



**PRZEGLĄD LITERATURY PATENTOWEJ W ZAKRESIE WYDŁUŻONYCH
UKŁADÓW ZAPŁONOWYCH Z PALNYMI RURKAMI, STOSOWANYCH
W ZESPOLONEJ AMUNICJI ARTYLERYJSKIEJ**

***REVIEW OF PATENT LITERATURE ON ELONGATED IGNITION SYSTEMS
WITH COMBUSTIBLE TUBES FOR FIXED ARTILLERY AMMUNITION***

Maciej MISZCZAK, Tadeusz KUŚNIERZ

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, ul. Wyszyńskiego 7, 05-220 Zielonka
Military Institute of Armament Technology, 7 Wyszynski St., 05-220 Zielonka, Poland
Auhtor's e-mail address: miszczakm@witu.mil.pl

DOI 10.5604/01.3001.0012.1338

Streszczenie: W artykule dokonano przeglądu zagranicznej literatury patentowej w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych wydłużonych układów centralnego zapłonu z palnymi rurkami mieszczącymi masę zapłonową, wystającymi poza okucie łuski, stosowanych w zespolonych nabojach artyleryjskich, zwłaszcza czołgowych. Układy te umożliwiają zapłon ładunków miotających w całej objętości łuski. Zastosowanie palnych rurek podnosi poziom bezpieczeństwa podczas strzelań ww. amunicją, ponieważ po oddaniu strzału, z układu miotającego naboju pozostaje okucie łuski i niepalne elementy wydłużonego układu zapłonowego mieszczące się we wnętrzu okucia, które usuwane są z komory naboju armaty do specjalnego pojemnika znajdującego się w wozie bojowym. Brak wystających, gorących elementów układu zapłonowego istotnie zmniejsza zagrożenie poparzenia załogi wozu bojowego. Ponadto, okucia łusek pozbawione wystających elementów zajmują mniej miejsca w wozie bojowym niż analogiczne okucia z wystającymi po oddaniu strzału, zazwyczaj stalowymi elementami wydłużonego układu zapłonowego.

Słowa kluczowe: zespolone naboje artyleryjskie, ładunki miotające, częściowo palne łuski, wydłużone centralne układy zapłonowe, literatura patentowa

Abstract: The paper dwells on studies of foreign patent literature on design solutions for elongated systems of central ignition with combustible tubes containing the igniting stuff which stick out above the case base and are used in fixed artillery rounds especially for tanks. The systems secure the ignition of propulsion charges within overall capacity of the case. Deployment of combustible tubes increases the level of safety as after firing with such ammunition the cartridge propulsion system leaves some incombustible parts of an elongated ignition system embedded into a case base which are removed from the cartridge chamber into a special container inside the combat vehicle. The lack of any hot protruding parts of the ignition system significantly reduces the risk of scorch injuries for the combat vehicle crew. Moreover the case bases without protruding parts need less room in the combat vehicle than the identical case bases with the protruding, usually steel, components of the elongated ignition system left after the firing.

Keywords: fixed artillery rounds, gun propulsion charges, partly combustible cases, elongated, central ignition systems, patent literature

1. Wstęp

Aby zapewnić równomierne zapalenie ładunków miotających w całej ich objętości, tj. ograniczonej łuską i tylną częścią pocisku zespolonego naboju artyleryjskiego, stosowane są wydłużone układy centralnego zapłonu, których zasadniczym elementem jest spalająca się (lub nie) rurka (zaelaborowana masą zapłonową) przymocowana do dna okucia mieszczącego zapłonnik i wystająca ponad przednią krawędź okucia.

W celu podwyższenia poziomu bezpieczeństwa podczas strzelań, wystająca poza okucie rurka wydłużonego układu zapłonowego wykonana jest z materiału palnego. Po oddaniu strzału, z układu miotającego naboju pozostaje jedynie okucie i niespalone elementy układu zapłonowego mieszczące się we wnęce okucia, które usuwane są z komory naboju armaty do specjalnego pojemnika znajdującego się w wozie bojowym. Brak wystających poza okucie, gorących, niespalonych elementów układu zapłonowego istotnie zmniejsza zagrożenie poparzenia załogi wozu bojowego. Ponadto, okucia łusek pozbawione wystających elementów zajmują mniej miejsca w wozie bojowym niż analogiczne okucia z wystającymi po oddaniu strzału niespalonymi elementami układu zapłonowego.

2. Przegląd literatury patentowej

Biorąc pod uwagę ww. zalety wydłużonych układów zapłonowych z palnymi rurkami, stosowanych w artyleryjskiej amunicji zespolonej, przegląd literatury patentowej obejmował rozwiązania konstrukcyjne tego rodzaju układów zapłonowych. W wyniku przeglądu w ramach ww. zakresu przedmiotowego, wybrano następujące opisy/publikacje patentowe: US3899973 [1], US 4770099 [2], US 3182595 [3], US 5052302 [4] i US 2002/0124760 [5], zgłoszone z datami pierwszeństwa w latach 1962 – 2000.

W opisie patentowym US 3899973 [1] przedstawiono wydłużony układ zapłonowy (rys.1) w postaci grubościennej, sztywnej rurki palnej (bez otworów bocznych), otwartej od strony pocisku, zaś drugim końcem osadzonej w gnieździe niepalnej tulei, zazwyczaj

1. Introduction

In order to secure an uniform ignition of propulsion charges within their entire volume i.e. in space limited by case and the base part of a projectile of a fixed artillery cartridge there are used elongated systems of central ignition made mainly of a combustible (or not) tube (filled with igniting stuff) fixed to the case base, where an igniter is placed, and protruding above the front edge of that case base.

The tube of elongated ignition system protruding behind the case base is made from combustible material to increase the level of safety at firing. The propulsion system of the cartridge after firing leaves only the case base and unburned components of igniting system placed in the case base cavity which are removed from the gun cartridge chamber into a special container inside the combat vehicle. The lack of hot unburned components of the igniting system which protrude above the case base reduces significantly the risk of scorch injuries for the combat vehicle crew. Moreover the case bases without protruding parts need less room inside the combat vehicle than identical case bases with protruding components of the igniting system which are unburned after the firing.

2. Review of Patent Literature

Considering advantages of the above mentioned elongated ignition systems with combustible tubes used for artillery fixed ammunition the review of patent literature relates to designing solutions of such type of igniting systems. Following patent descriptions/publications were selected in frame of the review: US3899973 [1], US 4770099 [2], US 3182595 [3], US 5052302 [4], and US 2002/0124760 [5] submitted with the priority dates in years 1962 – 2000.

