożliwiają transport środkami lotniczymi i zrzut w rejon docelowy. Obecnie coraz więcej krajów wyposaża swoje armie w zestawy samobieżne. Do znanych zestawów samobieżnych z pociskami bliskiego zasięgu należy zaliczyć: zestaw AVENGER z raketami Stinger, zestaw SANTAL oraz ASPIC z raketami Mistral, zestaw z raketami RBS-70 zamontowany na lekkim pojeździe terenowym, zestaw VSHORAD z raketami Starburst oraz Starstreak i zestaw POPRAD z raketami Grom. Zestaw POPRAD stał się inspiracją do sformułowania modelu zestawu, który przedstawiony został w niniejszym opracowaniu.

W opracowaniu tym przedstawiono problem formułowania modelu koordynatora rakiet przeciwlotniczych bliskiego zasięgu samonaprowadzających się na cel. Elementem koordynatora głowicy śledzącej każdej rakiety jest układ giroskopowy. Człon sterujący położeniem osi giroskopu aktywowany jest przed wyrzeleniem rakiety. Rakiety startują do celu z wyrzutni zamontowanej na pojeździe samochodowym. Samochód wydatnie zwiększa mobilność zestawu przeciwlotniczego. Celem pracy jest zaprezentowanie modelu koordynatora jako integralnego obiektu zestawu i sformułowanie warunków skutecznego działania głowicy śledzącej.

Sformułowanie warunków niezbędnych do wykonania zadania postawionego przed raketą w trakcie ruchu na wyrzutni sprowadza się do określenia parametrów charakteryzujących działanie giroskopowego koordynatora celu. Podane zostaną tylko te warunki, które dotyczą samego koordynatora i nie uwzględniają zachowania się rakiety oraz ludzi obsługujących zestaw.

W trakcie ruchu rakiety wzdłuż prowadnicy wyrzutni generowane są zaburzenia, które wpływają na zachowanie się układu giroskopowego. Od amplitudy i częstotliwości wymuszenia zależy, czy nie zostanie przekroczona:

- maksymalna prędkość kątowna Linii Obserwacji Celu,
- maksymalny kąt widzenia obiektywu koordynatora,
- maksymalny kąt obrotu osi giroskopu,
- maksymalny moment sterujący osią giroskopu,

oraz czy zostanie zachowana:

- założona prędkość kątowna rakiety w ruchu obrotowym wokół osi podłużnej.

Резюме

В работе представлена проблема формулировки модели координатора ракеты как противовоздушных ракет ближнего действия, самонаводящихся на цель. Элементом координатора следящей головки ракеты является гироскопическая система. Управляющий член положением оси гироскопа начинает работу перед пуском ракеты. Ракеты сходят с пусковой детановки, установленной на транспортном средстве. Машина значительно увеличивает подвижность противовоздушного состава. Целью работы является представление модели координатора как интегрального объекта состава и формулировка условий эффективного действия следящей головки.

Выводы

Формулировка необходимых условий для выполнения поставленной задачи перед ракетой во время движения на пусковой установке сводится к определению параметров, характеризующих действие гироскопического координатора цели. Будут даны только те условия, которые касаются самого координатора и не учитывают поведения ракеты и людей, обслуживающих компоновку. Во время движения ракеты вдоль пусковой установки появляются возмущения, которые влияют на поведение гироскопической системы. От амплитуды и частоты вынуждения зависит то, не будут ли переувеличены:

- максимальная угловая скорость линии визирования,
- максимальный угол визирования объектива координатора,
- максимальный угол вращения оси гироскопа,
- максимальный управляющий момент осью гироскопа, а также будет ли сохронена,
- максимальный угол визирования объектива координатора,
- предлагаемая угловая скорость ракеты в круговом движении вокруг продольной оси.

Recenzent.:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

METODY ADAPTACJI BOMB BALISTYCZNYCH DO WYMOGÓW SIECIOCENTRYCZNEGO POLA WALKI (NCW)

METHODS OF BALLISTIC BOMBS ADAPTATIONS TO MEET NCW REQUIREMENTS

Krzysztof OGONOWSKI, Mirosław ADAMSKI

Katedra Uzbrojenia, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych
Polish Air Force Academy, Dęblin, Poland

Streszczenie

Istotą działań sieciocentrycznych (Network Centric Warfare – NCW) jest przemieszczenie środka ciężkości w zakresie prowadzonych działań militarnych z tzw. platform (jednostek bojowych i systemów uzbrojenia) do sieci. Stąd tendencja do oddzielania sensorów pozyskujących informację od platform bojowych (wykonawczych). W sposób najbardziej ogólny koncepcję NCW w wymiarze działań powietrznych można uprościć do obrazu wspólnej sieci informacyjnej, którą byłyby objęte poszczególne platformy powietrzne, co umożliwiłoby przede wszystkim ich wzajemną komunikację (wymianę informacji).

Program wystawy lotniczej Singapur 2004 (w marcu 2004 r.) obejmował, między innymi, międzynarodową konferencję, poświęconą systemom zarządzania polem walki składającym się na NCW. Jej najkrótszym podsumowaniem może być konkluzja, z której wynika, że Amerykanie zwyciężali w ostatnich konfliktach zbrojnych nie tylko z uwagi na dysponowanie nowoczesnym sprzętem bojowym, lecz także dzięki szerokiemu zastosowaniu nowego systemu zarządzania polem walki. Informacje zebrane przez sztuczne satelity i samoloty rozpoznawcze (w tym bezzałogowe) były w tzw. „czasie rzeczywistym” przekazywane do stanowisk dowodzenia, na których podejmowano decyzje o sposobie reagowania, włącznie z określeniem pododdziałów, grup bojowych lub nawet pojedynczych żołnierzy, odpowiedzialnych za naprowadzanie na cel kierowanych bomb lub pocisków rakietowych.

W artykule scharakteryzowano amerykańskie systemy JDAM, JSOW i WCMD, wg których przekształca się niskim kosztem klasyczne bomby w amunicję inteligentną, znajdującą coraz to szersze zastosowanie w bojowych bezzałogowych statkach powietrznych.

Abstract

The main innovation in the future Air Force functionality at the battlefield will be shaped by implementation of NCW type of military operational activities. Submitted paper includes characteristics of American system: JDAM, JSOW and WCMD. Systems mentioned previously enable low-cost transfer of classic bombs into intelligent ammunitions, having been deployed wider and wider especially on UAV platform.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

OCENA ZAGROŻEŃ I MOŻLIWOŚCI OBRONY PRZED RAKIETAMI BALISTYCZNYMI

AN ANALYSIS OF THREAT AND POSSIBILITIES OF DEFENCE AGAINST BALLISTIC MISSILES

Andrzej DĘBECKI

Instytut Systemów Mechatronicznych, Wojskowa Akademia Techniczna
Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Praca zawiera przegląd problemów technicznych i technologicznych związanych ze wzrostem zagrożenia wynikającego z rozpowszechnienia technologii raketowych, zwłaszcza dotyczących rakiet balistycznych i bezpilotowych aparatów latających. Wzrost zagrożenia spowodował podjęcie szeregu międzynarodowych przedsięwzięć zmierzających z jednej strony do możliwie maksymalnego ograniczenia rozpowszechniania wyżej wspomnianych technologii, a z drugiej do zbudowania skutecznej obrony przed atakiem raketowym tzw. „tarczy antyraketowej”. W takiej sytuacji Polska będzie musiała partycypować w przedsięwzięciu finansowo i organizacyjnie, a bardzo wskazany był udział polskiego przemysłu obronnego i instytutów naukowo-badawczych. Jest prawie pewne, że część infrastruktury ewentualnego systemu obronnego byłaby rozlokowana na polskim terytorium i odpowiednie władze będą musiały współuczestniczyć w podejmowaniu decyzji co do ilości, typu i konkretnej lokalizacji elementów systemu.

Niniejsze opracowanie stanowi skromną próbę wprowadzenia w zasygnalizowaną problematykę i nie ma żadnego związku z omawianą od niedawna przez media ewentualną lokalizacją na terenie Polski elementów tarczy antyraketowej przez USA. Informacje zawarte w artykule powstały wcześniej i można je odnosić do projektów budowania międzynarodowej tarczy antyraketowej przez NATO. Problematyka rozmieszczenia elementów tarczy przez USA wymagałaby odrębnego omówienia, autor nie dysponuje odpowiednimi informacjami i nie jest upoważniony do zabierania głosu w tej sprawie.

Abstract

The work consist a review of technological problems connected with a rise of threat that is a result of missile technology proliferation, especially ballistic missiles and unmanned air vehicle (UAV). As a result of a rise of threat, several international initiatives have been taken. These initiatives should on the one hand to restrict possibilities of proliferation above mentioned technology, and on the other hand to build the efficient system of defence against ballistic missiles – “an antimissile shield”. It is obvious that an analysis and gathering proper knowledge is necessary to take correct decision about this shield. The article has no connection with the last proposal to locate (probable) some elements of “antimissile shield” in Poland that is considered by USA.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Jerzy R. MŁOKOSIEWICZ (Wojskowa Akademia Techniczna,
Warszawa)

PRZELICZNIK BALISTYCZNY DO WIEŻYCZKI ŚMIGŁOWCOWEJ

THE BALLISTIC COMPUTER FOR THE TURRET OF HELICOPTER

Zbigniew REMPALA, Łukasz BEREZOWSKI, Artur KWIEK

Ośrodek Badawczo – Rozwojowy Sprzętu Mechanicznego sp. z o. o. w Tarnowie

Research and Development Center of Mechanical Equipments in Tarnow, Poland

Streszczenie

Przelicznik balistyczny jest tą częścią uzbrojenia, która stanowi o przydatności i określa obszar zastosowania uzbrojenia, które wyposażone zostało w tenże przelicznik

W procesie tworzenia przelicznika balistycznego można wyróżnić następujące etapy:

- *konceptji* – etap którego wynikiem są informacje o zwalczanych celach, wykorzystaniu obsługiwanego uzbrojenia, sposobu jego obsługi i narzuconych ograniczeniach,
- *tworzenia algorytmu* – etap definiowania możliwych rozwiązań algorytmu poprzez powiązanie wyników etapu poprzedniego z możliwymi do wykorzystania danymi pomiarowymi, poprzez pryzmat dostępnych zasobów sprzętowych przeznaczonych na moduł przelicznika,
- *implementacji* – kodowanie wcześniej określonych idei i rozwiązań w docelowym układzie,
- *weryfikacji* – etap sprawdzania skuteczności przelicznika w warunkach poligonowych, pozwalający na określenie jego dokładności (a także ogólności tj. możliwości parametryzacji pod kątem wykorzystywanego typu amunicji, jeśli jest ona wymagana) i weryfikacji przyjętych w nim rozwiązań,
- *optymalizacji* – polegający na usprawnianiu algorytmów celem zwiększenia ich wydajności i niezawodności.

Niniejszy referat stanowi kontynuację prac związanych z ujednoliceniem metodyki tworzenia przeliczników balistycznych..

Abstract

This report is the continuation of works connected with unification of the methodology of ballistic computers creating. The description contains in the study from hitherto existing works over ballistic computer for the helicopter turret - worked out in OBR SM in Tarnow. Creating artillery ballistic computers is the difficult process. However in process of creating such ballistic computers, we can distinguish many stages executed from the way of the organization of the target system independently. Creation of methodology of creating such conversion rates possible is now, to integrate suitable ballistic algorithms with the used system to letting in the short time. The description of works was contained in the present study over ballistic computer for the turret to the helicopter, the making up example of the construction of computer for the armament average calibre.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

WYKORZYSTANIE KAMERY ZDJĘĆ SZYBKICH DO BADANIA POWYLOTOWEGO DZIAŁANIA GAZÓW PROCHOWYCH

THE USE OF FAST PHOTOS CAMERA FOR INVESTIGATION OF THE INTERMEDIATE BALLISTICS PHENOMENA

Leszek BARANOWSKI*, Krzysztof RUTYNA, Zbigniew SURMA*,
Marek SZUDROWICZ*****

*Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

**Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Optoelectronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

***Wojskowy Instytut Techniki Pancерnej i Samochodowej
Military Institute of Armour and Automotive Technology, Sulejówek, Poland

Streszczenie

Zjawisko strzału (wyrzutu) jest złożonym i szybko zachodzącym procesem przemian energetycznych. Podczas strzału w wyniku spalania ładunku miotającego, powstające gazy napędzają pocisk, nadając mu określoną prędkość i energię kinetyczną. Napęd pocisku można podzielić na dwa okresy:

- pierwszy: od zapłonu ładunku miotającego do chwili wylotu pocisku z lufy;
- drugi: od chwili wylotu do zakończenia oddziaływania gazów na pocisk.

