

Obróbka cieplna noża myśliwskiego

P. Ogórek ^a, J. Cwiek ^b, M. Roszak ^c

^a Student Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Studenckie Koło Naukowe „Technologii procesów obróbki cieplnej”
email: piotr.ogorek1@gmail.com

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych
email: janusz.cwiek@polsl.pl

^c Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Materiałów Nanokrystalicznych i Funkcjonalnych oraz Zrównoważonych Technologii Proekologicznych
email: marek.roszak@polsl.pl

Streszczenie: Artykuł prezentuje zagadnienia dotyczące projektu procesu technologicznego wytwarzania noży myśliwskich ze szczególnym uwzględnieniem operacji obróbki cieplnej.

Abstract: This paper presents issues related to the project of technological process of hunting knives with particular emphasis on the heat treatment.

Słowa kluczowe: obróbka cieplna, hartowanie, nóż

1.WSTĘP

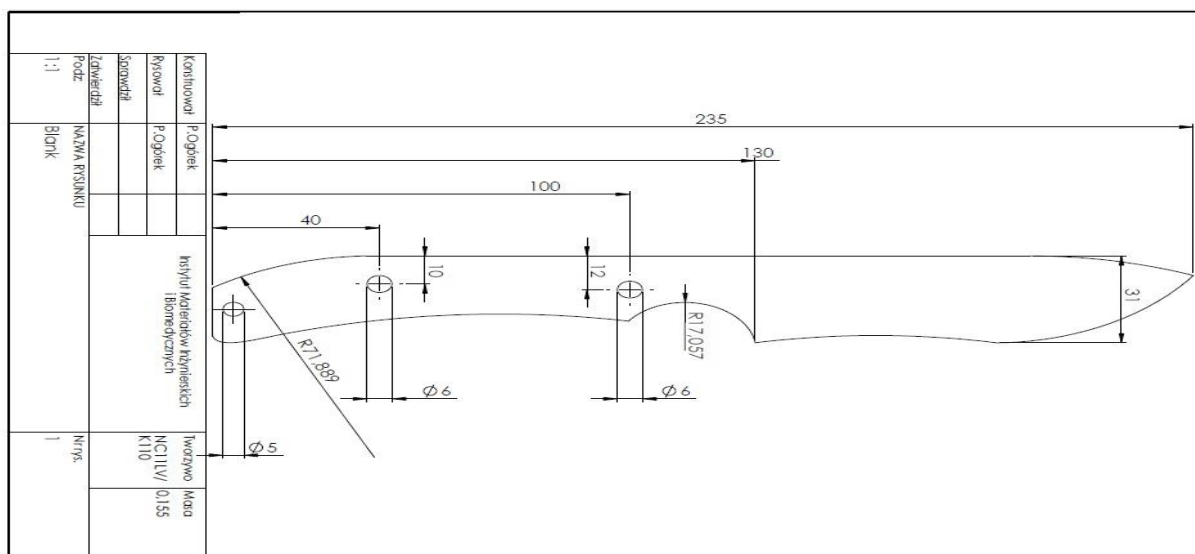
Nóż był jednym z pierwszych narzędzi które były stosowane przez człowieka. Pierwsze noże były wykonane z obrobionego krzemienia, kolejno wraz z rozwojem technologii stosowano brąz a w końcu żelazo. Dopiero opanowanie obróbki tego ostatniego materiału pozwoliło na tworzenie noży o wysokich własnościach użytkowych. Stopniowy rozwój technologii wytwarzania i obróbki żelaza oraz stali w tym stali specjalistycznych, pozwolił na uzyskanie noży o własnościach ściśle dopasowanych do wymagań [1,2,3,4,5].

2. OBRÓBKA CIEPLNA NOŻA MYŚLIWSKIEGO

Rozwój badań nad materiałami narzędziowymi, a zwłaszcza nad specjalistycznymi gatunkami stali (narzędziowe, łożyskowe, sprężynowe, nierdzewne itp.) pozwala na coraz lepsze poznanie parametrów tych materiałów i dopasowanie ich do wymagań stawianych współczesnym nożom. Równocześnie dokonywał się rozwój badań nad mechanizmami zachodzącymi w stalach w czasie obróbki cieplnej, co pozwoliło na pełne wykorzystanie możliwości jakie dają nowoczesne stale stosowane w produkcji noży [1,2,3,5].