Patent description US 3899973 [1] presents an elongated igniting system (Fig.1) in the form of a thick wall rigid combustible tube (without side holes) opened from projectile end and having the second end seated into a socket of an

metalowej, stanowiącej przedłużenie korpusu elektrycznego zapłonika dennego wkręcane-go w dno (okucie) łuski. Przez kanał palnej rurki przechodzi wybuchowy lont o niskiej kruszności, zbudowany z ołowianej osłony (otoczki) mieszczącej pentryt zmieszany z węglanem krzemowym w stosunku wagowym (1:1). Przykładowo, palna rurka zastosowana do 105 mm naboju artyleryjskiego ma długość 400 mm, średnicę zewnętrzną 20 mm oraz średnicę wewnętrzną 2 mm. Grubość ścianki ołowianej osłony lontu wynosi 0,5 mm. A zatem, ładunek wybuchowy lontu ma średnicę wynoszącą 1mm. Palna rurka wykonana jest z nitrocelulozy o stopie azotowej z zakresu 12,6% - 14,1%, celulozy, żywicy (lepiszcza) oraz stabilizatora chemicznej trwałości – difenylaminy (DFA) albo mono-nitro-DFA, przy czym nitroceluloza, celuloza, żywica i stabilizator chemicznej trwałości stanowią odpowiednio 70% - 90%, 10% - 30%, 5-15% oraz 0,7% - 1,2% masy rurki. Palna rurka może zawierać także dodatki energetyczne w postaci sproszkowanych metali, o wielkości cząstek mieszczących się w przedziale 30 μm - 60μm, takich jak glin, beryl, cyrkon. Jako lepiszcze może być zastosowana żywica akrylowa, poliwinylowa, akrylonitrylowa oraz azotan poliwinylowy. W ramach jednego z zastrzeżeń patentowych palna rurka składa się z 81% części wagowych nitrocelulozy o stopie azotowej wynoszącej 13,35% wagowych, 9% części wagowych celulozy, 9% części wagowych lateksowej żywicy akrylonitrylowej oraz 1% części wagowych DFA.

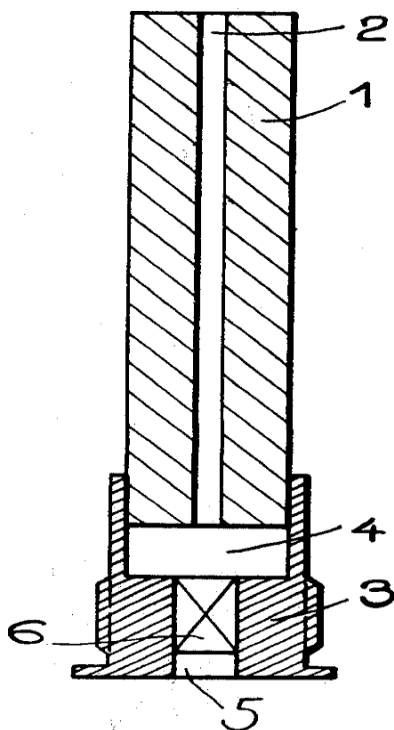
Podobny fragment konstrukcji mocowania wydłużonego, rurkowego układu zapłonowego do okucia przedstawiony jest w opisie patentowym US 4770099 [2], według którego palna rurka (bez otworów bocznych) osadzona jest w gnieździe niepalnej tulei mieszczącej w swej dennej części elektryczny zapłonik. Niepalna tuleja połączona jest gwintem z metalowym dnem okucia łuski, wykonanym na przykład z brązu. Palna rurka, korzystnie wykonana np. z prochu nitrocelulozowego, ma zwiększoną porowatość uzyskaną w wyniku zastosowania azotanu potasu w procesie technologicznym jej wytwarzania, który podczas końcowego etapu procesu technologicznego jest z niej usuwany.

incombustible, usually metallic, sleeve being an extension of a base electric igniter body screwed into the bottom of the case base. A low brisance detonation fuse made from a lead jacket (sheath) housing Penthrite mixed with silicon carbonate at the weight ratio 1:1, passes by a channel inside the combustible tube. For instance a combustible tube of 105 mm artillery cartridge has length of 400 mm, external diameter of 20 mm and internal diameter of 2 mm. The lead coating wall is of 0.5 mm thickness. Then diameter of exploding charge of the fuse is 1.0 mm. The combustible tube is made of nitrocellulose with a nitrogen content of 12.6% - 14.1% by weight, cellulose, resin (binder) and diphenylamine (DPA) or mono-nitro-DPA used as stabilisers increasing chemical stability of the tube, where the nitrocellulose, cellulose, resin and stabilisers contribute respectively 70% -90%, 10% - 30%, 5% -15% and 0.7% -1.2% of the tube weight. The combustible tube may also contain some energetic additives in the form of powdered metals such as beryllium, aluminium, zirconium with particles size 30 μm - 60 μm. The acrylic, polyvinyl, acrylic-nitrile resins and polyvinyl nitrate may be used as binders. Due to one of the patent claim, a combustible tube is composed of 81% by weight of nitrocellulose with a nitrogen content of 13.35% by weight, 9% by weight of cellulose, 9% by weight of latex acrylic-nitrile resin and 1% by weight of DPA.

A similar fragment of a structure fixing an elongated tube ignition system to the case base is presented in patent description US 4770099 [2] where the combustible tube (without side perforation) is embedded into a socket of the incombustible sleeve containing in its base part an electric igniter. The incombustible sleeve is screwed into the metal bottom of the case base which may be made, for example, from the bronze. The combustible tube, preferably made from the nitrocellulose powder, has increased porosity received by the use of potassium nitrate, removed at the final stage of technological production process. The

W miejscu pozostałym po usunięciu azotanu potasu, w materiale rurki pozostają pory, które zwiększają jej powierzchnię spalania i ułatwiają penetrację strefy spalania w głąb materiału rurki. Wzrost powierzchni spalania oraz zwiększona penetracja materiału przez strefę spalania przyczyniają się do zwiększenia szybkości spalania materiału rurki. Korzystnie, do elaboracji palnej rurki stosowane są wąskie pręty wykonane z materiału zapłonowego typu „benite”. Materiał zapłonowy wypełniający rurkę zamknięty jest od strony pocisku pokrywką palną wykonaną z tego samego materiału co rurka. Zamknięcie może zwężać się w kierunku pocisku, np. mieć kształt stożka, ułatwiając podczas montażu naboju umieszczanie i osadzanie wydłużonego układu zapłonowego we wnęce łuski zaelaborowanej ładunkiem miotającym. Do połączenia palnej rurki z metalowym okuciem można zastosować klej na bazie żywicy poliestrowych lub poliuretanów albo lakier nitrocelulozowy, zawierający aceton spełniający rolę rozpuszczalnika.