Okres drugi nazywany jest okresem powylotowym, a badaniem zachodzących w nim zjawisk zajmuje się balistyka wewnętrzna.

W pracy zaprezentowano stanowisko badawczo-pomiarowe umożliwiające rejestrację pocisku po jego wylocie z lufy. Przedstawiono przykładowe wyniki badań, przeprowadzonych z wykorzystaniem luf balistycznych kalibru 9 mm i 5,56 mm. Z wykorzystaniem kamery „zdjęć szybkich” otrzymano obrazy pocisku, gazowych produktów spalania oraz niespalonych ziaren prochowego ładunku miotającego w obszarze powylotowego działania gazów prochowych. Na podstawie otrzymanych fotografii oceniono odległość od wylotu lufy, na jakiej gazowe produkty spalania mogą oddziaływać na pocisk (jego dno).

Analiza obrazu z przedstawionych fotografii pozwala między innymi stwierdzić, iż odległość na jakiej gazy prochowe mogą oddziaływać na dno pocisku wynosi ok. 32 cm (36 kalibrów) dla lufy kalibru 9 mm i 15 cm (27 kalibrów) dla lufy 5,56 mm. Natomiast z literatury przedmiotu wynika, że odległość powylotowego oddziaływania gazów prochowych może wynosić od 20 do 40 kalibrów.

Przedstawiona metoda rejestracji zjawisk zachodzących w bliskiej odległości od przekroju wylotowego lufy może być przydatna w procesie projektowania lub optymalizacji (modernizacji) urządzeń wylotowych broni strzeleckiej i artyleryjskiej, takich jak: hamulce wylotowe, odrzutniki, tłumiki płomienia, tłumiki dźwięku. Ponadto otrzymane zdjęcia mogą stanowić materiał pomocny w opracowaniu i weryfikacji teoretycznych modeli rozprzestrzeniania się strumienia gazów wypływających z lufy oraz przyrostu prędkości pocisku w powylotowym okresie strzału.

Abstract

This paper presents the description and the use of laboratory stand for recording of the phenomena of muzzle period of shooting. The exemplary results of research, conducted with using the ballistic barrels 9 mm and 5,56 mm calibre are presented too.

Conclusion

Results of accomplished investigations showed that, powder gases can to propel the projectile at a distance of 32 cm (36 calibre) and 15 cm (27 calibre) from respectively 9 mm and 5,56 mm barrel. The presented method of recording of shooting phenomena after outlet of bullet can be use for the projecting or the optimization of gun muzzle equipment, such as: muzzle brakes, muzzle booster, flash suppressor, silencers. Moreover received photos can be use to study and verification of theoretical models of powder gases outflow and propagation as well as increase of the bullet velocity in muzzle period of shooting.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

PROJEKT KONCEPCYJNY ODKRYTEJ STRZELNICY GARNIZONOWEJ PRZYSTOSOWANEJ DO STRZELANIA AMUNICJĄ ĆWICZEBNĄ

OUTDOOR FIRING RANGE PROPOSAL FOR SHOOTING WITH PRACTICE AMMUNITION

Wojciech FURMANEK, Józef GACEK, Jacek KIJEWSKI

Instytut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

W przeszłości strzelnice budowano z dala od osiedli ludzkich, gdzie nie stanowiły one zbyt dużego zagrożenia. Jednak z upływem lat nastąpiła znacząca migracja terenów zurbanizowanych w kierunku obiektów wojskowych, których użytkowanie stwarza potencjalne zagrożenie dla osób i ich mienia. Istniejące w Wojsku Polskim odkryte strzelnice garnizonowe były projektowane i budowane w oparciu o „Wytoczne techniczne projektowania garnizonowych strzelnic szkolnych”. Jednakże duża liczba rykoszetów jaka powstawała na elementach konstrukcyjnych odkrytych strzelnic garnizonowych i wylatywała poza obręb strzelnicy spowodowała pojawienie się Rozporządzenia Ministra Obrony Narodowej z dnia 4 października 2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać strzelnice garnizonowe oraz ich usytuowanie. Rozporządzenie to zwraca szczególną uwagę na bezpieczeństwo strzelania i wielkość stref ochronnych (niebezpiecznej i zagrożenia) w obrębie odkrytej strzelnicy garnizonowej. Spowodowało to czasowe zamknięcie prawie wszystkich strzelnic garnizonowych i stopniowe poddawanie ich kosztownej modernizacji. Wielkość stref ochronnych jest zróżnicowana i waha się od 0 do 5100 m (przy strzelaniu 7,62x54R mm nabojem z pociskiem C) w zależności od typu i klasy strzelnicy.

Dlatego też mając na uwadze bezpieczeństwo strzelania i ograniczoną wielkość strefy ochronnej podjęto w Wojskowej Akademii Technicznej próbę opracowania amunicji ćwiczebnej, przeznaczonej do treningu strzeleckiego na nie zmodernizowanych odkrytych strzelnicach garnizonowych. Amunicja ta, posiadająca mniejszy zasięg i zmniejszoną podatność na rykoszetowanie, przyczyniła się do obniżenia wymagań co do rozmiarów wymaganej strefy ochronnej już istniejących strzelnic, co może umożliwić przywrócenie ich do użytkowania bez ponoszenia na modernizację nadmiernych kosztów.

W referacie przedstawiono stan obecny oraz projekt koncepcyjny odkrytej strzelnicy garnizonowej przystosowanej do strzelania amunicją ćwiczebną. Przeprowadzone dotychczas badania i analizy dotyczące konstrukcji i zabezpieczeń balistycznych strzelnic pozwoliły wysnuć następujące wnioski:

- obecne przepisy prawne w odniesieniu do strzelnic garnizonowych w dużym stopniu ograniczających proces szkolenia na istniejących obiektach. Istnieje jednak możliwość zmodernizowania i przywrócenia do użytkowania zdecydowanej większości zamkniętych strzelnic garnizonowych, w których można ustanowić strefę zagrożenia równą 1200 m;

- warunkiem koniecznym na takich strzelnicach jest używanie specjalnie opracowanej amunicji ćwiczebnej oraz przeprowadzenie modernizacji przesłony nr 1 i kulochwyty głównego;
- dla nowopowstających strzelnic zaleca się ich budowę według zaproponowanej w pracy koncepcji. Jej zabezpieczenia będą lepiej dostosowane do charakterystyk balistycznych amunicji ćwiczebnej (nie wolno wtedy używać do szkolenia amunicji bojowej).

Abstract

The shape and proposal of new solution of outdoor firing ranges, designed specially for firing with practice ammunition, are presented in this paper.

Conclusions

Analyses and researches on firing ranges design and theirs ballistic protection, which have been undertaken, let to formulate following conclusions:

- present law regulations regarding garrison firing ranges, in significant degree limit training possibilities on present existed objects. However there is possibility to modernize them and reinstatement the majority of earlier closed ranges, where shot fall zone can be arranged at least 1200 meters;
- it is necessary to use on these ranges specially developed practice ammunition and to modernise a overhead baffle No 1 and a backstop;
- for new built ranges, the proposal presented in this work is recommended. Proposed range's ballistic protection will be more appropriate for practice ammunition ballistic properties (using of live ammunition is forbidden in this case).

Recenzent:

dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

WYBRANE WYNIKI BADAŃ BALISTYCZNYCH 7,62 MM ĆWICZEBNEJ AMUNICJI STRZELECKIEJ

SELECTED RESULTS OF BALLISTIC RESEARCH WORK OF 7,62 MM PRACTICE AMMUNITION

Wojciech FURMANEK*, Józef GACEK*, Jacek KIJEWSKI*, Wiesław STĘPNIAK**

* Instytut Elektromechaniki, Wojskowa Akademia Techniczna,
Institute of Electromechanics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

** Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia
Military Institute of Armament Technology

Streszczenie

Pociski ćwiczebne, oprócz odpowiednich charakterystyk balistycznych, muszą cechować się zmniejszonym, w porównaniu do amunicji bojowej, efektem oddziaływania na cel. Powinny one skutecznie oddziaływać na tarcze, a po ewentualnym zrykoszetowaniu ich zdolność rażenia kolejnego celu, znajdującego się poza obszarem pola tarczowego i strefy niebezpiecznej, musi być wyeliminowana lub poważnie ograniczona. Po uderzeniu w przegrodę pociski powinny przekazać jej jak największą ilość energii tak, by po ewentualnym odbiciu, punkt ich upadku był położony jak najbliżej miejsca zrykoszetowania. Przy dużych prędkościach współczesnych pocisków i przy ich obecnej konstrukcji zjawisko odbicia będzie miało miejsce bardzo często, a jego charakter w dużym stopniu będzie zależał od budowy pocisku (kształt, materiały) oraz konstrukcji i właściwości materiału przegrody. Również ich zdolność do penetracji przegród musi być mniejsza niż amunicji bojowej – dotyczy to szczególnie odległości większych niż te, na jakich prowadzi się szkolenie strzeleckie na strzelnicach garnizonowych.

W referacie przedstawiono wybrane wyniki badań balistycznych z zakresu balistyki zewnętrznej i końcowej 7,62 mm ćwiczebnej amunicji pośredniej i karabinowej. Naboje te przeznaczone są do prowadzenia strzelań szkolnych na wojskowych strzelnicach garnizonowych, na których nie da się wyznaczyć odpowiednio dużych stref bezpieczeństwa, by można było prowadzić szkolenie z wykorzystaniem amunicji bojowej. W pracy przedstawiono wymagania, jakie powinny spełniać opracowane naboje oraz te rezultaty pomiarów, uzyskane za pośrednictwem radiolokacyjnego zestawu balistycznego DR5000, które umożliwiały wyznaczenie określonych w tych wymaganiach parametrów amunicji. Rejestracja zmian prędkości pocisków po zderzeniu z przegrodami wykonanymi z materiałów występujących na terenie strefy strzelań strzelnicy w różnych warunkach uderzenia pozwoliła zidentyfikować ich zachowanie się w czasie kontaktu i po kontakcie z celem. Uzyskane rezultaty umożliwiły określenie wymaganych zabezpieczeń balistycznych, jakie powinny być stosowane na strzelnicach przeznaczonych do prowadzenia strzelań z wykorzystaniem zaprojektowanej amunicji ćwiczebnej oraz do określenia wielkości stref bezpieczeństwa wokół takich strzelnic.

Abstract

The aim of this article is outline the current stage of works and researches on the Polish practice ammunition for small arms. These 7,62 mm prototypes are worked out by both Institute of Electromechanics of Military University of Technology and Metal Works “Mesko” Inc. A main requirement for Polish 7,62 mm carbine and rifle practice ammunition was presented. Some results of ballistic researches (external and terminal ballistics) were shown in this paper. Got results helped to establish danger zones around garrison shooting-ranges and defined of ballistic protections for them.

Conclusions

Results of works let to describe dispersion, accuracy and energy characteristics of 7,62 mm practice ammunition in any point of trajectory. Effects of investigation received with different investigative methods confirmed fulfilment of requirements of Polish Army. Tested ammunition makes possible accuracy shooting at much longer distances then current small-arms training ammunition. The maximum ranges of practice ammunition (danger zones sizes) are significantly reduced to compare to service ammunition and a little larger then for foreign equivalents. The kinetic energy of practice ammunition also is several times smaller than analogous to service ammunition.