2.1. Charakterystyka noża myśliwskiego

Nóż myśliwski będący przedmiotem projektu został przedstawiony na rysunku 1. Przedstawia on rysunek wykonawczy półfabrykatu zwanego blankiem. Blank może być kuty z pręta lub innego kawałka stali lub jak w tym przypadku wycinany z arkusza stali o odpowiedniej grubości. Po wycięciu odpowiedniego następuje obróbka zgrubna polegająca na położeniu szlifu z nadładkiem na obróbkę wykańczającą. Nóż ma wymiary 235 x 31 mm, z zachowaniem tolerancji warsztatowych, natomiast wymiary arkusza stali z którego został wycinany zależą od wielkości produkcji. Stal po obróbce cieplnej powinna uzyskać twardość w granicach 54-56 HRC [3].



Rys. 1. Rysunek wykonawczy półfabrykatu noża – blank

Fig. 1. Drawing executive of blank knife

2.2. Dobór materiału

Stal, z której będzie wykonany nóż została dobrana przy pomocy optymalizacji wielokryterialnej spośród pięciu gatunków stali: dwóch stali narzędziowych do pracy na zimno jednej stali narzędziowej proszkowej, stali łożyskowej oraz stali sprężynowej. Są to

stale narzędziowe H18, NC11LV, amerykańska stal proszkowa S90V, stal łożyskowa ŁH15SG i stal sprężynowa 50HF [3,4]. W tabelicy 1 przedstawiono ich składy chemiczne.

Tab. 1. Składy chemiczne stali
Tab. 1. Chemical composition of steel

Oznaczenie wg AISI/PN/EN	% C	% Mn	% Si	% Cr	% Mo	% V
440C/H18/1.4125	0,9 - 1,05	max 0,8	max 0,03	17 - 19	0,75	0,01
S90V/-/-	2,3	0,5	0,5	14	1	9
D2/NC11LV/1.2379	1,5 - 1,7	0,4 - 0,45	0,15 - 0,4	11 - 13	0,7 - 1	0,6 - 0,8
6400K/ŁH15SG/1.3505	0,95 - 1,1	0,95 - 1,25	0,4 - 0,65	1,3 - 1,65	0	0
6150/50HF/1.8159	0,4 - 0,54	0,5 - 0,8	0,15 - 0,4	0,8 - 1,1	0	0,1 - 0,2

W tabelicy 2 przedstawiono dobór gatunku stali na podstawie optymalizacji punktowej. Opiera się ona na określeniu kryteriów, ocenie ich wagi względem siebie w skali 0 - 0,5 - 1 oraz ocenie dostępnych wariantów w skali 1 - 3. Wagi dla każdego kryterium są sumowane. Końcowy wynik określający w jakim stopniu dana stal spełnia założone kryteria określa się ze wzoru:

$$P_i = \frac{\sum M_i W_i}{\sum M_i W_{id}} \times 100\% \quad (1)$$

gdzie:

P_i – wskaźnik określający jak daleko jest dane oddalone jest od rozwiązania idealnego, M_i – suma wag dla danego kryterium, W_i – ocena wariantów względem kryteriów.

Kryteria przyjęte do oceny:

K1 – odporność na korozję – ze względu na kontakt z substancjami korozyjnymi takimi jak woda, krew i inne płyny, K2 – twardość – ze względu na konieczność ciecienia twardego materiałów. Ponadto wysoka twardość zwiększa „trzymanie” ostrości, K3 – odporność na ścieranie – pozwala na dłuższą pracę przy zachowaniu wymaganej ostrości, K4 – hartowność – wysoka hartowność ułatwia proces obróbki cieplnej. K5 – udarność – wysoka udarność zwiększa żywotność noża, zwłaszcza przy występowaniu obciążeń dynamicznych.

Oznaczenia stali stosowane w procesie optymalizacji:

- W1 – stal H18,
- W2 – stal S90V,
- W3 – stal NC11LV,
- W4 – stal ŁH15SG,
- W5 – stal 50HF,
- Wid – rozwiązanie idealne

Według tej metody rozwiązanie można brać pod uwagę jeżeli spełnia ono założone wymagania przynajmniej w 70%.

Tab. 2. Dobór gatunku stali przy pomocy optymalizacji punktowej
 Tab.. 2 Selection of steel grade with the optimization point

	k1	k2	k3	k4	k5	suma	w1	w2	w3	w4	w5	wid
k1	0	0,5	0,5	1	1	3	3	3	2	0	1	3
k2	0,5	0	0,5	0,5	0,5	2	3	3	3	3	2	3
k3	0,5	0,5	0	0,5	1	2,5	2	3	3	3	2	3
k4	0	0,5	0,5	0	0,5	1,5	3	3	3	3	3	3
k5	0	0,5	0	0,5	0	1	2	2	3	1	3	3
							26,5	29	27	19	19,5	30
							88%	97%	90%	63%	65%	

Na podstawie wyników podanych w tabelicy 2 została wybrana stal NC11LV produkcji firmy Bohler pod oznaczeniem K110, ze względu na niedostępność stali S90V na rynku polskim.