space left after removing the potassium nitrate creates the pores increasing the burning surface of the material and facilitating the penetration of burning zone deep into the material of the tube. The increased burning surface and penetration of the material by the burning zone boost the rate of burning for the tube material. It is preferable to use narrow strands made from igniting material of “benite” type to elaborate the combustible tube. The ignition material filling the tube is covered from the side of projectile by a combustible cap made from the same material as the tube. The covering cap may narrow in direction to the projectile and take e.g. a shape of cone to facilitate the placing of the elongated ignition system into the cave of the case filled with the propulsion charge at the assembling of cartridges. The combustible tube may be joined with the metallic case base by using the glue made on the basis of polyester or polyurethane resins or a nitrocellulose lacquer with acetone as a solvent.



Rys.1. Przekrój osiowy wydłużonego układu zapłonowego ładunku miotającego naboju artyleryjskiego (według opisu patentowego US 3899973 [1]). Grubościenne, palna rurka 1 z wąskim kanałem 2 mieści lont wybuchowy o niskiej kruszności i zamontowana jest w gnieździe metalowego korpusu 3 dennego układu zapłonowego składającego się z ładunku 4 inicjującego lont, elektrycznego zapłonika 5 oraz elementu uszczelniającego 6, oddzielającego ładunek inicjujący 4 od elektrycznego zapłonika 5.

Fig.1. Axial section of elongated ignition system of gun propulsion charge of artillery round (according to the US Patent 3899973 [1]). Thick-walled combustible tube 1 with narrow axial channel 2 accommodates low-brisance detonation fuse. The combustible tube 1 is mounted into the socket of the metal body 3 of the bottom ignition system consisted of priming charge 4 initiating low-energy detonation fuse, electric igniter 5 and sealing member 6 separating charge 4 from the electric igniter 5.

Właściwości materiału zapłonowego typu „benite” opisane są dosyć szczegółowo w opisie patentowym US 3182595 [3], z którego wynika, że materiał ten formowany np. techniką wytłaczania, stanowi kompozycję zawier-

Properties of „benite” igniting material are detailed enough in patent description US 3182595 [3] showing that this material obtained by means of e.g. an extrusion technology, is composition containing the

rającą składniki prochu czarnego – siarkę, węgiel drzewny i azotan potasu – osadzone w osnowie (matrycy) nitrocelulozowej. Ilościowy skład masy zapłonowej typu „benite” jest następujący: 39% - 41% części wagowych nitrocelulozy, 43,3% - 45,3% części wagowych azotanu potasu o wielkości cząstek z zakresu 10 μm - 30 μm , 6,0% - 6,6 % części wagowych siarki, 9,1% - 9,7% części wagowych węgla drzewnego, 0,4% - 0,6% części wagowych stabilizatora chemicznej trwałości np. etylocentralitu albo mono-nitro-DPA. Zawartość części lotnych materiału zapłonowego typu „benite” nie powinna przekraczać 2,25% jego masy, zaś zawartość wilgoci nie powinna stanowić więcej niż 1,0% jego masy. Konieczność zastosowania masy zapłonowej „benite” wyniknęła z pojawienia się szeregu poważnych problemów przy opracowywaniu układów zapłonowych do amunicji czołgowej z pociskiem podkalibrowym. Problemy te polegały na niewystarczającej efektywności zapłonu przez proch czarny, zwłaszcza w warunkach obniżonej temperatury początkowej, zasadniczego, trójbazowego (tj. na bazie nitrocelulozy, nitrogliceryny i nitroguanidyny) ładunku miotającego tego rodzaju amunicji. Przykładowo, podczas strzelań 90 mm podkalibrowymi pociskami czołgowymi w temperaturze otoczenia wynoszącej ok. -54°C , przy zastosowaniu wydłużonego układu zapłonowego zaelaborowanego 350 g materiału „benite” albo 350 g prochu czarnego, wszystkie pociski (5 strzałów) w przypadku zastosowania materiału „benite” uzyskały średnią prędkość wylotową ok. 1270 ± 18 m/s, zaś w przypadku zastosowania prochu czarnego przy oddaniu 3 strzałów w 2 przypadkach nie nastąpiło zapalenie ładunku miotającego. Na wyniki ww. strzelań może mieć istotny wpływ wyższa kaloryczność materiału zapłonowego „benite” (910 kal/g) niż prochu czarnego (700 kal/g) oraz mniejsza higroskopijność masy zapłonowej „benite” w porównaniu z prochem czarnym. O parametrach tych decyduje obecność nitrocelulozy, która stanowi składnik o najwyższej kaloryczności i jednocześnie osłania cząstki węgla drzewnego przed przedostawaniem się doń wilgoci.

Kolejne dwa dokumenty patentowe: opis

ingredients of black powder – sulphur, charcoal and potassium nitrate – embedded into a nitrocellulose bed (matrix). The composition of the igniting mixture „benite” is following: 39% - 41% by weight of nitrocellulose, 43.3% - 45.3% by weight of potassium nitrate at size of particles 10 μm - 30 μm , 6.0% - 6.6% by weight of sulphur, 9.1% - 9.7% by weight of charcoal, 0.4% - 0.6% by weight of chemical stabiliser e.g. ethyl-di-phenyl-carbamide or mono-nitro-DPA. The content of volatile ingredients in „benite” composition has to be lower than 2.25% of its mass and the moisture has to be below 1.0%. The necessity for using „benite” igniting mixture arose when serious problems were spotted at development of tank kinetic ammunition. The problems were connected with an inefficient ignition of the black powder occurring especially in conditions of lowered initial temperature of a triple-base propellant charge (i.e. on the base of nitrocellulose, nitroglycerine and nitroguanidine) deployed in such ammunition. For instance at firings at ambient temperature of ca. -54°C with 90 mm kinetic rounds using elongated ignition system elaborated with 350g of the „benite” material or with 350g of black powder, all rounds (5 shots) with “benite” mixture acquired the average muzzle velocity ca. 1270 ± 18 m/s, whereas for the black powder in 2 cases the propulsion charge was not ignited for 3 trials of shooting. The results of the above mentioned firings may be caused by the higher calorific value of „benite” igniting material (910 cal/g) than for the black powder (700 cal/g) and a lower hygroscopicity than for the black powder. These performances are decided by nitrocellulose which has the highest calorific value and prevents the particles of charcoal against penetration of moisture.