Investigations with Doppler ballistic set DR5000 helped to define behaviour practice bullets after hit in different targets (various conditions of hit and various materials). It was affirmed that the destruction the plastic core of training bullet after hit in every conditions follows. In case of ricochet – guides to practice bullet to quick fall on the ground and during perforation – guides to reduce of penetration. Results of works made possible design new shooting-range for practice ammunition (with reduced – with relation to present – danger zone dimensions) and ballistic protection for it.

Recenzent

Dr hab. inż. Adam JACKOWSKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

ORGANIZACJA OBIEGU DANYCH W ZARZĄDZANIU TRWAŁOŚCIĄ DZIAŁEK LOTNICZYCH

ORGANIZATION OF DATA CIRCULATION AT AIRCRAFT'S CANNONS DURABILITY MANAGEMENT

Zdzisław IDZIASZEK, Eugeniusz OLEARCZUK, Sławomir PIECHNA

Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Faculty of Mechatronics, Military University of Technology, Warsaw, Poland

Streszczenie

Zarządzanie trwałością broni jest procesem rozciągniętym na cały cykl jej powstawania i istnienia. W fazie powstawania przyjęte rozwiązania funkcjonalne, konstrukcyjne i materiałowe kształtują potencjalnie ogół własności broni w tym jej trwałość, tak ważną dla specyfiki długotrwałej eksploatacji broni. W fazie istnienia – eksploatacji, kształtowanie tych własności jest ograniczone i przebiega w stosunkowo wąskim zakresie możliwej diagnostyki, profilaktyki i terapii. Zakres ten może być rozszerzony tylko w przypadkach podejmowanych remontów modernizacyjnych broni. Trwałość broni jest jednak jedną z tych własności, których rozpoznanie jest trudne pod względem teoretycznym, a kosztowne (czasochłonne) pod względem doświadczalnym.

Nowe szerokie możliwości określenia trwałości broni, w szczególności jej trwałości resztowej wiążane są z jak najszerszym dokumentowaniem symptomów utraty walorów ogniowych broni, wyników pomiarów kinematycznych i balistycznych i obserwowanych zmian funkcjonalnych. Gromadzone w ten sposób dane, w dłuższym przedziale czasu lub permanentnie, są poddawane zintegrowanym analizom statystycznym i analitycznym zorientowanym na trwałość. Interpretacja wyników tych analiz w punktu widzenia trwałości pozwala, z wystarczającą dla praktyki dokładnością określać trwałość resztową i wyznaczać tzw. rezerwy, czyli zasoby pracy broni do wycofania z eksploatacji.

Skala trudności analiz wzrasta, gdy brak jest danych z fazy powstawania broni (projektowych, technologicznych, wytwórczych). Istniejący system eksploatacji działek lotniczych nie obejmuje problematyki zbierania danych dla potrzeb analiz trwałości działek. Wynika to z pewnych zasłóg w podejściu do trwałości tych działek i nie kwestionowania dopuszczalnego nastrzału podanego przez producenta/dostawcę. Jednakże występująca potrzeba zwiększenia rezerwy działek i stwierdzany doświadczalnie brak znaczących symptomów utraty walorów ogniowych działek eksploatowanych na granicy nastrzału dopuszczalnego, stanowią przesłanki do pełnego wykorzystania danych eksploatacyjnych w procesach przygotowania decyzji o zwiększeniu rezerwy posiadanych działek lotniczych.

W artykule przedstawiono zagadnienia obiegu informacji w zarządzaniu trwałością działek lotniczych przy przejściu z eksploatacji według planowej profilaktyki do eksploatacji według stanu technicznego. Zarządzanie trwałością działek jest tu zorientowane na pełne wykorzystanie ich zasobu funkcjonalnego. Omówiono zadanie organizacji i elementy metodologiczne obiegu danych eksploatacyjnych. Szczególne znaczenie mają pośród nich: model porządkowania czynności kształtowania trwałości broni oraz model śledzenia zachodzących zmian w broni i w systemie jej eksploatacji.

Modele te ułatwiają i racjonalizują projektowanie lub identyfikowanie systemu zarządzania ukierunkowanego na rozpoznawanie trwałości działek i analizowanie możliwości kroczonego przedłużania ich resursów. Podstawowym elementem tworzonego systemu jest Książka Eksploatacji Działka (KED). Opracowany model może być wdrożony do praktyki za pomocą podstawowego typu aplikacji – relacyjnej bazy danych.

Abstract

Organization of data circulation at aircraft's cannons durability management for change service system according to service life into service according to technical state. The main goal of cannons durability management is maximum use of functional capability. Authors presented organization task and service data circulation method's elements. Special sense of this element's are: model of ordering action cannon durability forming, and model of tracking proceeded changes in cannon and service system. These models make easy and rationalize design or identification of management system for detecting of cannon durability and analysis of service life extend possibility. The main element of this system is Cannon Service Book (CSB). Worked out model can be implementing into service by means of application – relational data base.

Conclusions

Analysis and system conception rely on structural method and cannon service system model. Authors took into account task and process specification and decision process during extended of individual service life. Worked out model can be implementing into service by means of application – relational data base [7]. This solution ensures:

- short time of system creation and implementation;
- low cost of system creation and maintenance;
- possibility of system modernisation for using in different field i.e.: for machine durability management.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

STANOWISKO DO BADAŃ WĘZŁA GAZOWEGO BRONI STRZELECKIEJ KALIBRU 5,56 MM

THE LABORATORY STAND FOR EXAMINATION OF GAS SYSTEM OF SMALL ARMS CALIBRE 5,56 MM

Andrzej JĘCZMYK*, Ryszard WOŹNIAK**

*Fabryka Broni „Łucznik” – Radom Sp. z o. o.

Weapon Factory Łucznik, Radom, Poland

**Instytut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Faculty of Mechatronics, Institute of Electromechanics,
Warsaw, Poland

Streszczenie

Broń strzelecka i stosowana do niej amunicja należy do dynamicznie rozwijającej się dziedziny uzbrojenia niemal w każdym kraju. Również w Polsce w ostatnich latach można zaobserwować pewien postęp w tej dziedzinie, czego efektem są nowe (np. 12,7 mm wielkokalibrowy karabin wyborowy TOR) i zmodernizowane (np. zmodernizowany 5,56 mm karabinek wz.1996 BERYL) konstrukcje broni, a także prototypy i modele badawcze broni opracowywane z myślą o obecnych i perspektywicznych potrzebach Sił Zbrojnych RP. Jednym z przykładów takich modeli badawczych broni strzeleckiej jest karabinek bezkolbowy wz.2005 JANTAR-M kalibru 5,56 mm, który zaprojektowano, wykonano i przebadano w Zakładzie Konstrukcji Specjalnych i Balistyki Instytutu Elektromechaniki Wojskowej Akademii Technicznej, w ramach projektu badawczego 0 T00B 029 24 pt. „*Analiza konstrukcyjno-balistyczna oraz badania dynamiczne broni strzeleckiej zbudowanej w układzie bezkolbowym*” (finansowanego w latach 2003-2006 przez Ministerstwo Edukacji i Nauki). Ze względu na to, że dla nowo opracowywanej broni sformułowano wymaganie, aby w swej strukturze wykorzystywała możliwie największą liczbę zespołów, mechanizmów i części wytwarzanych przez polski przemysł zbrojeniowy, konstrukcję broni oparto na 5,56 mm karabinku wz.1996 BERYL (zbudowanym w układzie klasycznym i produkowanym od wielu lat przez Fabrykę Broni „Łucznik”-Radom Sp. z o. o.), wykorzystując zwłaszcza jego lufowy układ miotający. Z kolei, aby na etapie projektowania nowej broni dysponować jak największą ilością informacji na temat przebiegu zjawisk zachodzących w węźle gazowym karabinka BERYL, niezbędne było zaprojektowanie i wykonanie odpowiedniego stanowiska badawczego

W referacie przedstawiono opis i przeznaczenie stanowiska badawczego Typ 5,56B, wchodzącego w skład stanowiska laboratoryjnego do badania charakterystyk balistycznych, dynamicznych i technicznych broni strzeleckiej, które zostało opracowane przez Zakład Konstrukcji Specjalnych i Balistyki WAT i Fabrykę Broni „Łucznik”-Radom Sp. z o. o. w ramach projektu badawczego 0 T00B 029 24. Stanowisko Typ 5,56B zapewnia pomiar podstawowych charakterystyk balistycznych w węźle gazowym, pozwalając na ilościowe określenie wpływu zmian charakterystyk geometryczno-masowych układu miotającego na wartości ciśnień w wybranych miejscach broni.

Na podstawie doświadczeń zdobytych podczas projektowania, wykonywania i badania stanowiska Typ 5,56B można stwierdzić, że w celu optymalizacji konstrukcji broni i jej mechanizmów celowym jest budowanie podobnych stanowisk badawczych z układami miotającymi innymi kalibrów, np. 9 mm, 7,62 mm, 12,7 mm itp.

Abstract

This paper contains description and purpose of the laboratory stand 5,56B type. It is a part of the stand for examination of ballistic, dynamic and technical characteristics of small arms. This stand was developed and manufactured in Section of Special Design and Ballistics and Weapon Factory Łucznik-Radom within the confines of R&D project 0 T00B 029 24.

Conclusions

1. The 5,56B type laboratory stand is an original research tool, ensuring optimisation research on 5,56 mm gas operated automatic weapon gas port. Since the 5,56 mm calibre is regarded as a standard present and future calibre in Poland, as well in other NATO countries, the result of presented works should be important during small arm modernisation and development.
2. The 5,56B type laboratory stand lets to measure the main ballistic characteristics in gas port, providing quantity determination of gas port constructional parameters influence on pressure values in selected weapon ports.
3. The 5,56B type laboratory stand can be easily modernised and extended.
4. Basing on acquired during this stand designing, manufacturing and examining experience, it can be stated that to modernise and develop other weapon systems, similar stands of different calibres could be necessary. For this purpose, the Weapon Factory “Łucznik” – Radom Co. Ltd. has appropriate manufacture possibilities, while Section of Special Design and Ballistics of Military University of Technology can provide research and development support.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

NOWA POLSKA AMUNICJA DLA CZOŁGÓW LEOPARD 2A4

NEW POLISH AMMUNITION FOR BATTLE TANKS LEOPARD 2A4

Wiesław JĘDRZEJEWSKI *, Mariusz MAGIER **

* BUMAR Sp. z o.o., Warszawa

BUMAR Ltd., Warsaw, Poland

** Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Zielonka
Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland

Streszczenie

Leopard 2 stał się protoplastą linii nowoczesnych, silnie uzbrojonych i opancerzonych czołgów zachodnich charakteryzujących się wysokimi parametrami manewrowymi na polu walki. Leopard 2 po przejściu intensywnych testów i prób poligonowych w USA w 1979 roku wprowadzony został do uzbrojenia Bundeswehry.

Należy wspomnieć, iż w owym czasie do uzbrojenia ówczesnej Armii Radzieckiej weszły czołgi wyposażone w gładkolufowe armaty kalibrów 115 mm (T-62) oraz 125 mm (T-64, T-72, T-80), które charakteryzowały się bardzo wysoką, jak na owe czasy siłą ognia. Czołg Leopard 2 dzięki zastosowaniu czołowego pancerza warstwowego z elementami ceramicznymi, był odporny na przebicie 125 mm pociskami podkalibrowymi i kumulacyjnymi z odległości min. 1000 m.

Po przejściu przez Wojsko Polskie 128 czołgów LEOPARD 2A4 pochodzących z nadwyżek Bundeswehry, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia w kooperacji z Spółką wiodącą BUMAR Sp. z o.o. i zakładami wchodzącymi w skład Grupy BUMAR (FPS Sp. z o.o Bolechowo, ZPS Sp. z o.o Pionki i ZM KRAŚNIK Sp. z o.o) podjęły prace konstrukcyjne i badawcze nad rodziną 120 mm amunicji czołgowej, obejmującej cztery rodzaje naboji:

- nabój z ćwiczebnym pociskiem podkalibrowym typu APFSDS-T,
- nabój z bojowym pociskiem podkalibrowym typu APFSDS-T,
- nabój z ćwiczebnym pociskiem odłamkowo-burzącym typu HE-TP,
- nabój z bojowym pociskiem odłamkowo-burzącym typu HE.

