

Powłoka powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego oraz sposób powlekania powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego powłoką

Przedmiotem wynalazku jest powłoka powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego oraz sposób powlekania powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego powłoką z nanorurek węglowych. Powłoka ma na celu zmniejszenia występujących oporów związanych z tarciem statycznym i dynamicznym.

W stanie techniki znane są rozwiązania zmierzające do zmniejszenia tarcia będącego efektem wystrzeliwania pocisku artyleryjskiego polegające na zastosowaniu dodatkowych elementów, które charakteryzują się dobrymi właściwościami ciernymi. Elementy te nazywa się pierścieniami wiodącymi.

Pojawiają się wciąż nowe rodzaje amunicji, wymagające stosowania nowych materiałów i technologii. Ocenia się, że nowe rozwiązania zapewnią znaczny wzrost skuteczności w stosunku do obecnie użytkowanych rodzajów amunicji. Do wytwarzania pierścieni wiodących wykorzystywanych w amunicji stosuje się zróżnicowane materiały. Głównymi zadaniami pierścieni wiodących jest prawidłowe ustalenie położenia pocisku w komorze, nadanie pociskowi ruchu obrotowego w czasie drogi w przewodzie lufy oraz uszczelnianie przed przedostaniem się gorących gazów prochowych do przodu. Pierścienie mają również wpływ na zmniejszenie tarcia amunicji w lufie podczas strzelania. Dodatkowo odpowiadają za skupienie pocisku, donośność strzelania oraz prawidłowe wyprowadzenie pocisku z przewodu lufy. [Wąsiński H., Technologia amunicji artyleryjskiej, Pociski, cz. I, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1959.] W czasie ruchu pocisku w przewodzie lufy pierścień wiodący wcina się w gwinty, powodując zużywalność lufy, a zatem żywotność działa zależy od materiału, z jakiego pierścień jest wykonany.

Jednym z materiałów stosowanych do wytwarzania pierścieni jest aluminium. Zauważono, że materiał ten przyspiesza zużycie stalowej lufy w

rejonie komory nabojeowej i stożka przejściowego oraz powoduje osadzanie się w
30 przewodzie lufy aluminium (pochodzącego z pierścieni). Natomiast nie
zauważono istotnych zmian w wartościach prędkości wylotowej pocisku. Podjęto
szereg prac dotyczących aluminiowych pierścieni wiodących, polegających na
zmianie grubości warstwy anodowej, jak również stosowano różne obróbki
galwaniczne np. miedziowanie. Jednakże przeprowadzone badania nie pozwoliły
35 uzyskać oczekiwanych rezultatów. [Nakonieczny A., Dąbrowski W., Chyła J.,
Drzymała M., Wybrane zagadnienia współpracy pierścieni wiodących amunicji z
przewodem lufy w małokalibrowej broni granatnikowej w kalibrach 25-40 mm,
PTU, z.119 (3), 2011; Nakonieczny A., Dąbrowski W., Chyła J., Drzymała M.,
Optymalizacja parametrów technologicznych przewodu lufy w małokalibrowej
40 broni granatnikowej, materiały VIII Międzynarodowej Konferencji
Uzbrojeniowej – Pułtusk 2010.]

Autorzy wyżej wskazywanych publikacji przeprowadzili także badania
usuwając oryginalne aluminiowe pierścienie wiodące i nakładając w ich miejsce
nowe pierścienie ze stopów miedzi, uzyskując:

- 45
- pierścienie wykonane z galwaniczną warstwą niklu,
 - pierścienie wykonane z galwaniczną warstwą miedzi,
 - pierścienie wykonane metodą natryskową warstwy miedzi,
 - pierścienie wykonane metodą detonacyjną warstwy miedzi,
 - pierścienie wykonane z tworzywa sztucznego.