Two next patent documents: patent description US 5052302 [4] and patent publication US 2002/0124760 [5] present the elongated ignition systems with protruding combustible tube and uniformly distributed perforations on its side wall

patentowy US 5052302 [4] i publikacja patentowa US 2002/0124760 [5] przedstawiają wydłużone układy zapłonowe z wystającą rurką palną z otworami równomiernie rozlokowanymi na jej powierzchni bocznej, zakrytymi warstwą materiału ulegającego podczas strzału destrukcji, usytuowaną między ładunkiem zapłonowym a korpusem palnej rurki.

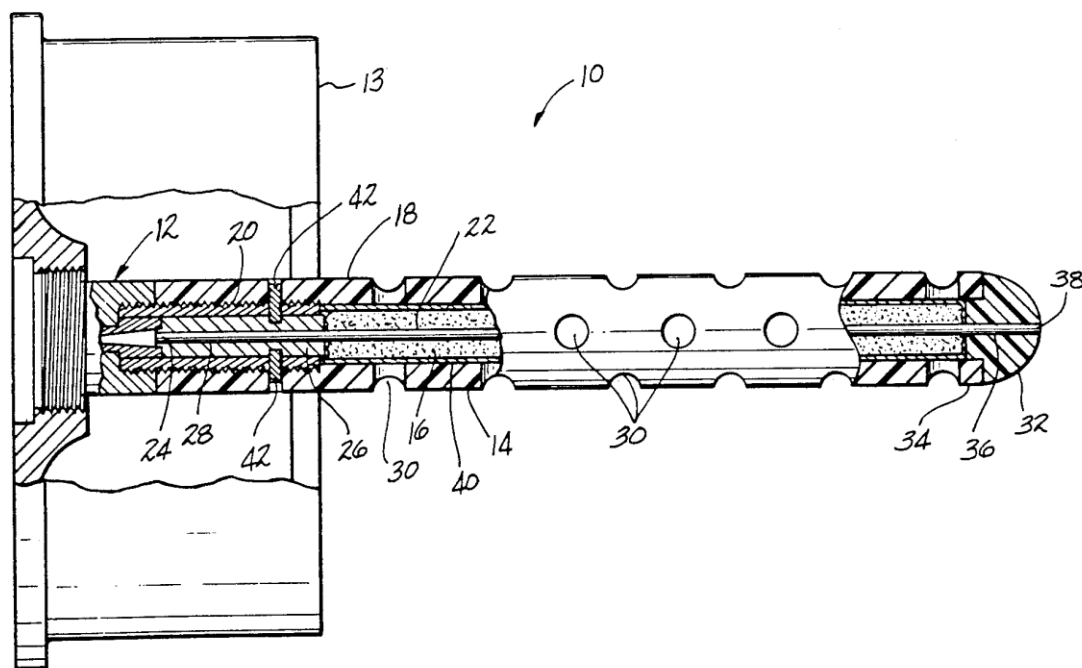
Według opisu patentowego US 5052302 [4] wydłużony układ zapłonowy (rys. 2) posiada rurkę palną, korzystnie o średnicy zewnętrznej 25,4 mm, grubości ścianki ok. 5,1 mm, z kołowymi otworami bocznymi, korzystnie o średnicy 5 mm. Od strony pocisku rurka zamknięta jest pokrywką w kształcie kopuły z przelotowym otworem osiowym. Palna rurka może być wykonana z materiału na bazie nitrocelulozy, korzystnie w postaci arkuszy, wzmocnionych palną siatką, włóknami lub paskami. Otwory boczne palnej rurki mogą być również wydłużone (w postaci szczelin). Pokrywka może mieć otwory boczne. Drugim końcem palna rurka połączona jest swym gwintem wewnętrznym z gwintem zewnętrznym metalowej złączki wystającej z korpusu zapłonika dennego. Ponadto, metalowa złączka posiada koncentryczną, metalową wkładkę rurową, z którą jest połączona gwintowo. Połączenie rurki palnej z metalową złączką i jej wkładką wzmocnione jest poprzez co najmniej dwa wkręty dociskowe położone naprzeciw siebie, wkręcone w boczne otwory palnej rurki, metalowej złączki oraz jej wkładki. Przez kanał osiowy metalowej wkładki złączki, rurki palnej i jej pokrywki przechodzi ładunek zapłonowy w postaci pręta składającego się na przykład z rdzenia nitrocelulozy w płaszczu polietylenowym. Z kolei płaszcz polietylenowy palnego pręta otoczony jest ładunkiem z prochu czarnego albo mieszaniny zapalającej składającej się z boru i azotanu potasu, umieszczonego w woreczku tkaninowym. Ładunek zapłonowy rurki palnej, w warunkach strzału spala się z prędkością od 1300 do 1500 m/s.

Publikacja patentowa US 2002/0124760 [5] przedstawia dwie wersje konstrukcyjne wydłużonych układów zapłonowych, w których wystający poza okucie koniec palnej rurki jest zamknięty (rys. 3) albo otwarty (rys. 5).

which are covered by a layer of a material that is destructed at the firing and is placed between the igniting charge and body of combustible tube.

According to the patent description US 5052302 [4] the elongated ignition system (Fig.2) has a combustible tube with external diameter preferably of 25.4 mm and thickness of the wall ca. 5.1 mm and round side holes preferably of 5.0 mm diameter. From the projectile end the tube is terminated by a cap in form of a hemisphere with a through axial channel. The combustible tube may be made from a composition based on nitrocellulose preferably in the form of sheets strengthened by a combustible net or by fibres or stripes. The side openings may be also elongated (in the form of slots). The cap can have the side openings. The second end of the combustible tube is connected by a female thread with the male thread of a metallic adapter protruding from the body of base (bottom) igniter. Moreover the metallic adapter is screwed with a metal axial cylindrical insert. The connection of the combustible tube with the metallic adapter and its insert is strengthened by at least two setting screws placed opposite each other which go through the side holes of the combustible tube, metallic adapter and its insert. The igniting charge in the form of a strand consisting e.g. of a nitrocellulose core in polyethylene coat passes through the axial channel of the metallic adapter insert, combustible tube and its cap. The polyethylene coat of the combustible strand is surrounded by the black powder charge or by the igniting mixture consisting of boron and potassium nitrate contained inside a fabric bag. The igniting charge of the combustible tube burns at firing conditions with the rate from 1300 to 1500 m/s.