Obecnie zostały już wdrożone do produkcji naboje z amunicją ćwiczebną, zaś naboje bojowe są na etapie badań kwalifikacyjnych. Poniżej przedstawiono podstawowe charakterystyki rodziny polskiej amunicji do czołgu LEOPARD 2A4.

Abstract

At the beginning of 21's century Polish Land Forces received from Germany over 100 battle tanks Leopard 2A4. The Military Institute of Armament Technology and BUMAR Ltd. took action to develop ammunition family. In 2005 the first 120 mm training subcalibre rounds was delivered to the Army.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

**WYNIKI BADAŃ KARABINKA BEZKOLBOWEGO JANTAR
Z WYKORZYSTANIEM STANOWISKA TYP 5,56B****THE RESULTS OF THE INVESTIGATIONS OF BULL-PUP ASSAULT
RIFLE “JANTAR” CONDUCTED IN RESEARCH SYSTEM TYPE 5,56B****Jacek KIJEWSKI, Wojciech KOPERSKI, Zbigniew SURMA,****Ryszard WOŹNIAK, Mirosław ZAHOR**Instytut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna
Military University of Technology, Faculty of Mechatronics, Institute of Electromechanics
Warsaw, Poland**Streszczenie**

Badania broni strzeleckiej to specyficzny, wszechstronny i złożony proces zdobywania informacji o cechach, jakości i stanie broni na różnych etapach jej „życia”. Przedmiotem niniejszej pracy są wyniki badań specjalistycznych modelu badawczego polskiego 5,56 mm karabinka bezkolbowego wz.2005 JANTAR. Badania te miały na celu określenie charakterystyk gabarytowo-masowych broni, prędkości V_2 pocisku, prędkości maksymalnej W_m i energii maksymalnej E_{km} odrzutu swobodnego broni oraz parametrów węzła gazowego, odwzorowanego na stanowisku laboratoryjnym Typ 5,56B. Badania karabinka JANTAR przeprowadzono na stanowisku badawczym, funkcjonującym w Zakładzie Konstrukcji Specjalnych i Balistyki Instytutu Elektromechaniki Wydziału Mechatroniki Wojskowej Akademii Technicznej. Poprzez zmianę podczas badań objętości początkowej komory gazowej oraz zmianę kształtu i wymiarów kanału gazowego, przeanalizowano wpływ konstrukcji węzła gazowego m.in. na ciśnienie maksymalne w komorze gazowej oraz prędkość maksymalną zespołu suwadła. Zarówno broń, jak i niektóre elementy stanowiska laboratoryjnego powstały w ramach projektu badawczego 0 T00B 029 24 pt. „Analiza konstrukcyjno-balistyczna oraz badania dynamiczne broni strzeleckiej zbudowanej w układzie bezkolbowym”, realizowanego w latach 2003-2006 przez pracowników Zakładu i finansowanego w przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (obecne Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego). Do badań użyto amunicji 5,56x45 mm z pociskiem RS (z rdzeniem stalowym) partii S04-01-21 wyprodukowanej przez Zakłady Metalowe „MESKO” S.A. w Skarżysko-Kamiennej

Otrzymane wyniki badań na stanowisku typ 5,56B dla dwóch rodzajów dysz pokazują, że podczas stosowania dysz z otworem dwustożkowym poprawiają się warunki przepływu gazów, co w konsekwencji powoduje wzrost ciśnienia gazów p_k w komorze gazowej oraz wzrost prędkości V_{suw} suwadła. Wykonane badania pokazują możliwości zmian konstrukcyjnych węzła gazowego, zapewniające jednocześnie prawidłowe funkcjonowanie automatyki broni. Przykładowo w układzie, w którym zmniejszono objętość początkową komory gazowej do $1,3 \text{ cm}^3$ oraz zastosowano dyszę z otworem dwustożkowym o średnicy minimalnej 1,2 mm, suwadło osiąga prędkość maksymalną porównywalną do prędkości w układzie standardowym ($W_{k0} = 2,3 \text{ cm}^3$ i $\varnothing = 1,7 \text{ mm}$).

Takie zmiany powodują jednocześnie mniejszy odpływ części gazów prochowych z lufy do komory gazowej, a więc mniejszy wpływ na zjawisko strzału (prędkość wylotową pocisku) oraz mniejsze zużycie otworu gazowego. Ponadto wzrost ciśnienia gazów prochowych w komorze gazowej od około 9 MPa do około 13 MPa może spowodować zmniejszenie odrzutu broni. W przypadku niektórych konfiguracji konstrukcyjnych węzła gazowego, np. przy małych średnicach minimalnych otworu gazowego i (lub) dużych objętościach początkowych komory gazowej, zespół suwadła nie przemieszcza się w skrajne tylne położenie, uniemożliwiając automatyce broni wykonanie pełnego cyklu pracy. Badania karabinka wz.2005 JANTAR ujawniły potrzebę wprowadzenia w jego konstrukcji kilku zmian, poprawiających charakterystyki ergonomiczne broni. W związku z tym karabinek zmodernizowano do wersji wz.2005 JANTAR-M poprzez zastosowanie nowego trzewika, zmodyfikowanie komory zamkowej i obsady trzewika oraz skrócenie odległości od chwytu pistoletowego do stopki trzewika. W wyniku wprowadzonych zmian zmniejszyła się masa broni (3,80 kg) i długość broni (743 mm).

Abstract

The results of the investigations of research model of model 2005 JANTAR bull-pup assault rifle cal. 5,56 mm, especially conducted in a research system Type 5,56B [1] are presented in this paper. The determine of gun mass-dimensions parameters, projectile velocity, maximum of velocity and kinetic energy of weapon free recoil as well as measurements of gases pressure inside the barrel and the gas chamber and travel of slide unit were the aim of the tests. The influence of the gas chamber initial volume as well as geometry and diameter of gasport on motion parameters of slide and gases pressure inside the gas chamber has been analysed.

Recenzent:

Prof. dr hab. inż. Józef GACEK (Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa)

Lista nazwisk autorów referatów
Author List

A

ADAMÍK Vladislav 51,115
ADAMSKI Mirosław 160,210

B

BAJČI Alojz 152,153
BARANOWSKI Leszek 124,213
BARBU Cristian 77
BARNAT Wiesław 187
BARTEI Cécile 53
BARTNICKI Adam 136,192,199
BAŚ Maciej 151
BEKIER Piotr 170
BELLA Vladimír 132
BEREZOWSKI Łukasz 212
BIS Jan 63
BOCIAN Mirosław 184
BOSCOIANU Mircea 121,122
BOTEV Svetozar 47
BUCHAR Jaroslav 115
BUKOVINSKY Igor 89

C

CHYŁEK Zbigniew 102,108
CHRISTOV Christo 47
CICHOCKI Adam 170
CIERNIAK Henryk 185
CISKI Aleksander 72
COMAN Adrian 121,122
CUDZIŁO Stanisław 50,97,102,108

D

DALKOWSKI Marek 107
DĄBROWSKI Marek 75
DĄBROWSKI Mirosław 155
DĘBECKI Andrzej 211
DĘBSKI Andrzej 48,87,140
DOBÁK Koloman 153
DROPPA Peter 159
DZIK Stanisław 137
DZIOPA Zbigniew 208
DZIUBEK Ireneusz T 174

F

FECSE Laszlo 91,103
FELIGA Rafał 97
FLORCZAK Bogdan 98
FORYSZEWSKI Tadeusz 61
FRANT Michał 126
FURMANEK Wojciech 215,217

G

GACEK Józef 215,217
GARBARZ Bogdan 185
GARUS Jerzy 119
GAWOR Józef 185
GHEORGHIAN Sorin 78
GŁĘBOCKI Jerzy 178
GORASZ Geza 91,103
GRABIEC Dariusz 175

H

HORUBALA Zenon 74
HRIVŇÁK Emil 153

I

IDZIASZEK Zdzisław 54,56, 61,219

J

JACH Karol 189
JACKOWSKI Adam 75
JAMROZIAK Krzysztof 184
JANICKI Andrzej 147
JANISZEWSKI Jacek 48,138,140
JANOŠEK Miroslav 57,110,116
JASZTAL Michał 61
JAWOROWICZ Marek 207
JĘCZMYK Andrzej 221
JĘDRZEJEWSKI Wiesław 40,223
JOZEFEK Milan 60
JUCHACZ Zdzisław 171
JURKIEWICZ Andrzej 207

K			MAJEWSKI Tomasz	70
KACZMAREK Zdzisław	141		MAŁACHOWSKI Jerzy	88
KACZOROWSKI Mieczysław	66,74		MARANDA Andrzej	101
KALINOWSKI Łukasz	48		MARECKI Paweł	136
KALSKI Marek	123		MARYNIAK Jerzy	123
KAMIŃSKI Robert	46,90		MATERNIAK Jan	138,141
KĄPOLKA Peter	46		MATYÁŠ Robert	53
KASTEK Mariusz	157		MICHAŁOWSKI Jerzy	64
KIJEWSKI Jacek	215,217, 224		MICHAŁOWSKI Marcin	64,180
KLEMBIA Tomasz	99		MOTYL Krzysztof	93
KNAPCZYK Henryk	42			
KOBIERSKI Jan Wacław	206		N	
KOMAREC Robert	148		NIEZGODA Tadeusz	88,187
KONAT Łukasz	184		NIKOLIN Przemysław	137
KONEČNÝ Pavel	128		NITA Zbigniew	40
KOPERSKI Wojciech	138,180,224		NOWAK Waldemar	74
KORUBA Zbigniew	130,149,196			
KOZICKA Agnieszka	194		O	
KRUPKA Miloslav	117		OGONOWSKI Krzysztof	210
KRUSZKA Leopold	70		OLEARCZUK Eugeniusz	54, 56,219
KSIĄŻCZAK Andrzej	95		ORŁOWSKI Krzysztof	147,148
KSIĄŻCZAK Teresa	95		OWSIK Jan	189
KUCZMARSKI Franciszek	58			
KUPIDURA Przemysław	83,104,118		P	
KWIEK Artur	212		PANASIUK Jarosław	176,207
			PAPLIŃSKI Andrzej	201
L			PASZKOWSKI Jerzy	42
LASEK Maciej	123		PASZULA Józef	99
LECIEJEWSKI Zbigniew	79,81		PEKAŁSKI Grzegorz	184
LEŚNIK Grzegorz	118		PIĄTEK Marian	172
LIPIŃSKA Katarzyna	101		PIECHNA Sławomir	54, 56,219
LIPIŃSKI Marek	101		PIETRASZEK Mariusz	204
LIPTÁK Peter	60,169		PIĘTASZEWSKI Jan	64
LISÝ Peter	46		PŁATEK Paweł	63
LUDYŃSKI Zbigniew	66,74		PŁECHA Witold	92
			PODCIECHOWSKI Maciej	106,145,203
Ł			PODGÓRZAK Paweł	44
ŁABNO Wiesław	135		POWIADA Edward	154
ŁADYŻYŃSKA-KOZDRAŚ Edyta	123		PROCHAZKA Stanislav	89
ŁATAŚ Zbigniew	72			
ŁAZOWSKI Jacek,	88		R	
ŁOPATKA Marian J.	58		RADOMSKI Marek	86,134
			RAFALSKI Mirosław	66,74
M			REKUCKI Ryszard	187
MACHALA Milan	128		REMPAŁA Zbigniew	212
MACKIEWICZ Konrad	129		RODZIK Dariusz	106
MACKO Martin	85		ROWIŃSKI Lech	119
MADURA Henryk	154,155,157,171		RUTKOWSKI Adam Konrad	165,167
MAGIER Mariusz	113,223		RUTYNA Krzysztof	213