50 Najlepsze wyniki badania oporu przetłaczania osiągnięto stosując pociski z
pierścieniami z tworzywa sztucznego. Wyniki badań strzelaniem wykazały, że
zużycie lufy było najmniejsze również dla pierścieni z tworzywa sztucznego. Do
wyrobu pierścieni wiodących zaczęto stosować miedź w momencie, gdy do
amunicji wprowadzono prochy o wysokiej temperaturze spalania. Zmiany

55 materiału do wyrobu pierścieni pozwoliły na sformułowanie wymagań dotyczących materiałów wyjściowych do wytwarzania pierścieni wiodących. Jako główne wymagania określone w publikacji Wąsiński H., Technologia amunicji artyleryjskiej, Pociski, cz. I, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1959.] wskazano:

- 60
- temperatura topnienia materiału do wyrobu pierścieni wiodących musi być tak wysoka, by metal ten w temperaturze gazów nie topił się lub nie był miękki (w przeciwnym wypadku pierścienie mogłyby ulec zniekształceniu lub ścięciu);
 - metale, z których są wykonane pierścienie wiodące, muszą być na tyle miękkie, by nie niszczyły gwintu lufy przy wcinaniu się weń pierścienia lub przy ślizganiu materiału nie niszczyła się lufa;
 - metal musi być plastyczny i nie ulegać utwardzaniu się podczas obróbki na zimno, by pierścienie mogły być pewnie i mocno nałożone na skorupę pocisku (poprzez wtłoczenie lub wprasowanie).;
- 65
- 70
- wytrzymałość pierścienia musi być na tyle duża, aby podczas wprowadzania do lufy nie nastąpiło jego ścinanie i zdzieranie.

Na podstawie poniższych publikacji: Nakonieczny A., Dąbrowski W., Chytła J., Drzymała M., Wybrane zagadnienia współpracy pierścieni wiodących amunicji z przewodem lufy w małokalibrowej broni granatnikowej w kalibrach 75 25-40 mm, PTU, z.119 (3), 2011; Nakonieczny A., Dąbrowski W., Chytła J., Drzymała M., Optymalizacja parametrów technologicznych przewodu lufy w małokalibrowej broni granatnikowej, materiały VIII Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej – Pułtusk 2010.; Stępień J., Starczewski L., Galisz U., Nyc R., Uciński W., Szparaga J.: Analiza doboru nowego materiału na pierścienie wiodące i wyniki badań partii modelowej pocisków artyleryjskich kal. 35mm – IV 80 Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Skarżysko-Kamienna,

2001, s.171-200; Michałowski J., Jackowski A., Michałowski M., Piętaszewski J.,
badanie pierścieni wiodących pocisków wykonanych ze spieków żelaza, PTU, z.
80 (30), 2001; Stępień J., Garbarz B., Burdek M., Marcisz J., Burian W.,
85 Nowoczesne materiały stalowe do wytwarzania okuć, łusek, korpusów pocisków
raketowych i artyleryjskich oraz pancerzy, PTU, z. 111 (38), 2009 oraz Wąsiński
H., Technologia amunicji artyleryjskiej, Pociski, cz. I, Wydawnictwo
Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, 1959 podjęto próbę skatalogowania
materiałów, z których dotychczas wykonywano pierścienie wiodące. Tak należy
90 tu wymienić:

- mosiądz - miał zastąpić częściowo miedź, podjęto próby zastosowania mosiądzu o zawartości 63% Cu, jednakże jego obróbka powodowała znaczne zużycie materiału.
- bimetale (żelazo z zewnętrzną warstwą miedzi) - miały również zastąpić częściowo miedź, zawierały poniżej 63% Cu, jednakże oszczędność miedzi spowodowała większą twardość, co w konsekwencji powodowało większe zużycie luf.
95
- cynk – zbyt niska temperatura topnienia i kruchość, eliminowały ten metal z zastosowań do pierścieni wiodących. Czysty prasowany i walcowany cynk był zbyt miękki i smarował lufę. Podjęte próby zastosowania stopów cynku, wykazały, iż własności stopów bardziej zależą od obróbki niż od samego składu. Głównymi składnikami stopów były miedź i aluminium – każde osobno lub oba razem. Stopy cynku okazywały się za twarde lub za kruche.
100
- żelazo – miało zbyt wysoką wytrzymałość i twardość w porównaniu do miedzi.
105