Patent publication US 2002/0124760 [5] presents two designing versions of elongated ignition systems in which the end of the combustible tube protruding above the case base is open (Fig. 3) or closed (Fig. 5).

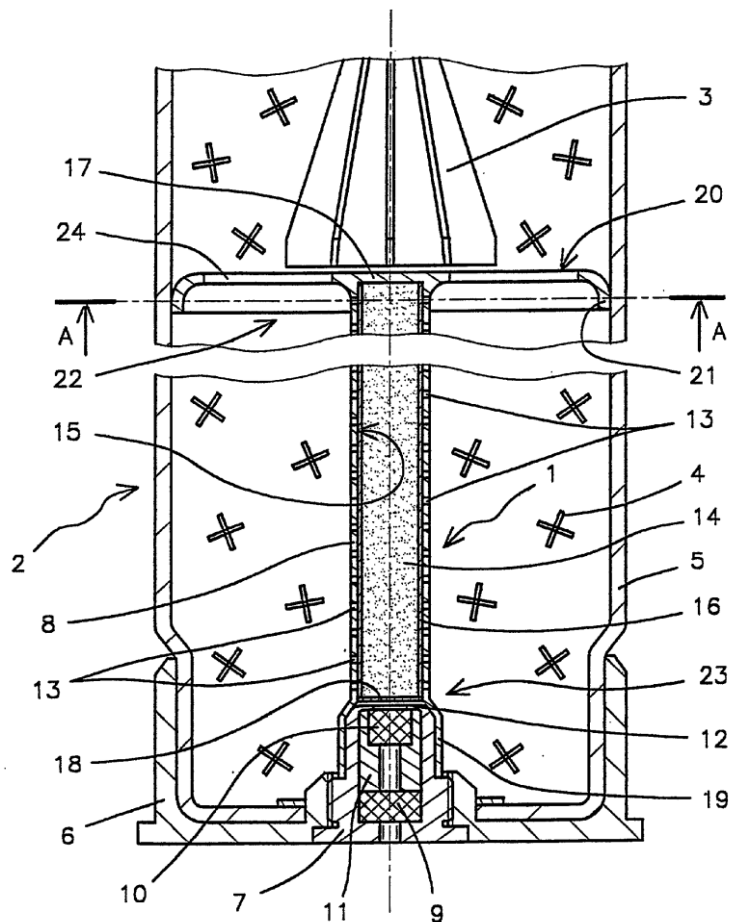


Rys. 2. Częściowy przekrój osiowy wydłużonego układu zapłonowego (10) ładunku miotającego naboju artyleryjskiego (według opisu patentowego US 5052302 [4]). Pozostałe oznaczenia przyjęte na rysunku: 12 – metalowy korpus zapłonika dennego, 13 – metalowe okucie, 14 – korpus palnej rurki, 16 – wydłużony ładunek zapłonowy, 18 – tylny koniec korpusu 14 palnej rurki, 20 – złączka, 22 – pręt zapłonowy, 24 – tylny koniec pręta zapłonowego 22, 26 – metalowa wkładka złączki 20, 28 – osiowy otwór metalowej wkładki 26 złączki 20, 30 – przelotowe otwory korpusu 14 palnej rurki, 32 – kopulaste zamknięcie korpusu 14 palnej rurki, 34 – przedni koniec korpusu 14 palnej rurki, 36 – osiowy otwór przelotowy kopulastego zamknięcia 32, 38 – przedni koniec pręta zapłonowego 22, 40 – woreczek tkaninowy, 42 – wkręt dociskowy.

Fig. 2. Partial axial section of elongated ignition system of gun propulsion charge of artillery round (according to US Patent 5052302 [4]). The rest of reference numerals are as follows: 12 – bottom primer metal assembly, 13 – metal cartridge case base, 14 – housing of combustible tube, 16 – elongated ignition charge, 18 – rear end of housing 14, 20 – adaptor, 22 – ignition strand, 24 – rearward end of ignition strand 22, 26 – metal insert of the adaptor 20, 28 – axial bore of the metal insert 26, 30 – perforations of the combustible housing 14, 32 – dome shaped plug of the combustible housing 14, 34 – forward end of the housing 14, 36 – axial bore of the dome closure 32, 38 – forward end of the ignition strand 22, 40 – fabric bag, 42 – set screw.

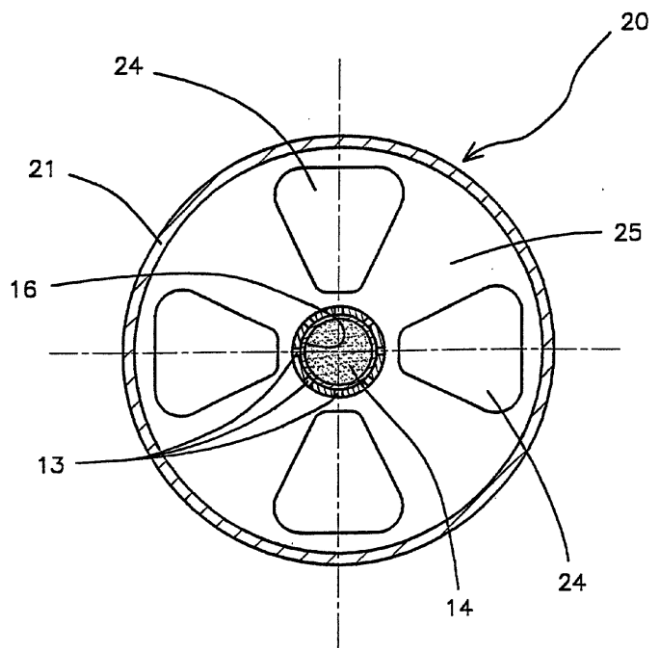
Według pierwszej wersji wynalazku, zamknięcie palnej rurki od strony pocisku, zaelaborowanej drobnziarnistym ładunkiem zapłonowym, zazwyczaj pirotechnicznym (np. prochem czarnym) w postaci proszku, płatków, tabletek, od strony pocisku jest płaskie, ma kształt płytkiej misy przylegającej swą boczną ścianką do wewnętrznej powierzchni palnego korpusu łuski, w wyniku czego łuska w miejscu połączenia z misą uzyskuje zwiększoną sztywność. Misa ma otwory promieniowe, wykonane w dnie, równomiernie rozlokowane (rys. 4). Są na tyle duże, że umożliwiają elaborację łuski drobnziarnistym prochem bezdymnym.

