



Taśma amunicyjna do 30 mm naboju – podstawy technologii produkcji*

Zdzisław KACZMAREK¹, Jan MATERNIAK², Dariusz SZAŁATA¹,
Jarosław MARCISZ³, Jerzy STĘPIEŃ³, Bogdan GARBARZ³,
Mariusz ADAMCZYK³

¹ Fabryka Produkcji Specjalnej Sp. z o.o., ul. Obornicka 1, Bolechowo, 62-005 Owińska

² Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Materiałów,
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

³ Instytut Metalurgii Żelaza im. Stanisława Staszica,
ul. Karola Miarki 12-14, 44-100 Gliwice

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań mających na celu opracowanie technologii produkcji stalowej taśmy amunicyjnej do 30 mm naboju. Opracowane etapy technologii dotyczą:

- składu chemicznego i technologii wytapiania stali oraz rodzaju wsadu do wytwarzania ogniw taśmy do 30 mm amunicji,
- technologii obróbki plastycznej obejmującej parametry operacji kształtowania oraz zaprojektowania i wykonania narzędzi w celu wytworzenia modelowej partii ogniw,
- parametrów obróbki cieplnej w celu uzyskania wymaganych właściwości technologicznych półwyrobów oraz właściwości mechanicznych i użytkowych wyrobów finalnych.

Obecnie w Polsce nie produkuje się wymienionego asortymentu wyrobu. Opracowanie zawiera wyniki badań wykonanych w ramach projektu rozwojowego pt. „Opracowanie podstaw technologii produkcji elementów stalowych amunicji kalibru 30 mm”.

Słowa kluczowe: technologia produkcji, stalowa taśma amunicyjna, 30 mm amunicja

* Artykuł był prezentowany na VIII Międzynarodowej Konferencji Uzbrojeniowej nt. „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia i bezpieczeństwa”, Pułtusk, 6-8 października 2010 r.

1. WPROWADZENIE

Podstawowymi etapami projektowania technologii produkcji ogniwo do taśmy amunicyjnej są: dobór gatunku stali, obróbka plastyczna oraz końcowa obróbka cieplna. Ze względu na wysoką tolerancję wymiarową wyrobu oraz technologię produkcji metodą wielokrotnego gięcia, stal powinna wykazywać dużą podatność do kształtowania plastycznego na zimno. Materiał powinien zapewnić jednocześnie uzyskanie wymaganych właściwości technologicznych oraz mechanicznych. Końcowe właściwości wyrobu uzyskuje się po zastosowaniu ulepszenia cieplnego. Przy założeniu zastosowania do produkcji ogniwo stali niestopowej, co pozwala zmniejszyć koszty produkcji, właściwości wyrobu powinna zapewnić odpowiednia zawartość pierwiastków podstawowych, głównie C i Mn, natomiast ze względu na wymaganą podatność do obróbki plastycznej należy ograniczyć zawartości domieszkowych pierwiastków niemetalicznych i metalicznych.

Niniejszy artykuł zawiera wyniki badań wykonane w ramach projektu rozwojowego, dotyczące doboru materiału do produkcji taśmy amunicyjnej, technologii obróbki plastycznej oraz obróbki cieplnej w celu uzyskania wymaganych finalnych właściwości wyrobu. Finalne właściwości dotyczą kształtu oraz właściwości mechanicznych pojedynczego ogniwa (R_m , R_c , A_5 , twardość). Obecny etap pracy obejmuje projektowanie, wykonanie i badania pojedynczych ogniwo.

2. OPRACOWANIE TECHNOLOGII WYTWARZANIA OGNIW TAŚMY AMUNICYJNEJ DO 30 MM NABOJU

Podstawowe założenia dotyczące materiału do wytwarzania taśmy opracowano na podstawie wymagań właściwości mechanicznych wyrobu finalnego oraz założonej technologii produkcji m.in. z zastosowaniem obróbki plastycznej na zimno (gięcia) i ulepszenia cieplnego. Wymagania w zakresie właściwości pojedynczego ogniwa taśmy do 30 mm amunicji przedstawiono w opracowaniach [1, 2].