RYCHERT Zbigniew	92	W	
S		WALENTA Zbigniew A.	198
SAFTA Doru	77	WAŻNY Mariusz	143,144
ŠELEŠOVSKÝ Jakub	117	WILK Zenon	182
SIBILSKI Krzysztof	129	WINCZURA Zygmunt	204
SIENICKI Konrad	106,145,203	WIŚNIEWSKI Adam	44
SKOCZYLAS Paweł	74	WŁODARCZYK Edward	64,138,180
SKOWRON Leszek	141	WOLNY Stanisław	137
SOSNOWSKI Tomasz	154,157	WOLSZAKIEWICZ Tomasz	198
SPRAWKA Piotr	199	WOŹNIAK Ryszard	221,224
STARCZEWSKA Alina	138,141	WRZESIEŃ Stanisław	126
STARCZEWSKI Lech	68	Z	
STĘPIEŃ Jerzy	68,141	ZAHOR Mirosław	63,83,118,224
STĘPNIAK Wiesław	172,217	ZACZYK Marcin	187
SURMA Zbigniew	213,224	ZAWADA Tomasz	161
SUSEDÍK Ivan	159	ZEMAN Svatopluk	53
SZALA Mateusz	97	ZIENOWICZ Zbigniew	192
SZMAJDA Jerzy	98	ZYGMUNT Bogdan	93,182
SZUDROWICZ Marek	213	Ż	
SZULC Dariusz	111,175	ŻAK Bogdan	163
SZYMAŃCZYK Leszek	97,108	ŻÓLCIAK Tadeusz	72
SZYMCZYK Elżbieta	187	ŻYGADŁO Stanisław	106,145,203
Ś		ŻYLUK Andrzej	204
ŚWIERCZYŃSKI Robert	189		
ŚWIĘTEK Tadeusz	135		
T			
TAMBERG Sławomir	179		
TODOROV Rumen	47		
TORECKI Stanisław	90		
TRĘBIŃSKI Radosław	50		
TRZCIŃSKI Waldemar A.	44, 50, 51,99		
	108		
TUŚNIO Janusz	130,149		
TYPER Paweł	135		
TYPIAK Andrzej	191,192,194		
U			
UJMA Krzysztof	185		
V			
VASILE Titica	77		



**ZESPÓŁ BADAWCZY
KONSTRUKCJI SPECJALNYCH I BALISTYKI
W ROKU JUBILEUSZU 55-LECIA
WOJSKOWEJ AKADEMII TECHNICZNEJ**



Ryszard WOŹNIAK, Zbigniew LECIEJEWSKI, Jacek KIJEWSKI (zdjęcia)
Instytut Elektromechaniki, Wydział Mechatroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego, w roku jubileuszu 55-lecia działalności naukowo-dydaktycznej, jest największą w kraju wojskowo-cywilną uczelnią politechniczną, kształcącą studentów cywilnych i mundurowych w ponad 50 specjalnościach oraz prowadzącą prace naukowo-badawcze ukierunkowane na potrzeby Sił Zbrojnych RP i gospodarki narodowej. W ciągu 55 lat istnienia Akademii wykształcono ponad 40 tysięcy absolwentów oraz opracowano wiele rozwiązań technicznych, które znalazły zastosowanie w wojsku i w przemyśle.

Jedną ze sztandarowych specjalności naukowo-dydaktycznych WAT była i pozostaje technika uzbrojenia, której chlubą są absolwenci – uznani w kraju i zagranicą eksploatatorzy i konstruktorzy uzbrojenia – oraz ich konkretne osiągnięcia techniczne. Obecnie głównym kontynuatorem tradycji Akademii w dziedzinie uzbrojenia jest Zakład Konstrukcji Specjalnych i Balistyki (dawny Zakład Konstrukcji i Eksploatacji Broni Palnej) Instytutu Elektromechaniki (dawnego Instytutu Techniki Uzbrojenia) Wydziału Mechatroniki (dawnego Wydziału Uzbrojenia i Lotnictwa), którego pracownicy tworzą Zespół Badawczy Konstrukcji Specjalnych i Balistyki, kierowany od 1994 roku przez płk. rez. prof. dr. hab. inż. Józefa GACKA. Właśnie ten Zespół jest organizatorem odbywającej się od 1996 roku (co dwa lata, w Waplewie) Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej na temat „Naukowe Aspekty Techniki Uzbrojenia”, gromadzącej przedstawicieli świata nauki, przemysłu i wojska zarówno z kraju, jak i z zagranicy.

W artykule przedstawiono Zespół Badawczy Konstrukcji Specjalnych i Balistyki (będący jednym z wielu zespołów badawczych funkcjonujących w Wojskowej Akademii Technicznej), jego najważniejsze osiągnięcia naukowo-dydaktyczne z ostatnich pięciu lat (stanowiące wymierny udział w znaczących osiągnięciach innych zespołów badawczych), potencjał oraz zaplecze naukowe, badawcze i dydaktyczne (reprezentujące tylko niewielką część potencjału i zaplecza Akademii), a także tematykę obecnie realizowanych i podejmowanych przez Zespół prac (zwłaszcza w dziedzinie uzbrojenia), ukierunkowanych głównie na rozwój i techniczną modernizację Sił Zbrojnych RP.

Korzenie Zespołu Badawczego Konstrukcji Specjalnych i Balistyki sięgają roku 1994, kiedy to powstał Instytut Techniki Uzbrojenia Wydziału Uzbrojenia i Lotnictwa Wojskowej Akademii Technicznej. Do połowy 1999 roku Zespół tworzyli pracownicy Zakładu Broni Lufowej i Amunicji oraz Zakładu Teorii Strzelania i Balistyki, od połowy 1999 roku – pracownicy Zakładu Konstrukcji i Eksploatacji Broni Palnej i Zakładu Teorii Strzelania i Balistyki, natomiast po reorganizacji Wojskowej Akademii Technicznej (1.01.2003 rok) – pracownicy Zakładu Konstrukcji Specjalnych i Balistyki. Obecnie Zespół Badawczy Konstrukcji Specjalnych i Balistyki (usytuowany na terenie Wojskowej Akademii Technicznej w budynkach nr 69 i nr 26) tworzy 17. pracowników: 2. profesorów zwyczajnych (w tym jeden zatrudniony na ¼ etatu), 8. doktorów inżynierów, 3. magistrów inżynierów oraz 4. pracowników technicznych i administracyjnych.



**THE RESEARCH TEAM OF THE SPECIAL
STRUCTURES AND BALLISTICS IN THE YEAR
OF 55TH ANNIVERSARY OF
MILITARY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**



Ryszard WOŹNIAK, Zbigniew LECIEJEWSKI, Jacek KIJEWSKI (photos)
Institute of Electromechanics, Faculty of Mechatronics, Military University of Technology
Warsaw, Poland

The 55th anniversary marks the existence of the Military University of Technology as the largest military-civilian school of polytechnic character. It educates both military and civilian students in over 50 specialities as well as carrying out scientific research for the Polish Armed Forces and national economy. During these 55 years the University has had over 40 000 graduates and has successfully resolved numerous scientific problems. A lot of its original solutions have been implemented in military technology and industry. Armament technology, supported by renowned experts in weapons design and exploitation, has always been one of the University's flagship specialities. At present the Research Team from the Section of Special Structures and Ballistics (former Section of Firearms Structures and Exploitation) led by retired colonel professor Józef GACEK deals with the armament technology. It constitutes a part of Electromechanical Branch (former Institute of Armament Technology) of Mechatronics Faculty (former Faculty of Armament and Aviation). Prof. Gacek's team organises a biennial International Armament Conference on Scientific Aspects of Armament Technology (SAAT). It has been held in Waplewo since 1996 and has always gathered representatives of the worlds of science, industry, and military from both Poland and abroad. .

This article introduces the Special Structures and Ballistics Research Team as one of many such teams active at the Military University of Technology. The most significant scientific achievements during the last 5 years, which have also influenced the achievements of other research teams, are presented here. The article also describes Team's potential and the scientific and educational background, which represent only a small portion of University's overall potential. Current projects, which are aimed to develop and modernise Polish Armed Forces in the field of armament, are discussed here too.

The beginnings of the **Special Structures and Ballistics Research Team** go back to 1994 when the Institute of Armament Technology was established within the Faculty of Armament and Aviation of the Military University of Technology. The Team consisted of the staff from the Section of Barrel Weapons and Ammunition and from the Section of Shooting and Ballistics Theory until mid 1999. From mid 1999 to 2002 it was the staff from the Section of Firearms Structure and Exploitation together with the Section of Shooting and Ballistics Theory. Since the reorganisation of the Military University of Technology, which took place in 1.01.2003, the Team has been formed from the staff of the Section of Special Structure and Ballistics located in Institute of Electromechanics.

Right now the Special Structure and Ballistics Research Team, which resides in buildings No.69 and No.26 comprises 17 personnel: 2 Professors, 8 Doctors of Science, 3 Masters of Science and 4 technical and administrative personnel.



Fot.1. Budynek 69 – siedziba Zespołu Badawczego Konstrukcji Specjalnych i Balistyki

Podstawowymi kierunkami działalności Zespołu są:

- dydaktyka na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I, II i III° (m.in. w zakresie: projektowania, konstrukcji i eksploatacji urządzeń specjalnych, broni i amunicji; balistyki i teorii strzelania; terroryzmu, antyterroryzmu i kontrterroryzmu; technicznych środków obrony i ochrony antyterrorystycznej i kontrterrorystycznej), a także na studiach podyplomowych i kursach specjalistycznych;
- prace naukowo-badawcze, dotyczące projektowania i modernizacji urządzeń specjalnych, broni i amunicji oraz systemów kierowania ogniem; badań specjalistycznych, eksploatacyjnych i patentowych uzbrojenia, amunicji oraz materiałów napędowych i miotających; analiz i ekspertyz z zakresu broni i amunicji; modelowania i symulowania zjawisk balistyki wewnętrznej, zewnętrznej i końcowej; eksploatacji i modernizacji strzelnic.

Zadania wynikające z powyższych kierunków Zespół realizuje w czterech wiodących panelach naukowo-badawczo-dydaktycznych pn.: „Konstrukcja i eksploatacja broni strzeleckiej”, „Konstrukcja i eksploatacja broni artyleryjskiej”, „Konstrukcja i eksploatacja amunicji”, „Modelowanie i badania zjawisk balistycznych” oraz czterech panelach specjalistycznych pn.: „Badania dynamiczne broni”, „Badania patentowe”, „Badania normalizacyjne” i „Badania balistyczne broni, amunicji i ich elementów”.



Fot.2. Studenci kierowani przez pracowników Zespołu zdobyli wiele nagród na Konferencjach i Seminariach Kół Naukowych Studentów



Picture 1. Building 69 –The Special Structure and Ballistics Section location

Team’s basic fields of activity:

- teaching both regular and extramural studies of I, II and III^o (design and exploitation of special equipment, weapons and ammunition; ballistics and shooting principles; terrorism, antiterrorism and counter-terrorism; technical means of defence and of antiterrorist and counter-terrorist security) including postgraduate studies and specialist courses;
- scientific research work concerning designing and modernising special equipment, weapons and ammunition and fire control systems; exploitation and patent research of armament, ammunition, propelling and throwing materials; analysis and expert opinion on weapons and ammunition; modelling and simulation of internal, external and terminal ballistics; exploitation and modernisation of the live-firing ranges.

There are four research-and-educational areas and four specialist areas in which the above-mentioned tasks are carried out. These are respectively: ‘The Design and Exploitation of Small Firearms’, ‘The Design and Exploitation of Artillery Weapons’, ‘The Design and Exploitation of Ammunition’, ‘Study and Modelling of Ballistic Phenomena’, ‘Weapon Dynamics Tests’, ‘Patent-seeking Studies’, ‘Certification Research’ and ‘Ballistic Studies of Weapons, Ammunition and their Elements’.



Picture 2. The students who have won many awards on conferences and Students’ Scientific Society seminars under the leadership of the Research Team

Waplewo, 11-13 października 2006 r.