Istota proponowanego rozwiązania według wynalazku sprowadza się do wykorzystania nanorurek węglowych do powlekania powierzchni trących

110 pocisków artyleryjskich, co pozwala na realizację kilku podstawowych zadań, aktualnie wykonywanych z wykorzystaniem pierścieni wiodących:

- uszczelnienie styku pocisku z krawędzią lufy, które to pozwoli na znaczny wzrost ciśnienia gazów prochowych i przekazanie większej energii kinetycznej pociskowi
- 115 • zmniejszenie tarcia na styku pocisk – lufa, celem zwiększenia prędkości wylotowej pocisku artyleryjskiego,
- ograniczenie zużywania się powierzchni lufy, z uwagi na wyeliminowanie niszczącego działania stalowych pierścieni wiodących.

120 Uzyskana dwuwarstwowa powłoka charakteryzuje się następującymi właściwościami. Warstwa wewnętrzna jest odporna na ścieranie i wytrzymała mechanicznie. Jednocześnie odznacza się bardzo niskim współczynnikiem tarcia, co gwarantuje zwiększenie prędkości wylotowej pocisków.

125 Warstwa zewnętrzna, natomiast charakteryzuje się małą odpornością na ścieranie, jednak ze względu na to, iż jest to struktura o wysokości sięgającej nawet 1 mm i dużej gęstości (nanorurki zbudowane w formie pionowego lasu), gwarantuje polepszenie uszczelnienia połączenia pocisk – ściana lufy, w chwili detonacji ładunku prochowego. Warstwa ta po spełnieniu swojego zadania ulegnie szybkiemu wytarciu na skutek przemieszczania się pocisku w lufie. Wtedy główną rolę odegra warstwa wewnętrzna, która w znacznym stopniu zmniejszy tarcie podczas ruchu pocisku.

130 Należy zaznaczyć, że zastosowanie dwuwarstwowej struktury z nanorurek węglowych, gwarantuje wysoką odporność na wysokie temperatury panujące podczas wystrzału pocisku. Powierzchnie z nanorurek węglowych wytrzymują nawet temperatury sięgające 2800 stopni Celsjusza (w próżni). Jest to istotny problem, który w dotychczasowych rozwiązaniach dyskwalifikował wiele metali 135 miękkich, charakteryzujących się niską temperaturą topnienia.

Przedmiotem wynalazku jest powłoka powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego składająca się z dwóch warstw nanorurek. Wewnętrzna warstwa podkładowa składa się z wielopierścieniowych nanorurek węglowych oraz poliakrylonitrylu (PAN) rozpuszczonych w dimetyloformamidzie (DMF).
140 Warstwa zewnętrzna nanorurek o wysokości struktury sięgającej do 1 mm i dużej gęstości zbudowana w formie pionowego lasu składa się natomiast z QP40, Butvaru i Zonylu, rozpuszczonych w Tetrahydrofuranie (THT).

Przedmiotem wynalazku jest również sposób powlekania powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego powłoką przebiegający dwuetapowo. W pierwszym etapie
145 na oczyszczone powierzchnie metalowe pocisku nanosi się pierwszą warstwę podkładową, w której skład wchodzi wielopierścieniowe nanorurki węglowe, poliakrylonitryl (PAN) rozpuszczone w dimetyloformamidzie (DMF). Następnie tak przygotowaną warstwę podkładową poddaje się trój etapowej obróbce cieplnej. W pierwszym etapie obróbki cieplnej wygrzewa się warstwę celem wyschnięcia
150 roztworu na powierzchni metalowej, drugi etap obróbki cieplnej polega na usunięciu rozpuszczalnika w wyższej temperaturze z wykorzystaniem piekarnika. Następnie przeprowadza się trzeci etap obróbki cieplnej w wysokiej temperaturze celem usunięcia polimeru. Tak przygotowany pocisk poddaje się drugiemu
155 etapowi powlekania powierzchni warstwą zewnętrzną. Na warstwę podkładową nakłada się zatem drugą warstwę zewnętrzną, w skład której wchodzi wielopierścieniowe nanorurki węglowe, QP40 lub CNT, Butvar i Zonyl, rozpuszczone w Tetrahydrofuranie (THT). Po nałożeniu warstwy zewnętrznej poddaje się ją dwuetapowej obróbce cieplnej, przy czym pierwszy etap polega na wygrzewaniu warstwy celem usunięcia rozpuszczalnika, a drugi na poddawaniu
160 obróbce w wysokiej temperaturze celem usunięcia związków polimerowych. Korzystnym jest kiedy do składu pierwszej warstwy podkładowej dodaje się rozpuszczalnik zmniejszający napięcie powierzchniowe.