2.1. Dobór materiału do produkcji ogniwo taśmy amunicyjnej

Dobierając gatunek stali do wytwarzania ogniwo taśmy amunicyjnej, założono uzyskanie twardości w zakresie 500-550 HV w wyrobie finalnym po ulepszeniu cieplnym. Wymagania dotyczące podatności do kształtowania plastycznego na zimno określono m.in. przez możliwość zmiękczenia materiału poniżej 220 HV, który w takim stanie jest poddawany kolejnym operacjom gięcia. Dodatkowo uwzględniono dostępność gatunku stali w założonym asortymencie u wytwórców krajowych oraz cenę.

Wytypowano gatunek stali węglowej konstrukcyjnej do ulepszenia cieplnego o wymaganiach dla składu chemicznego w zakresie pierwiastków podstawowych podanych w tab. 1. Materiał badań stanowi taśma o grubości 2 mm i szerokości 170 mm z wytopu laboratoryjnego (oznaczenie C55L) oraz z wytopu przemysłowego (oznaczenie C55S).

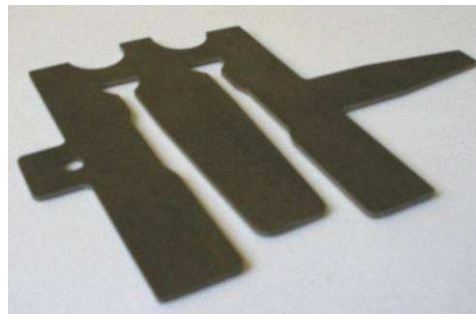
TABELA 1. Skład chemiczny stali do produkcji ogniwi taśmy amunicyjnej do 30 mm naboju (zakresy zawartości pierwiastków podstawowych)

TABLE 1. Chemical composition of steel for ammunition belt links of 30 mm cartridge (value ranges of basic chemical elements)

Analiza wytopowa, % masowe			
	C	Mn	Si
min.	0,56	0,85	0,20
max.	0,60	0,90	0,30

2.2. Technologia obróbki plastycznej

Ogniwo taśmy do 30 mm naboju wykonane jest z pasa blachy o grubości 2 mm i szerokości 163 mm. Zarys ogniwa jest wykrawany w tłoczniku wielotaktowym z równoczesnym znakowaniem i wykonaniem otworu centrującego. Przesuw taśmy wstępnie planowany jest ręcznie z zastosowaniem dwóch noży bocznych dla zachowania dokładnej wartości skoku pasa. Widok wyciętej przygotówki przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Widok przygotówki do produkcji ogniwa po wycięciu z taśmy stalowej

Fig. 1. Preparatory element for link manufacture after cutting-on from steel strip

W kolejnych trzech operacjach kształtowany jest boczny występ z noskiem oraz wyginana część środkowa ogniwa. Rysunek 2 obrazuje ogniwo po trzech początkowych zabiegach gięcia.

Część środkowa ogniwa jest wyginana wstępnie, łącznie z kształtowaniem noska dla ułatwienia gięcia po łuku. Rysunek 3 przedstawia ogniwo po wygięciu części środkowej.



Rys. 2. Fotografia ogniwa po pierwszych trzech operacjach gięcia

Fig. 2. Photography of link after first three bending operations



Rys. 3. Fotografia ogniwa po wygięciu części środkowej

Fig. 3. Photography of link after middle part bending

W następnych dwóch operacjach kształtowane są łuki w części środkowej oraz dwóch bocznych występach ogniwa. Wygięte łuki służą do utrzymania i centrowania łuski przed podaniem do komory naboju. Ostateczny kształt ogniwa przedstawia rys. 4.



Rys. 4. Widok gotowego ogniwa taśmy do 30 mm naboju po operacjach obróbki plastycznej na zimno