According to the first version of the invention a closure at the projectile's end of the combustible tube, elaborated with a fine grain ignition charge consisting usually of pyrotechnical charge (e.g. black powder) in a form of powder, flakes or tablets, is flat and has a shape of a flattened cup contacting by its side wall to the internal surface of the combustible tube body to secure greater rigidity of the case at the connection with the cup. The flattened cup has radial openings made in its bottom and uniformly placed (Fig. 4). They are large enough to fill the case by a fine grained smokeless powder.



Rys. 3. Przekrój osiowy fragmentu naboju (2) (według publikacji patentowej US 2002/0124760 [5]) z pociskiem podkalibrowym (3), zawierający wydłużony układ zapłonowy (1) otoczony ładunkiem prochu bezdymnego (4), zamknięty od strony pocisku (3) płaską pokrywą (17) w kształcie miski (20) z otworami promieniowymi (24), opierającej się boczną ścianką (21) o palny korpus (5) łuski zakończonej okuciem metalowym (6). Pozostałe oznaczenia przyjęte na rysunku: 7 - denny zespół zapłonowy, 8 – palna rurka, 9 – spłonka zapalająca, 10 – ogniowy przekaźnik pirotechniczny, 11 – element dystansowy, 12 – obwodowe mocowanie, 13 – boczne otwory palnej rurki 8, 14 – ładunek zapłonowy palnej rurki 8, 15 – kanał rurki palnej 8, 16 – osłona (wkładka) ładunku zapłonowego 14, wykonana np. z cyny, 18 – folia osłaniająca dno ładunku zapłonowego 14, korzystnie wykonana z materiału palnego, 19 – rękaw korpusu dennego zespołu zapłonowego 7, 22 – obwodowa krawędź miski (20), 23 – tylna część palnej rurki 8.

Fig. 3. Axial section of the fragment of the round (2) (according to Patent Publication US 2002/0124760 [5]) with finned subcaliber projectile (3). The round includes elongated ignition system (1) embedded into gun propulsion charge made of smokeless powder (4). The forward end of the elongated system (1) is closed by planar closure (17) of the shape of flattened cup (20) with radial openings (24). The cup (20) contacts through its perimeter wall (21) with the combustible body (5) of the case ended with the obstructive, metal base (6). The rest of the reference numerals are as follows: 7- bottom ignition assembly, 8 – combustible tube, 9 – squib, 10 – flame intensifying pyrotechnic relay, 11- spacer, 12 – annular crimping, 13 – lateral perforations of the combustible tube 8, 14 – ignition composition charge of the combustible tube 8, 15 – the channel of the combustible tube 8, 16 – sheath (liner) of the ignition composition charge 14 made for instance of tin, 18 – foil, preferably combustible for protection of the bottom of the ignition composition charge 14, 19 – sleeve of the bottom ignition assembly 7, 22 - annular edge of the flattened cup (20), 23 – rear part of the combustible tube 8.



Rys. 4. Przekrój w płaszczyźnie A-A (z rys. 3) wydłużonego układu zapłonowego) (według publikacji patentowej US 2002/0124760 [5]) w widoku z dołu, w płaszczyźnie A-A pokazanej na rys. 3. Oznaczenia przyjęte na rysunku: 13 – boczne otwory palnej rurki, 14 – ładunek zapłonowy palnej rurki, 16 - osłona (wkładka) ładunku zapłonowego 14, 20 – płaska misa pokrywy palnej rurki, 21 – boczna ścianka obwodowa misy 20, 24 – promieniowe otwory dna (25) misy 20.

Fig. 4. A section view from the bottom of the elongated ignition system (due to Patent Publication US 2002/0124760 [5]), according to the section plane A-A shown in Fig. 3. The reference numerals are as follows: 13 – lateral perforations of the combustible tube, 14 – ignition composition charge of the combustible tube, 16 – sheath (liner) of the ignition composition charge (14), 20- the flattened cup of the closure of the combustible tube, 21-perimeter wall of cup (20), 24 – radial openings of the bottom (25) of the cup 20.

Według drugiej wersji wynalazku (rys.5), palna rurka jest otwarta na końcu od strony pocisku. Przez jej osiowy kanał oraz otwarty koniec przechodzi wiązka giętkich lontów wybuchowych o niskiej kruszności, przechodzących dalej między skrzydełkami stabilizatora brzechwowego pocisku podkalibrowego. Płytko misa tworząca kołnierz otaczający przedni, otwarty koniec palnej rurki, ma otwory promieniowe, analogicznie jak w pierwszej wersji wydłużonego układu zapłonowego.

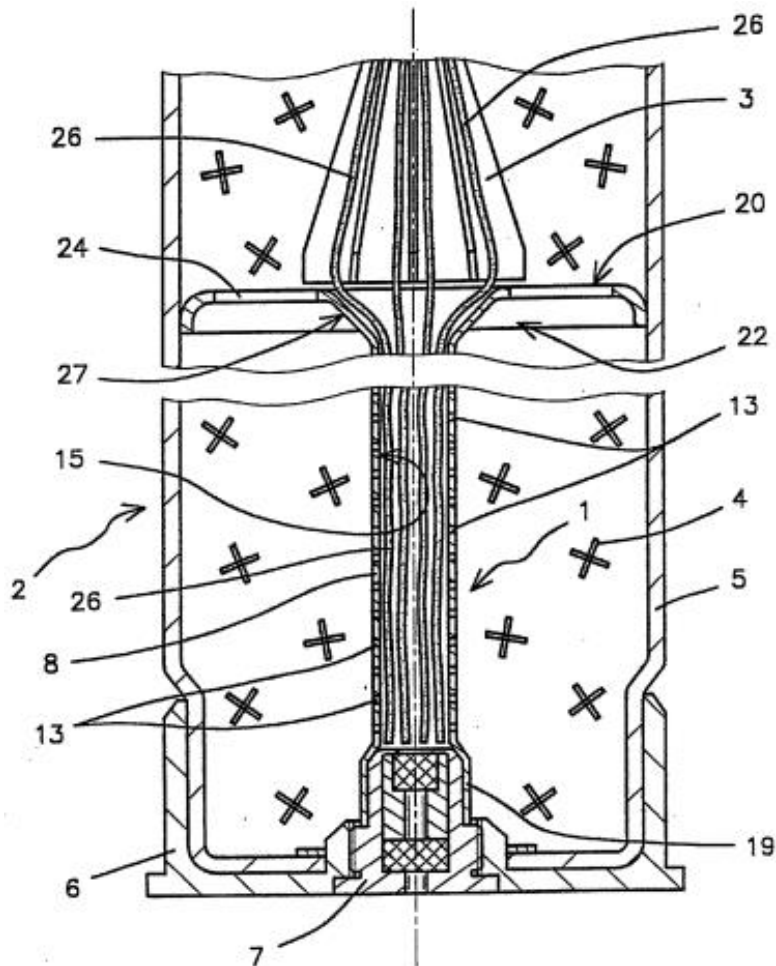
Jeśli chodzi o przykłady dotyczące budowy i kompozycji giętkich lontów wybuchowych o niskiej kruszności, przekazujących zapłon z dużą szybkością, rzędu 1000-2000 m/s, publikacja patentowa US 2002/0124760 [5] odsyła do patentu US 4917017 [6], w którym zastrzegane tego rodzaju lonty, zbudowane są z termoplastycznych rurek