W realizacji niektórych zadań uczestniczą również studenci, kształcący się według indywidualnych programów studiów oraz studenci skupieni w Sekcji Uzbrojenia Koła Naukowego Mechatroników. W latach 2001-2005 prace wielu z nich (wykonywane pod kierunkiem pracowników Zespołu) zdobyły nagrody i wyróżnienia, w tym m.in.: trzykrotnie I miejsce na Międzynarodowej Konferencji organizowanej przez słowacką Akademię Wojskową w Liptovskim Mikulaszu, II miejsce na Międzynarodowej Konferencji organizowanej przez rumuńską Techniczną Akademię Wojskową w Bukareszcie oraz II miejsce w „Konkursie Rektora WAT na najlepszą pracę inżynierską”. Ponadto jedna z prac została wyróżniona w „Ogólnopolskim konkursie na najlepszą pracę dyplomową o profilu mechanicznym”, a 16 prac uzyskało nagrody i wyróżnienia na organizowanych co roku „Seminariach Kół Naukowych Studentów Mechatroników”. Spośród prac dyplomowych 19 prezentowano na „Wystawach prac dyplomowych w WAT”, a 7. z nich uzyskało nagrody i wyróżnienia.



Fot.3. Zespół Badawczy Konstrukcji Specjalnych i Balistyki (siedzą od lewej):

pani Elżbieta IWANICKA, płk w st. spocz. prof. dr hab. inż. Stanisław TORECKI, płk rez. prof. dr hab. inż. Józef GACEK (*dyrektor Instytutu Elektromechaniki WMT*), pani Hanna KĘPKA, pani Renata CHROMIK; (stoją w pierwszym rzędzie od lewej): mjr mgr inż. Jacek KIJEWSKI (*starszy specjalista techniczny Instytutu Elektromechaniki WMT*), płk dr inż. Leszek BARANOWSKI (*kierownik Zakładu Broni Klasycznej Instytutu Systemów Uzbrojenia WTW*), płk rez. dr inż. Zbigniew LECIEJEWSKI (*zastępca dyrektora Instytutu Elektromechaniki WMT*), płk dr inż. Ryszard WOŹNIAK (*zastępca dyrektora Instytutu Systemów Uzbrojenia WTW*, *kierownik Zakładu Konstrukcji Specjalnych i Balistyki Instytutu Elektromechaniki WMT*), ppłk dr inż. Przemysław KUPIDURA, pan Marek SIEKIERSKI (*kierownik nieetatowej Pracowni Mechanicznej*), mjr mgr inż. Robert KAMIŃSKI (*kierownik nieetatowej Komputerowej Pracowni Projektowej*); (stoją w drugim rzędzie od lewej): ppłk dr inż. Roman STELMASIAK, kpt. dr inż. Wojciech KOPERSKI (*kierownik nieetatowego Laboratorium Konstrukcji Specjalnych*), mjr dr inż. Mirosław ZAHOR, mjr mgr inż. Wojciech FURMANEK (*opiekun instytutowego Koła Naukowego Studentów*), ppłk dr inż. Zbigniew SURMA (*kierownik nieetatowego Laboratorium Balistyki*)

Waplewo, 11-13 October 2006

Some tasks are realised by the students who follow individually programmed studies and by the students who belong to the Armament Section of the Scientific Society of Mechatronics Students. Much of their work (done under the leadership of the Research Team between the years 2001-2005) was awarded or distinguished. It is worth mentioning that they came first three times on the International Conference organised by the Slovak Military Academy in Liptovski Mikulasz. They came second on the International Conference organised by the Romanian Military Technical Academy in Bucharest and won the second prize in the competition for the best Bachelor of Science Dissertation organised by the Commandant-Rector of the Military University of Technology in Warsaw. Moreover, one work was highly commended in the National Competition for the Best Dissertation Concerning Mechanics. Another 16 works has gained prizes and commendations at annual seminars organised by Scientific Societies of Mechatronics Students. 7 out of 19 Master of Science Dissertations have won awards and commendations at the Exposition of Master of Science Dissertations in the Military University of Technology.



Picture 3. The Special Structures and Ballistics Research Team (seated from the left are): Ms Elżbieta IWANICKA, Col. (ret) Prof. Stanisław TORECKI, Col. in reserve Prof. Józef GACEK (Director of the Institute of Electromechanics in the Faculty of Mechatronics), Ms Hanna KĘPKA, Ms Renata CHROMIK; (in the 1st row from the left are): Mjr Jacek KIJEWSKI (senior specialist of the Institute of Electromechanics in the Faculty of Mechatronics), Col. Dr Leszek BARANOWSKI (Head of Classic Weapons Section in the Institute of Armament Systems in the Military Technology Faculty), Col. in reserve Dr Zbigniew LECIEJEWSKI (Deputy Director of the Institute of Electromechanics in the Faculty of Mechatronics), Col. Dr Ryszard WOŹNIAK (Deputy Director of the Institute of Armament Systems in the Military Technology Faculty, Head of the Special Structures and Ballistics Section in the Institute of Electromechanics in the Faculty of Mechatronics), Lt. Col. Dr Przemysław KUPIDURA, Mr Marek SIEKIERSKI (Head of the Mechanical Workshop), Mjr Robert KAMIŃSKI (Head of the Computer Design Laboratory); (in the 2nd row from the left are): Lt. Col. Dr Roman STELMASIAK, Cpt. Dr Wojciech KOPERSKI (Head of the Special Structures Laboratory), Mjr Dr Mirosław ZAHOR, Mjr Wojciech FURMANEK (administrator of the Students' Scientific Society) Lt. Col. Dr Zbigniew SURMA (Head of the Ballistics Laboratory)

Waplewo, 11-13 października 2006 r.

W 2005 roku Zespół wraz z Działem Organizacyjno-Szkoleniowym Wydziału Techniki Wojskowej opracował „Strategię realizacji systemu doskonalenia zawodowego żołnierzy zawodowych w Wojskowej Akademii Technicznej” (wprowadzoną do realizacji Zarządzeniem Rektora WAT nr 27/2005 z 26.10.2005 r.), przyjmując odpowiedzialność za jej realizację oraz programy nauczania. W lutym 2006 r. „System...” został wdrożony do realizacji, umożliwiając żołnierzom zawodowym WAT podnoszenie kwalifikacji, w zakresie potrzebnym zwłaszcza do pełnienia obowiązków służbowych na stanowiskach naukowych, dydaktycznych i technicznych w Wojskowej Akademii Technicznej. Zespół dysponuje dobrze wyposażonymi dwoma nietatowymi laboratoriami oraz pracownikami:

- *Laboratorium Konstrukcji Specjalnych* (bud.69) – składające się z *Pracowni broni strzeleckiej*, *Pracowni broni artyleryjskiej* oraz *Pracowni amunicji*, które gromadzi m.in. unikatowy w skali kraju zbiór polskiej i zagranicznej broni strzeleckiej i artyleryjskiej oraz amunicji,



Fot.4 Pracownia broni strzeleckiej w Laboratorium Konstrukcji Specjalnych gromadzi bogaty zbiór broni polskiej i zagranicznej, który jest wykorzystywany w działalności naukowo-dydaktycznej, a także podczas Festiwalu Nauki i Dni otwartych w WAT



Fot.5 Pracownia broni artyleryjskiej w Laboratorium Konstrukcji Specjalnych

Waplewo, 11-13 October 2006

In 2005 the Research Team together with the Administrative-Training Courses Section of the Military Technology Faculty drew up „*The Strategy for Vocational Development of Professional Soldiers in the Military University of Technology*”. The Commandant-Rector of the Military University of Technology approved the Strategy on 26.10.2005. As a result the Research Team became responsible for the syllabuses and putting the Strategy into effect. The Strategy was implemented in February 2006, which enabled military personnel of the Military University of Technology to improve their qualifications. The Research Team has at their disposal well-equipped laboratories and workshops:

- *Special Structures Laboratory* (building 69) - consists of Small Firearms Laboratory, Artillery Laboratory, and Ammunition Laboratory. It also houses a unique collection of Polish and foreign small firearms, artillery and ammunition.



Picture 4 *Small Firearms Laboratory in Special Structures Laboratory* houses a vast collection of Polish and foreign small firearms, which is used for both scientific and educational purposes. The collection is also on display during the Science Fair and on open days in the Military University of Technology.



Picture 5 *Artillery Laboratory in the Special Structures Laboratory*



Fot.6 Pracownia Amunicji w Laboratorium Konstrukcji Specjalnych

- *Laboratorium Balistyki* (bud.26) – dysponuje m.in. tunelem strzeleckim długości 50 m, trzema torami strzeleckimi oraz nowoczesną aparaturą naukowo-badawczą, umożliwiającą prowadzenie wszechstronnych badań balistycznych i dynamicznych strzeleckich obiektów specjalnych, amunicji oraz materiałów miotających i napędowych,



Fot.7 Budynek 26 – siedziba Laboratorium Balistyki



Picture 6 *Ammunition Laboratory in the Special Structures Laboratory*

- *Ballistics Laboratory* (building 26) – has a 50m long firing indoor range with 3 firing paths. It is equipped with the up-to-date scientific apparatus enabling comprehensive ballistic and dynamic tests of special objects, ammunition and throwing and propelling materials,



Picture 7 *Building 26 – The Ballistics Laboratory*



Fot.8 Tunel strzelecki w *Laboratorium Balistyki* z aparaturą do pomiaru charakterystyk balistycznych broni i amunicji

- *Komputerowa pracownia projektowa* (bud.69) – zawiera 10 stanowisk i pozwala na projektowanie złożonych obiektów technicznych w najnowszych programach inżynierskich,



Fot.9 *Komputerowa Pracownia Projektowa*

- *Pracownia mechaniczna* (bud.69) – wyposażona w maszyny i urządzenie pozwalające na wykonywanie prostych modeli badawczych broni i amunicji.

Pracownicy *Zespołu* w latach 2001-2005 przeprowadzili ponad 13 tysięcy godzin dydaktycznych (około 120% normy dydaktycznej każdego roku) oraz realizowali ponad 80. prac naukowo-badawczych, ekspertyz i komercyjnych przedsięwzięć dydaktycznych o łącznej wartości ponad 7,77 miliona PLN, w tym m.in.: 6 projektów celowych, 13 projektów typu GRANT oraz 2 prace typu ABZ.



Picture 8 Firing indoor range in the *Ballistics Laboratory* with the apparatus measuring ballistic characteristics of weapons and ammunition

- *Computer Design Laboratory* (building 69) – offers 10 computer stations where it is possible to design complicated technical objects with the use of the latest CAX systems.



Picture 9 *Computer Design Laboratory*

- *Mechanical Workshop* (building 69) – is equipped with machinery and apparatus which allow building simple testing models of weapons and ammunition

From 2001 to 2005 the Team provided 13 thousand hours of teaching which constitutes about 120% of the required standard. They also earned 7.77 million Polish zlotys (nearly 2 million EURO) on expert investigations, additional educational activities and 80 research works such as 6 research projects, 13 GRANTS and 2 works concerning meeting STANAG requirements.

W ramach tych prac powstały m.in.:

- „System broni strzeleckiej UKM-2000 wraz z taśmą nabojąwą i kompletem amunicji 7,62x51 mm NATO”, wyróżniony DEFENDEREM '2002 na X Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego w Kielcach;
- „System karabinków maszynowych wz.2003 kalibru 5,56 mm wraz z taśmą nabojąwą”;
- „Model badawczy dwukomorowego układu miotającego do granatnika kalibru 23 mm wraz z nabojem”;
- „Modele badawcze amunicji strzeleckiej”;



Fot.10. Nagrodzony DEFENDEREM '2002 „System broni strzeleckiej UKM-2000 wraz z taśmą nabojąwą i kompletem amunicji 7,62x51 mm NATO” został wprowadzony do uzbrojenia Sił Zbrojnych RP w 2005 roku. System to efekt współpracy Zespołu z: H.Cegielski-Poznań S.A. (w zakresie broni), Zakładami Metalowymi „Mesko” S.A. (w zakresie amunicji) i Tłoczni Metali „Pressta” S.A. (w zakresie taśmy nabojąwej)



Fot.11. Prototypowy 5,56 mm karabinek maszynowy wz.2003 w wersji standardowej (góra) i desantowej (dół) – wynik zakończonego we wrześniu 2003 r. projektu celowego, realizowanego przez Zespół oraz FB „Łucznik”-Radom Sp. z o.o.