Fig. 4. Ready link for 30 mm projectile after cold working operations

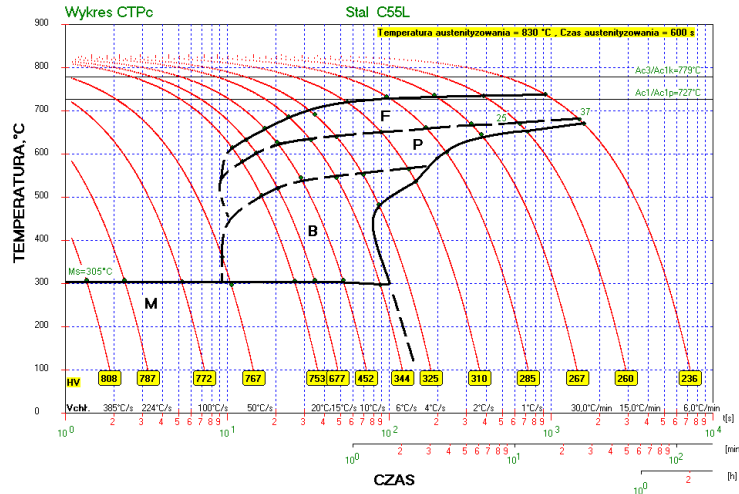
2.3. Technologia obróbki cieplnej

Obróbka cieplna pojedynczych ogniw taśmy amunicyjnej obejmująca hartowanie oraz odpuszczanie ma zapewnić wymagane końcowe właściwości mechaniczne. Z punktu widzenia użytkowania taśmy amunicyjnej, zgodnie ze wstępnymi wymaganiami przyjęto twardość ogniwa w zakresie 500÷550 HV oraz granicę plastyczności min. 1300 MPa, wytrzymałość na rozciąganie min. 1400 MPa i wydłużenie A_5 min. 5%. Z punktu widzenia technologii obróbki plastycznej stal w stanie wyjściowym powinna wykazywać zdolność do odkształcenia plastycznego, co jest związane z odpowiednią twardością (poniżej 220 HV) i mikrostrukturą uzyskaną metodą obróbki cieplnej zmiękczającej.

2.3.1. Wyznaczenie wybranych charakterystyk dla gatunku stali do produkcji ogniw taśmy amunicyjnej

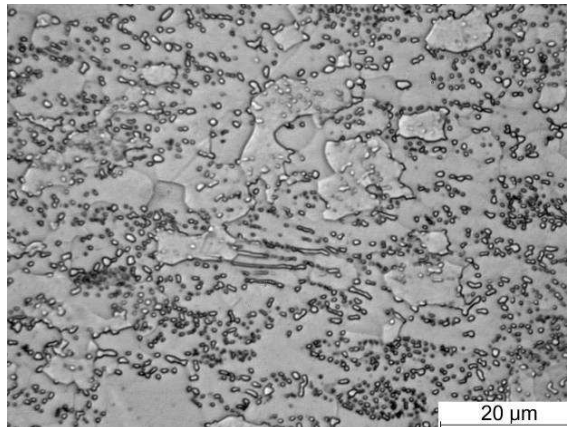
Ustalenie optymalnych parametrów obróbki cieplnej wymagało wyznaczenia m.in. wykresów przemian fazowych zachodzących w trakcie ciągłego chłodzenia (CTPc). Badania przeprowadzono za pomocą dylatometru DIL805A/D wyposażonego w głowicę pomiarową typu LVDT.

Opracowany wykres przemian fazowych CTPc dla gatunku stali C55L zamieszczono na rys. 5. W zakresie wymagań określających stan materiału przed obróbką plastyczną, ustalono twardość stali poniżej 220 HV oraz mikrostrukturę o osnowie ferrytu i węglików. Materiał w tym stanie charakteryzuje się dobrą plastycznością, co umożliwia jego kształtowanie metodą wielokrotnego gięcia. Przykładową mikrostrukturę stali C55S po zmiękczeniu przed operacjami kształtowania ogniwa zamieszczono na rys. 6.



Rys. 5. Wykres przemian fazowych przy chłodzeniu ciągłym (stal C55L);
F – ferryt, P – perlit, B – bainit, M – martenzyt

Fig. 5. Phase transitions graph at continuous cooling (steel type C55L);
F – ferrite, P – pearlite, B – bainite, M – martensite



Rys. 6. Mikrostruktura stali C55S po zmięczeniu (twardość 163 HV)

Fig. 6. Microstructure of steel type C55S after soft annealing (163 HV of hardness)