According to the second version of the invention (Fig. 5) the projectile's end of the combustible tube is open. Through its axial channel and the open end passes a bundle of elastic detonating fuses of low brisance which go further between the fins of kinetic projectile fin stabilisers. The flat cup creates a collar around an open forward-end of the combustible tube and has the radial openings identical as in the first version of the elongated ignition system.

Considering the examples of designs and compositions of low brisance elastic detonating fuses transferring the ignition with high speeds of 1000-2000 m/s the patent publication US 2002/0124760 [5] refers to patent US 4917017 [6] claiming the priming cords built from thermoplastic tubes (envelops) housing a bundle

(otoczek) mieszczących pęk giętkich prętów (żył) zapłonowych, tworzących wydłużony, wielożyłowy ładunek wybuchowy zawierający utleniacze, substancje palne i lepiszcze (nitrocelulozę).

of elastic ignition cords (strands) to create the elongated multi-strand explosive charge containing the oxidisers, combustible substances and binder (nitrocellulose).



Rys. 5. Przekrój osiowy fragmentu naboju (2) (według publikacji patentowej US 2002/0124760 [5]) z pociskiem podkalibrowym (3), zawierający wydłużony układ zapłonowy (1) otoczony ładunkiem prochu bezdymnego (4), otwarty od strony pocisku (3). Otwarty koniec układu zapłonowego (1) stanowi centralny otwór 27 w misie (20) posiadającej również otwory promieniowe (24). Misa (20) opiera się boczną ścianką o palny korpus (5) łuski zakończonej okuciem metalowym (6). Pozostałe oznaczenia przyjęte na rysunku: 7 – denny zespół zapłonowy, 8 – palna rurka, 13 – boczne otwory palnej rurki 8, 15 – kanał rurki 8, 19 – rękaw korpusu dennego zespołu zapłonowego 7, 22 – obwodowa krawędź misy (20), 26 – lont zapłonowy.

Fig. 5. Axial section of the fragment of the round (2) (according to Patent Publication US 2002/0124760 [5]) with finned subcaliber projectile (3). The round includes elongated ignition system (1) embedded into gun propulsion charge made of smokeless powder (4). The forward end of the elongated system (1) is opened and creates central opening (27) in the flattened cup (20) with radial openings (24). The cup (20) contacts through its perimeter wall with the combustible body (5) of the case ended with the obstructive, metal base (6). The rest of the reference numerals are as follows: 7- bottom ignition assembly, 8 – combustible tube, 13 – lateral perforations of the combustible tube 8, 15 – the channel of the combustible tube 8, 19 – sleeve of the bottom ignition assembly 7, 22-annular edge of the flattened cup (20), 26 – priming cord.

Stosunek wewnętrznej średnicy rurki osłonowej (otoczki) do grubości jej ścianki powinien wynosić co najmniej 4. Korzystnie, grubość ścianki rurki nie powinna przekraczać 0,03 cala (ok. 0,76 mm). Liczba zapłonowych prętów przypadających na cal kwadratowy pola przekroju poprzecznego przewodu rurki powinna wynosić co najmniej 1500, co w przeliczeniu na 1 mm² daje ok. 2,3 pręta (żyły). W przewodzie rurki powinno mieścić się 30-50 prętów zapłonowych, korzystnie 40. Polimerami termoplastycznymi przydatnymi do wytwarzania rurek (otoczek) są: polietylen o niskiej gęstości, polipropylen, polibutylen, nylon i polichlorek winylu. Pręty zapłonowe stanowią włókna nitrocelulozy, pokryte warstwą utworzoną przez mieszaninę utleniacza i substancji palnej. Korzystnie, nitroceluloza stanowi 30-80% masy pręta, zaś utleniacz i substancja palna 70-20% masy pręta. Utleniaczami mogą być: nadchloran amonu, mieszanina nadchloranu amonu, azotanu amonu i azotanu sodu, tlenki ołowiu, manganu, żelaza, miedzi, zaś substancją palną – glin.

W publikacji patentowej [5] zwrócono uwagę na wymóg zgodności/kompatybilności chemicznej wszystkich elementów układu miotającego naboju.

3. Podsumowanie i wnioski

Przegląd literatury patentowej w przedmiotowym zakresie wykazał, że:

- Wystające poza okucie końce wydłużonych układów zapłonowych są zamknięte pokrywami płaskimi albo zwężającymi się w kierunku pocisku. Zastosowanie tych drugich podczas prac scalania naboju, ułatwia wkładanie, osadzanie i osiowanie wydłużonych układów zapłonowych w łusce wcześniej zaelaborowanej ładunkiem miotającym. Gdy wystający koniec układu zapłonowego jest zamknięty, jego przewód wypełniony jest ładunkiem materiału zapłonowego drobnociarnistego, zazwyczaj pirotechnicznego np. w postaci proszku, płatków, tabletek. Gdy wystający koniec układu zapłonowego nie jest zamknięty, jego przewód wypełniony jest lontem albo

The ratio of the internal diameter of liner tube (envelope) to thickness of its wall has to be above 4. Preferably the thickness of tube wall has to be below 0.03 inch (ca. 0.76 mm). The number of igniting strands falling into a square inch of the tube cross section has to be at least 1500 what corresponds to ca. 2.3 strands per 1 mm². The channel of the tube has to contain 30-50 ignition strands, preferably 40. Following thermoplastic polymers can be used to fabricate the envelope tubes (liners): low density polyethylene, polypropylene, poly-butylene, nylon and vinyl polychloride. Ignition strands consist of nitrocellulose fibres covered by a layer created by a composition of oxidiser and combustible substance. Preferably, nitrocellulose gives 30-80%, and oxidiser with the combustible substance 70-20% of the strand weight, respectively. Oxidisers can be: ammonium perchlorate, composition of ammonium perchlorate with ammonium nitrate and sodium nitrate, and also oxides of: lead, manganese, copper, iron, and the combustible substance (fuel) can be aluminium.