Wynalazek w przykładzie realizacji pokazano na rysunku na którym fig. 1 pokazuje ideowy przekrój pocisku z warstwami powłoki, a fig. 2 widok w

165 zbliżeniu. Powłoka powierzchni trącej pocisku artyleryjskiego 1 składa się z
dwóch warstw nanorurek. Wewnętrzna warstwa podkładowa 2 składa się z
wielopierścieniowych nanorurek węglowych oraz poliakrylonitrylu (PAN)
rozpuszczonych w dimetyloformamidzie (DMF). Warstwa zewnętrzna nanorurek
3 o wysokości struktury sięgającej do 0,9 mm i dużej gęstości zbudowana w
170 formie pionowego lasu składa się natomiast z QP40, Butvaru i Zonylu,
rozpuszczonych w Tetrahydrofuranie (THT).

Sposób według wynalazek w przykładzie realizacji przebiega następująco.
W pierwszej kolejności oczyszczono powierzchnię metalową pocisku z
wykorzystaniem rozpuszczalnika acetonowego, następnie oczyszczono
175 powierzchnię metalową w myjce ultradźwiękowej przez czas 10 minut. Na tak
oczyszczoną powierzchnię pierwszą wewnętrzną warstwa podkładową roztworu
nanorurek węglowych składającej się z następujących składników:
wielopierścieniowych nanorurek węglowych CNT [0,1 g], poliakrylonitrylu
(PAN) [1 g] rozpuszczonych w dimetyloformamidzie (DMF) [25 ml] z 100 ul
180 Capstone FS-22 (rozpuszczalnikiem zmniejszającym napięcie powierzchniowe).
Proporcje zostały ustalone doświadczalnie, naniesiona ilość roztworu to 200
ml/cal². Następnie tak przygotowaną warstwę podkładową poddano suszeniu w
środowisku naturalnym pod promiennikiem ciepła w temperaturze 50 °C, aż do
całkowitego wysuszenia naniesionej powierzchni z przygotowanego roztworu.

185 Następnie poddano warstwę wypalaniu w piekarniku nastawionym na 120 °C
przez 60 minut celem usunięcia pozostałości rozpuszczalnika. Po czym poddano
warstwę wypalaniu w płomieniu gazowym celem usunięcia polimerów z
naniesionej warstwy roztworu nanorurek węglowych. Na tak przygotowaną
warstwę podkładową naniesiono drugą warstwę w postaci roztworu nanorurek
190 węglowych składającego się z wielopierścieniowych nanorurek węglowych QP 40
[0,66 g] oraz CNT [0,05 g], żywicy poliwinylbutyralu Butvar [0,025 g],
preparatu polepszającego właściwości farb Zynol Fluorosurfactans [30 ul] oraz

rozpuszczalnika Tetrahydrofuran (THT) [10,25 ml]. Proporcje zostały ustalone doświadczalnie, naniesiona ilość roztworu to 50 ml/cal². Tak nałożoną warstwę 195 poddano suszeniu w środowisku naturalnym pod promiennikiem ciepła w temperaturze 50 °C, aż do całkowitego wysuszenia naniesionej powierzchni z przygotowanego roztworu. Następnie warstwę wypalono w płomieniu gazowym celem usunięcia żywic i polepszaczy z naniesionej warstwy roztworu nanorurek węglowych.

200 Powłoka według wynalazku oraz sposób jej otrzymywania pozwala na uzyskanie wytrzymałej mechanicznie struktury nanorurek węglowych charakteryzującej się dobrymi parametrami ciernymi, co ma zasadnicze znaczenie w przypadku broni artyleryjskiej.