2.3.2. Wyniki badań mikrostruktury i właściwości ogniw po obróbce cieplnej

Eksperymenty nagrzewania i chłodzenia zanurzeniowego wykonano na próbnej partii ogniw w celu ustalenia parametrów obróbki cieplnej, aby uzyskać wymagane właściwości finalne. Ogniwa po hartowaniu poddano szczegółowym badaniom mikrostruktury oraz pomiarom geometrii w celu określenia wpływu obróbki cieplnej na zmianę kształtu i wymiarów ogniwa. Badania półwyrobów wykonano po hartowaniu oraz po odpuszczaniu. Wykonano pomiary twardości oraz właściwości mechanicznych w statycznej próbie rozciągania na próbkach z taśmy stanowiącej materiał wsadowy do produkcji ogniw. Przykładowe wyniki pomiarów twardości ogniwa po hartowaniu i odpuszczaniu zamieszczono w tabeli 2. Tabela ta zawiera również wyniki badań właściwości mechanicznych. Właściwości mechaniczne określono na próbkach płaskich pobranych z taśmy i poddanych ulepszeniu cieplnemu. Badany materiał i próbne ogniwa spełniły wymagania odnośnie do twardości oraz R_e , R_m i A_5 .

TABELA 2. Przykładowe wyniki badań właściwości mechanicznych próbek pobranych z ogniw hartowanych w warunkach laboratoryjnych i odpuszczanych (stal C55S)

TABLE 2. Exemplary results of mechanical properties investigations of test bars from hardened (in laboratory conditions) and tempered links (steel type C55S)

Oznaczenie próbek	R_e [MPa]	R_m [MPa]	A_5 [%]	HV10 (wartość średnia)
350/30	1370	1491	6,3	527
350/60	1322	1402	7,4	519

3. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz opracowano schemat i parametry technologii seryjnej produkcji ogniw stalowych do taśmy amunicyjnej do 30 mm naboju. Etapy technologii obejmują: dobór gatunku stali i kształtu materiału wsadowego, opracowanie parametrów obróbki plastycznej łącznie z wytworzeniem narzędzi oraz sposób i parametry obróbki cieplnej zapewniającej uzyskanie wymaganych właściwości finalnych.

Do produkcji ogniw dobrano gatunek stali C55, zmodyfikowany w zakresie zawartości pierwiastków istotnych z punktu widzenia zastosowanego sposobu obróbki plastycznej i obróbki cieplnej. Wsadem wejściowym do produkcji jest taśma walcowana na zimno o grubości 2 mm i szerokości 170 mm. Opracowany schemat obróbki plastycznej poprzedzony laserowym wycinaniem kształtu obejmuje operacje gięcia.

Wszystkie zabiegi są realizowane w temperaturze otoczenia, a stal jest w stanie zmiękczonej.

Obróbka cieplna pojedynczych ogniwo obejmuje hartowanie oraz odpuszczanie. Zabieg hartowania składa się z nagrzewania w piecu komorowym i chłodzenia zanurzeniowego w oleju, natomiast odpuszczanie jest realizowane w piecu pokrocznym. Obecny etap pracy obejmuje projektowanie, wykonanie i badania pojedynczych ogniwo. Końcowe badania prawidłowości doboru technologii wytwarzania pojedynczych ogniwo muszą być wykonane dla odcinka taśmy w zakresie jego właściwości mechanicznych, technologicznych i użytkowych.

Artykuł zawiera wyniki pracy finansowanej przez MNiSW ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt rozwojowy nr O R00 0038 06.

LITERATURA

- [1] Marcisz J., Stępień J., Burdek M., *Opracowanie założeń do technologii produkcji łuski stalowej do amunicji kalibru 30 mm*. Sprawozdanie z pracy badawczej IMŻ nr B0 1244/BW, praca niepublikowana, lipiec 2008.
- [2] Marcisz J. i in., *Sprawozdania z Projektu Rozwojowego pt.: „Opracowanie podstaw technologii produkcji elementów stalowych amunicji kalibru 30 mm”* realizowanego przez Konsorcjum: Instytut Metalurgii Żelaza, Politechnika Poznańska i FPS Bolechowo, zad. 1÷9 – prace niepublikowane.

Ammunition Belt for 30 mm Cartridge – Basis of Production Technology

Abstract. In the paper the basis of production technology of ammunition belt for 30 mm anti-aircraft ammunition are presented. Particular stages of production technology were described: selection of chemical composition, production technology of steel grade, plastic working, construction of tools for plastic working processes and parameters of final heat treatment in order to obtain required mechanical and operational properties. Ammunition belts for 30 mm cartridge are not produced currently in Poland. The paper contains results of investigations carried out in the project entitled: “Development of the bases production technology of steel components for 30 mm ammunition”.

Keywords: production technology, ammunition belt, anti-aircraft ammunition