Patent publication [5] stresses the requirement for chemical compatibility of all components of the cartridge propulsion system.

3. Summary and Conclusions

The review of the patent literature on the subject matter has indicated that:

- The ends of elongated ignition systems protruding above the case base are terminated by the caps which are flat or narrowing towards the projectile. The use of the second ones facilitates the inserting, fixing and axial positioning of the elongated ignition systems within the case that was earlier filled with a propulsion charge at the process of cartridge assembling. When the sticking out end of the ignition system is closed then its channel is filled with a fine grained charge of igniting stuff usually being a pyrotechnical composition in the form of powder, flakes or tablets. When the protruding end of the ignition system is not closed then its channel accom-

lontami wybuchowymi, o stosunkowo niskiej kruszności, przenoszącymi zapłon z szybkością, zazwyczaj mieszczącą się w przedziale od ok. 1000 m/s do 2000 m/s.

- Palne rurki wydłużonych układów zapłonowych mogą posiadać boczne otwory przelotowe ułatwiające zapłon ładunku miotającego w kierunku promieniowym, albo są ich pozbawione. W przypadku zastosowania bocznych otworów przelotowych, są one zamknięte wkładką usytuowaną między ładunkiem zapłonowym a palną rurką, ulegającą zniszczeniu w wyniku działania ciśnienia i temperatury produktów spalania wydłużonego ładunku zapłonowego. Wkładka ta chroni ładunek zapłonowy przede wszystkim przed działaniem wilgoci.
- Wszystkie elementy ładunku miotającego naboju, zwłaszcza palne powinny charakteryzować się odpowiednią trwałością i kompatybilnością chemiczną.
- Korpusy wydłużonych układów zapłonowych powinny być sztywne, wytrzymałe na obciążenia mechaniczne, zwłaszcza poprzeczne, w tym drgania.
- Odpowiednia trwałość fizykochemiczna, kompatybilność chemiczna oraz wytrzymałość mechaniczna układu miotającego naboju podwyższają poziom bezpieczeństwa podczas eksploatacji naboju, zwłaszcza podczas przechowywania, transportu, prac manipulacyjnych oraz podwyższają poziom niezawodności działania naboju podczas strzału.
- Połączenie wydłużonych układów zapłonowych z dnem okucia łuski powinno być mocne i sztywne. Zastosowanie kołnierza na wysokości wystającego końca palnej rurki wydłużonego układu zapłonowego, otaczającego rurkę i opierającego się o palny korpus łuski dodatkowo usztywnia i wzmacnia połączenie wydłużonego układu zapłonowego z łuską.

Badania światowej literatury patentowej w ww. przedmiotowym zakresie mogą być szczególnie przydatne podczas realizacji prac

modates a detonating cord or cords having relatively low brisance and which can transfer the ignition at velocities ranging usually from ca. 1000 m/s to 2000 m/s.

- The combustible tubes of elongated ignition systems may have, or not, lateral perforations facilitating the ignition of the propulsion charge in radial directions. In the case when the lateral perforations are used they are closed by a liner put between the ignition charge and the combustible tube, that is destroyed in effect of pressure and temperature provided by the products of burning of the elongated ignition charge. This liner protects the igniting charge mostly against the moisture.
- All components of cartridge propulsion charge have to be characterised by a relevant chemical stability and compatibility.
- The bodies of elongated ignition systems have to be rigid and resistant against mechanical burdens especially the lateral ones, including vibrations.
- The relevant physicochemical stability, chemical compatibility and mechanical strength of the cartridge propulsion system can increase the level of safety at using the rounds, especially during their storage, transportation and handling, and also increase the level of operation reliability of the rounds at firing.
- The elongated ignition systems have to be fixed tightly and rigidly to the bottom of the case base. Utilization of a collar surrounding the protruding end of the tube of the elongated ignition system, contacting to the combustible body of the case and resting on this body additionally stiffens the joint of the elongated ignition system with the case.

Studies of world patent literature on the above subject matter may be especially useful at designing, developing and testing

dotyczących projektowania, konstruowania i badania zespolonej amunicji artyleryjskiej, zwłaszcza czołgowej, szczególnie - układów zapalających ładunki miotające w tego rodzaju amunicji.

the fixed artillery ammunition, including especially tank ammunition, particularly in aspects concerning the systems used for ignition of propulsion charges of such ammunition.

Literatura / Literature

- [1] Brocart Alain, Opis patentowy US 3899973, *Ignition Device for Explosive Charges*, 1975 (zgłoszony w USA z datą pierwszeństwa z 1969r.);
- [2] Brede Uwe, Horr Alfred, Opis patentowy US 4770099, *Propellant Charge Igniter*, 1988 (zgłoszony w USA z datą pierwszeństwa z 1979r.);
- [3] Hassmann Harry F., Opis patentowy US 3182595, *Igniter Assembly Containing Strands of Benite*, 1965 (zgłoszony w USA z datą pierwszeństwa z 1962r.);
- [4] Taddeo Ralph M., Deas Rober W., Chang Lang-Mann, Grosh John, Opis patentowy US 5052302, *Unpressurized Combustible Primer for Cannon Cartridges*, 1991 (zgłoszony w USA z datą pierwszeństwa z 1990r.);
- [5] Brion Bernard, Publikacja patentowa US 2002/0124760, *Primer Tube for Artillery Ammunition*, 2006 (zgłoszona w USA z datą pierwszeństwa z 2000r.);
- [6] Beltz Donald R., Opis patentowy US 4917017, *Multi-strand Ignition Systems*, 1990 (zgłoszony w USA z datą pierwszeństwa w 1988r.).