- „Modele badawcze karabinków bezkolbowych kalibru 5,56 mm: wz.2002 BIN i wz.2005 JANTAR-M”;
- „Założenia do Norm Obronnych kompatybilnych ze STANAG-ami z zakresu balistyki wewnętrznej, balistyki zewnętrznej i teorii strzelania”;
- „Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać strzelnice garnizonowe oraz ich usytuowanie”, zawarte w Rozporządzeniu Ministra Obrony Narodowej z 4.10.2001 r. (Dziennik Ustaw nr 132, poz. 1479).

Some of the resulting work is as follows:

- „A family of small firearms UKM-2000 with an ammunition belt and 7.62x51 mm ammunition NATO” – it was awarded DEFENDER 2002 at the X International Defence Industry Fair in Kielce (Poland);
- „A family of 5.56 mm light machine gun, type 2003 with an ammunition belt”;
- „A testing model of a high-low pressure chamber system for a 23 mm mortar together with a grenade”;
- „Testing models of cartridges”;



Picture 10. DEFENDER ‘2002 winner - „A family of small firearms UKM-2000 with an ammunition belt and 7.62x51 mm ammunition NATO” – it was introduced into the armament of the Polish Armed Forces in 2005. It was made in co-operation with: *H.Cegielski-Poznań S.A.* (the weapon), *Metal Works „Mesko” S.A.* (the ammunition) and *Metal Press Works „Pressta” S.A.* (the ammunition belt)



Picture 11. Prototypes of 5.56 mm light machine gun, type 2003 in a standard version (top) and for landing operations (bottom) – made in co-operation with *WF „Łucznik”-Radom Ltd.*

- „Testing models of 5.56 mm bull-pup light machine guns: type 2002 BIN and type 2005 JANTAR-M”;
- „Basic guiding rules for defence standards in accordance with STANAG requirements concerning internal and external ballistics and shooting principles”;
- „Technical and site requirements for garrison ranges” – regulation of the Minister of Defence from 4.10.2001 r. (Government Legislation Bulletin No. 132, item 1479).



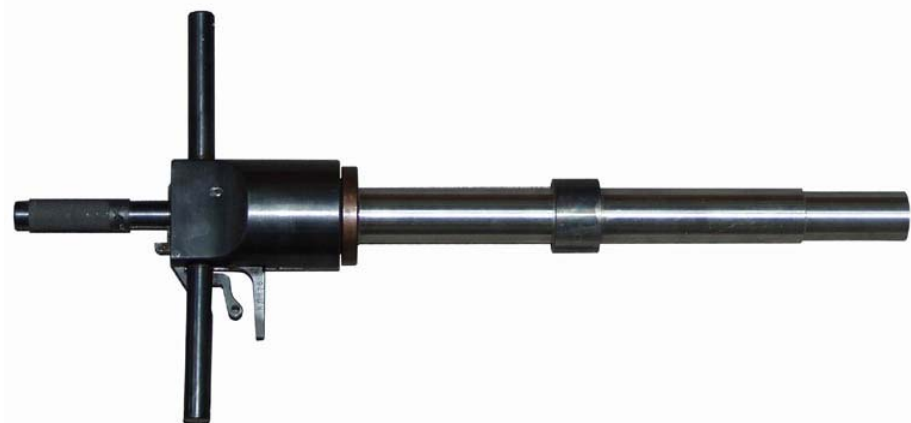
Fot.12. Model badawczy dwukomorowego układu miotającego do granatnika kalibru 23



Fot.13. Model badawczy 5,56 mm karabinka bezkolbowego wz.2005 JANTAR-M, będący wynikiem pracy naukowo-badawczej finansowanej przez Ministerstwo Edukacji i Nauki pt. „Analiza i synteza konstrukcyjno-balistyczna oraz badania dynamiczne broni strzeleckiej zbudowanej w układzie bezkolbowym”

W latach 2001-2005 Zespół zorganizował m.in.:

- IV i V Międzynarodową Konferencję Uzbrojeniową nt. „Naukowe Aspekty Techniki Uzbrojenia” (Waplewo’2002 i Waplewo’2004);
- dwa międzynarodowe seminaria naukowo-techniczne pt.: „Systemy zarządzania współczesnym polem walki” oraz „Środki głębokiego rażenia”;
- trzy ogólnopolskie seminaria naukowo-techniczne pt.: „Uniwersalny 7,62 mm karabin maszynowy UKM-2000”, „Polski karabinek maszynowy wz.2003” oraz „Perspektywy rozwoju uzbrojenia w Polsce”;
- studia podyplomowe pt. „Ochrona osób i mienia”, „Bezpieczeństwo lokalne”, „Warsztat pracy brokera unijnego” oraz „Bezpieczeństwo lokalne i zarządzanie kryzysowe”;
- dwumiesięczny kurs specjalistyczny „Szef służb technicznych – szef eksploatacji” dla oficerów logistyki rekomendowanych przez Generalny Zarząd Logistyki P-4 SG WP.



Picture 12. A testing model of a high-low pressure chamber system for a 23 mm mortar



Picture 13. Testing model of 5.56 mm *bull-pup* light machine gun type 2005 JANTAR-M.

It came as a result of the research work entitled “Analysis and Synthesis of the Structure and Ballistics of *bull-pup* Small Firearms and their Dynamic Tests” financed by the Polish Ministry of Science and Education

In the years between 2001 and 2005 the Research Team arranged following events:

- IVth and Vth International Armament Conferences on *Scientific Aspects of Armament Technology* (Waplewo’2002 and Waplewo’2004);
- Two international scientific seminars entitled.: „*Managing a Modern Battlefield*” and „*Means of far-reaching Destruction*”;
- Three national scientific seminars entitled.: „*All-purpose 7.62 mm Machine Gun UKM-200*”, “*Polish Light Machine Gun*” and „*Arms Development Prospects in Poland*”;
- Postgraduate studies in the following subjects: „*Personal and Property Security*”, „*Local security*”, „*Skills of a European Union Broker*” and „*Local Security and Crisis Management*”;
- „*Chief of Technical Corps – Chief of Exploitation*” two-month specialist course for logistics officers recommended by Logistics Department of the General Staff.



Fot.14. Organizowane przez Zespół Międzynarodowe Konferencje Uzbrojeniowe pn. „Naukowe Aspekty Techniki Uzbrojenia”, od 1996 roku cieszą się dużym zainteresowaniem specjalistów zarówno z kraju, jak i z zagranicy

Dzięki inicjatywie i zaangażowaniu Zespołu (przy wsparciu władz Akademii i dziekanów wszystkich Wydziałów) Wojskowa Akademia Techniczna w 2003 roku uzyskała 50. letnią „Koncesję na wykonywanie działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania i obrotu materiałami wybuchowymi, broni i amunicji”. Ponadto pracownicy Zespołu od 2002 roku stanowią grupę ekspercką Wydziału Mechatroniki, upoważnioną przez ministra obrony narodowej do przeprowadzania strzelań sprawdzających warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać strzelnice garnizonowe i ich usytuowanie. Uczestniczyli także w pracach gremiów o zasięgu międzynarodowym (m.in.: komisje NATO „Army Armament Group Land Group 4 Surface-to-Surface Artillery i Subgroup 2 on Ballistics” oraz zespół ds. ograniczenia stosowania niektórych rodzajów amunicji strzeleckiej w aspekcie proponowanej nowelizacji „Konwencji Genewskiej”), a także krajowym (m.in.: komisje badań kwalifikacyjnych uzbrojenia i sprzętu wojskowego oraz normalizacyjne komisje problemowe). W okresie od 14 lutego do 2 sierpnia 2005 roku członek Zespołu – ppłk dr inż. Przemysław Kupidura pełnił służbę w Zespole Szkoleniowym Zgrupowania Nr 2 IV zmiany Polskiego Kontyngentu Wojskowego IRAK, współuczestnicząc w organizacji Iraqi Military Academy w AlRustamiyah.

Bardzo ważnym obszarem działalności Zespołu jest upowszechnianie dorobku naukowo-badawczego na wystawach techniki wojskowej organizowanych w Akademii oraz w wydawnictwach naukowych i czasopismach popularno-naukowych. W ostatnich 5. latach Zespół uczestniczył w 109. wystawach prezentujących dorobek WAT w dziedzinie uzbrojenia organizowanych dla gości Akademii (w tym m.in. w ramach „Dni otwartych w WAT” i „Festiwalu Nauki”) oraz opublikował m.in.:



Picture 14. International Armament Conferences on *Scientific Aspects of Armament Technology* organised by the Research Team have attracted interest of many Polish and foreign experts

In 2003 the Military University of Technology (MUT) was licensed to produce and sell explosives, weapons and ammunition. It was only possible owing to the Research Team's initiative, co-operation with other Faculties and support from the university's authorities. Another activity in which the Research Team is involved is verifying live-firing ranges. Since 2002 a group of experts from the Faculty of Mechatronics has been authorized by the Minister of Defence to confirm that garrison ranges meet technical and siting requirements. The Research Team has also taken part in the work of many international commissions e.g. NATO commissions "*Army Armament Group Land Group 4 Surface-to-Surface Artillery*" and "*Subgroup 2 on Ballistics*" as well as Polish commissions e.g. commission for approving armament and military equipment. In 2005 one member of the Team – Lt. Col. Dr Przemysław Kupidura – did a tour of duty in Iraq helping to establish the Iraqi Military Academy in AlRustamiyah.

Another area of activity, which the Research Team values highly, is taking part in exhibitions of military technology. Over the last 5 years the Research Team has participated in 109 exhibitions organized by the MUT or by publishers of scientific books and journals.

Waplewo, 11-13 października 2006 r.

- dwa skrypty akademickie oraz dziewięć monografii, w tym czterotomową „Encyklopedię Najnowszej Broni Palnej”, która ukazała się także w wersji multimedialnej oraz w wersji rosyjskojęzycznej na Białorusi,
- pięć książek (przetłumaczonych na język polski i zredagowanych naukowo) z dziedziny współczesnej techniki wojskowej,
- ponad 110 artykułów w czasopismach naukowych i w materiałach konferencji krajowych i międzynarodowych,
- ponad 280 artykułów w polskich czasopismach naukowo-technicznych.

Zespół Badawczy Konstrukcji Specjalnych i Balistyki w latach 2001-2005 redagował i publikował w odcinkach na łamach czasopism fachowych trzy cykle o tematyce uzbrojeniowej (adresowane do młodzieży i studentów oraz miłośników współczesnej techniki militarnej), pod tytułem:

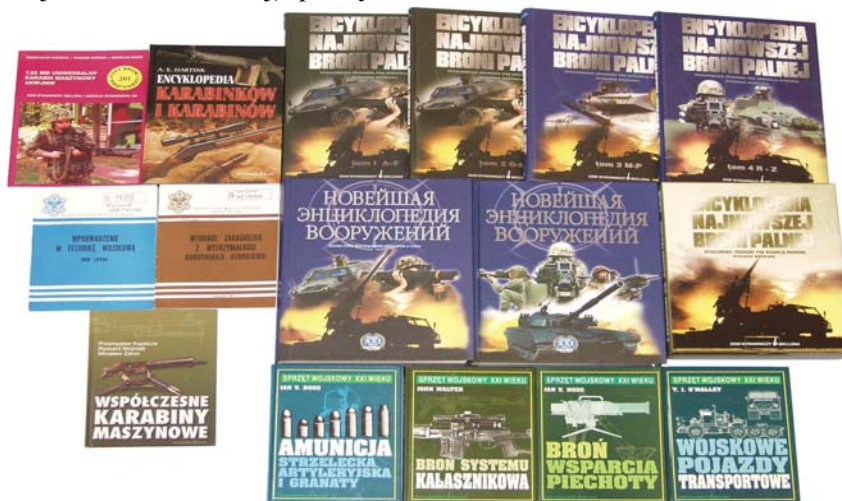


Fig.15. Publikacje książkowe i skryptowe Zespołu z ostatnich 5. lat

- „Ilustrowana Encyklopedia Współczesnej Broni Palnej” (do 2003 roku – w dwumiesięczniku „Wojskowy Przegląd Techniczny i Logistyczny”, a w latach 2004-2005 – w dwumiesięczniku „Myśl Wojskowa”);
- „Ilustrowany Słownik Broni Palnej Angielsko-Polski” (do 2003 roku – w dwumiesięczniku „Wojskowy Przegląd Techniczny i Logistyczny”);
- „Leksykon Uzbrojenia Wojsk Lądowych” (od 2002 roku – w miesięczniku „Przegląd Wojsk Lądowych”).

Obecnie działalność naukowo-badawcza Zespołu koncentruje się zwłaszcza wokół następujących zagadnień:

- konstrukcja i modernizacja uzbrojenia strzeleckiego i artyleryjskiego oraz amunicji;
- modernizacja systemów kierowania ogniem do broni strzeleckiej i broni artyleryjskiej;
- modelowanie i badania zjawisk balistyki wewnętrznej (wg STANAG 4367), zewnętrznej (wg STANAG 4355) i końcowej, polegające m.in. na:
 - symulacji pracy klasycznych i nieklasycznych prochowych układów miotających pod wpływem wprowadzania zmian konstrukcyjno- masowych broni i amunicji;
 - optymalizacji rozwiązań konstrukcyjnych zespołów automatyki broni;

The Research Team has published the following:

- two précis and nine monographs including „*The Encyclopaedia of Modern Firearms*” which was also issued on CD and in Belarussian
- five books (scientific edited and translated into Polish) on modern military technology,
- over 110 articles in scientific journals and in conference proceedings (both Polish and international)
- over 280 articles in Polish scientific journals.

Between the years 2001 and 2005 *The Special Structures and Ballistics Research Team* published their 3 works in instalments. They appeared in professional journals and were targeted on young people and students:



Picture 15. Précis and books published during the last 5 years

- „*Illustrated Encyclopaedia of Modern Firearms* ” (appeared in bimonthly „*Wojskowy Przegląd Techniczny i Logistyczny*” until 2003, and in bimonthly „*Myśl Wojskowa*” between 2004-2005);
- „*English-Polish Illustrated Dictionary of Firearms*” (appeared in bimonthly „*Wojskowy Przegląd Techniczny i Logistyczny*” until 2003);
- „*Illustrated Book of Land Forces Armament*” (in monthly „*Przegląd Wojsk Lądowych*” since 2002).

Right now the activities of the Research Team focus mainly on:

- design and modernization of the firearms, artillery and ammunition;
- modernization of the fire control systems in firearms and artillery
- study and modelling of the ballistics phenomena: internal (according to STANAG 4367), external (according to STANAG 4355) and terminal, which means:
 - simulation of behaviour of classic and atypical propellant throwing systems after some structure and weight changes;
 - designing optimum structures for the weapon moving parts;



Fot.16. Stanowisko badawcze do badania węzła gazowego typ 5,56B i charakterystyk dynamicznych broni

- badania pirostatyczne prochów wg procedur STANAG 4115, MIL STD 286-B i TL 1376-600 (m.in. wyznaczanie siły prochu, kowolumenu, ciepła spalania, szybkości spalania, parametrów AF, AQ, RF, RQ);



Fot. 17. Stanowiska badawcze do wyznaczenia charakterystyk energetyczno-balistycznych stałych materiałów miotających z komorami manometrycznym o objętości 200 i 700 cm³

- wykonywania ekspertyz stanu technicznego strzelnic garnizonowych na mocy upoważnienia MON nr 3/DI z 10.01.2005 r.

Aktualnie *Zespół Badawczy Konstrukcji Specjalnych i Balistyki* realizuje 11. podstawowych prac naukowo-badawczych finansowanych lub dofinansowywanych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki, które dotyczą m.in.:

- opracowania i wdrożenia (wspólnie z WB Electronics Sp. z o. o. z Ożarowa Mazowieckiego) zautomatyzowanego systemu dowodzenia i kierowania ogniem 152 mm armatohaubicy samobieżnej wz.1977 „Dana”;
- opracowania i wdrożenia (wspólnie z Zakładami Metalowymi „Mesko” S.A. ze Skarżysko-Kamiennej) ćwiczebnej amunicji strzeleckiej o ograniczonym rykoszetowaniu w odmianach: 9x19 mm OR, 9x18 mm OR, 7,62x30 mm OR, 7,62x51 mm OR oraz 7,62x54R mm OR;



Picture 16. Experimental stand type 5,56B to test weapon dynamic characteristics and gas port

- closed vessel tests of propellants according to STANAG 4115, MIL STD 286-B and TL 1376-600 procedures (such as: determining propellant specific force and covolume, combustion heat and rate, AF, AQ, RF, RQ parameters);



Picture 17. Experimental stands with 200 cm³ and 700 cm³ closed vessels for determining energy and ballistic characteristics of solid propellants

- giving expert opinion on operating condition of garrison ranges

Currently the *Research Team of the Special Structures and Ballistics Institute* is conducting 11 basic research works, which are financed or subsidized by the Polish Ministry of Science and Education. They deal with:

- devising and implementing (in co-operation with WB Electronics Ltd from Ożarów Mazowiecki) an automated system of command and fire control system for a 152 mm self-propelled gun-howitzer „Dana” type 1977;
- devising and implementing (in co-operation with the Metal Works „Mesko” S.A. from Skarżysko-Kamienna) blank ammunition of limited ricocheting: 9x19 mm OR, 9x18 mm OR, 7.62x30 mm OR, 7.62x51 mm OR and 7.62x54R mm OR;

- badań pirostatyczno-termochemicznych i analiz wpływu temperatury początkowej prochowego ładunku miotającego na właściwości termodynamiczne gazów prochowych oraz parametry ruchu pocisku;



Fot.18. Stanowisko badawcze do wyznaczania ciepła spalania stałych materiałów miotających i napędowych

- badań uwarunkowań balistyczno-termicznych procesu zużywania się luf broni strzeleckiej;
- identyfikacji właściwości dynamicznych obiektów latających na podstawie badań w locie;
- badań oddziaływania wybranych pocisków strzeleckich na przegrody o różnych właściwościach fizycznych;
- modelowania matematycznego i numerycznego trajektorii lotu niekierowanych pocisków artyleryjskich i raketowych według unormowań NATO;



Fot. 19. Stanowiska do statycznej kalibracji piezoelektrycznych przetworników ciśnienia

- closed vessel and thermochemical tests as well as the analysis of the influence that the initial temperature of the throwing propellant charge has on thermodynamically properties of gas propellants and projectile trajectory parameters



Picture 18. Experimental stand for determining the combustion heat of solid throwing and propelling materials

- testing ballistic and thermal conditions leading to barrel wear ;
- dynamic properties of flying objects based on in-flight tests;
- terminal ballistic tests;
- mathematical and numerical modelling of the unguided shell and missile trajectory according to NATO standards;



Picture 19. Experimental set-up for static calibration of piezoelectric pressure transducers

- opracowania i wykonania (wspólnie z Zakładami Metalowymi „Dezamet” S.A. z Nowej Dęby) systemu broni i amunicji obezwładniającej kalibru 40 mm;
- opracowania i wdrożenia (wraz z Fabryką Broni „Łucznik”-Radom Sp. z o.o.) modułowego systemu broni strzeleckiej kalibru 5,56 w układzie bezkolbowym;
- opracowania konstrukcji i przeprowadzenia badań urządzenia zawierającego miniaturowy układ miotający oraz dokonanie oceny skutków jego użycia;
- rozwijania teoretyczno-doświadczalnych metod wspomagających modelowanie, projektowanie i badania broni palnej i amunicji.

Od kilkunastu lat Zespół ściśle współpracuje z wieloma zakładami, instytucjami i ośrodkami, w tym m.in.:

- *Fabryką Broni „Łucznik”-Radom Sp. z o.o. z Radomia; Zakładami Metalowymi „Mesko” S.A. ze Skarżysko-Kamiennej; Fabryką Produkcji Specjalnej Sp. z o.o. z Bolechowa; HSW S.A. ze Stalowej Woli; WB Electronics Sp. z o.o. z Ożarowa; Przedsiębiorstwem „Prexer” Sp. z o.o. z Łodzi; Zakładami Metalowymi „Tarnów” S.A. z Tarnowa; Zakładami Metalowymi „Dezamet” S.A. z Nowej Dęby; Centrum Naukowo-Produkcyjnym Elektroniki Profesjonalnej „Radwar” S.A. z Warszawy,*
- *instytutami i ośrodkami badawczo-rozwojowymi: OBR SM „Tarnów”; OBR HSW S.A.; Wojskowym Instytutem Technicznym Uzbrojenia; Instytutem Mechaniki Precyzyjnej; Przemysłowym Instytutem Telekomunikacji,*
- *Politechnikami: Warszawską, Poznańską, Świętokrzyską,*
- *Wojskowym Centrum Normalizacji, Jakości i Kodyfikacji; Polskim Komitetem Normalizacyjnym; Centralnym Szpitalem Klinicznym WAM.*

Ponadto Zespół utrzymuje owocną współpracę o charakterze konsultacyjnym w zakresie problematyki eksploatacji uzbrojenia i sprzętu wojskowego ze: *Sztabem Generalnym WP, Akademią Obrony Narodowej, Akademią Marynarki Wojennej, Departamentem Polityki Zbrojeniowej MON, Departamentem Infrastruktury MON, Komendą Główną Policji oraz Dowództwem Wojsk Lądowych, w tym: Szefostwem Wojsk Pancernych i Zmechanizowanych i Szefostwem Wojsk Rakietowych i Artylerii.*

W latach 2001-2005 pracownicy Zespołu zostali wyróżnieni m.in. pięciokrotnie zespołową „Honorową Nagrodą Rektorską”, „Honorową Nagrodą Dziekańską” oraz dwukrotnie „Dyplomem Uznania za udział w Festiwalu Nauki”.

Waplewo, 11-13 October 2006

- devising and building (in co-operation with Metal Works „Dezamet” S.A. in Nowa Dęba) a module family of 40 mm non-lethal weapon and ammunition;
- devising and implementing (in co-operation with Weapon Factory „Łucznik”-Radom Ltd) a module family of 5.56 bull-pup firearms;
- designing and testing a devise with a miniature throwing system and then evaluating its performance;
- developing theoretical and experimental methods, which support modelling, designing and testing firearms and ammunition.

For many years the Research Team has been co-operating with numerous Polish institutions, factories and research and development centres. These are as follows:

- *Weapon Factory „Łucznik”-Radom Ltd. from Radom; Metal Works „Mesko” S.A. from Skarżysko-Kamienna; Special Production Factory Ltd. from Bolechowo; HSW S.A. from Stalowa Wola; WB Electronics Ltd. from Ożarów; Enterprise „Prexer” Ltd. from Łódź; Metal Works „Tarnów” S.A. from Tarnów; Metal Works „Dezamet” S.A. from Nowa Dęba, Research and Production Centre of Professional Electronics „Radwar” S.A. from Warszawa,*
- *Research and Development Centres from Tarnów and Stalowa Wola.; Military Institute of Armament Technology from Zielonka; Institute of Precision Mechanics; Institute of Telecommunications,*
- *Technical Universities: in Warsaw, Poznań and Kielce*
- *Military Centre of Standardization, Quality and Codification, Polish Committee for Standardization; Central Military Hospital*

Additionally, the Research Team serves as an advisory body on armament and military equipment exploitation to: *General Staff of Armed Forces, University of National Defence, Naval University, Armament Policy Department of MoD, Infrastructure Department of MoD, Polish National Police and Command of Land Forces (Mechanized and Armoured Forces, Missile and Artillery Forces).*

Between the years 2001 and 2005 the Research Team was awarded the Rector Prize five times, and was highly commended for taking part in the Science Fair twice.

**FACULTY OF MECHATRONICS
MILITARY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
WARSAW, POLAND**

**7th INTERNATIONAL
ARMAMENT CONFERENCE**

*Scientific
Aspects of Armament Technology*

SAAT 2008

INVITATION

October 2008