3. PROJEKT PROCESU TECHNOLOGICZNEGO NOŻA MYŚLIWSKIEGO

Poniżej przedstawiono schemat procesu technologicznego wytworzenia noża myśliwskiego z wyszczególnionymi procesami obróbki cieplnej.

- Wycinanie – wycinanie zadanego kształtu z arkusz stali,
- Szlifowanie zgrubne – położenie szlifów na ostrzu noża z zachowaniem nadatku na obróbkę wykańczającą po obróbce cieplnej,
- Wyżarzanie odprężające – usunięcie naprężeń po obróbce mechanicznej. Zalecane zwłaszcza przy skomplikowanych kształtach,
- Hartowanie objętościowe – zwiększenie twardości oraz własności mechanicznych stali,
- Odpuszczanie wysokie – usunięcie naprężeń hartowniczych oraz uzyskanie docelowej twardości,
- Kontrola jakości – pomiar twardości,
- Szlifowanie wykańczające – usunięcie warstwy ew. warstwy odwęglonej, nadanie powierzchni wymaganej chropowatości,
- Oprawianie – dodanie materiału rękojeści,
- Końcowa kontrola jakości [1,4].

3.1. Projekt doboru parametrów obróbki cieplnej

Obróbka cieplna noża myśliwskiego ma na celu uzyskanie określonej twardości oraz podwyższenie własności mechanicznych poprzez wywołanie określonych przemian fazowych. Odbywa się to poprzez nagrzanie stali do temperatury przemiany austenitycznej wygrzaniu i chłodzeniu w medium chłodzącym zapewniającym wymaganą szybkość chłodzenia. Dobór parametrów operacji obróbki cieplnej polega na obliczeniu czasów grzania oraz dobór odpowiedniego medium chłodzącego [1,2,3].

Czas grzania do temperatury austenitizacji zależy od wymiarów i sposobu ułożenia materiału w postaci wsadu w piecu. Wymiary wsadu:

- 40 blanków o wymiarach 4 x 31 x 235 mm o łącznej objętości 1,1656 m³
- Blanki powiązane są drutem w bloki po 10 sztuk i ułożone obok siebie bez przerw pomiędzy tworząc prostopadłościan o wymiarach 162 x 21 x 235 mm.

Grzanie będzie odbywało się z dwoma przystankami 650°C i 850°C. Temperatura austenitizacji wynosi 1070°C. Obliczanie czasów grzania odbywa się ze wzoru:

$$\tau = 359,3 \frac{R t_p \left(1 - \sqrt{\frac{\delta t}{t_p}}\right)}{\left(\frac{T_p}{100}\right)^4} \quad (2)$$

gdzie :

R- promień przekroju materiału wyrażony w [m],

t_p - temperatura pieca wyrażona w [°C] (1070°C),

T_p - Temperatura pieca wyrażona w [K] (1343°C),

δt – nadwyżka temperatury pieca w stosunku do założonej temperatury nagrzewania przedmiotu t_z mierzonej na jego powierzchni (δt=t_p-t_z) [1].

3.2. Obliczanie czasów grzania dla wyżarzania odprężającego, hartowania oraz odpuszczania wysokiego

Korzystając z powyższego wzoru obliczono następujące czasy grzania:

1. Wyżarzanie odprężające temperatura 650°C – 56,3 min, czas wygrzewania – 60 min, chłodzenie z piecem,
2. Hartowanie z dwoma przystankami temperaturowymi:
 - Przystanek 1 650 °C – 56,3 min, wygrzewanie 10 min,
 - Przystanek 2 850 °C – 38,1 min, wygrzewanie 10 min
 - Austenitizacja 1070°C – 24,6 min, wygrzewanie 15 min
 - Chłodzenie w oleju hartowniczym OH120 o temperaturze 70°C
3. Odpuszczanie wysokie 550°C – 30,3 min, czas wygrzewania 120 min,

4. POMIAR TWARDOŚCI ORAZ PORÓWNANIE STRUKTURY

Wraz z wsadem w piecu umieszczono płytki testowe, na których wykonano pomiary twardości oraz zgłady metalograficzne do porównania z materiałem wyjściowym. Pomiaru twardości dokonano po hartowaniu oraz po odpuszczeniu metodą Rockwella.

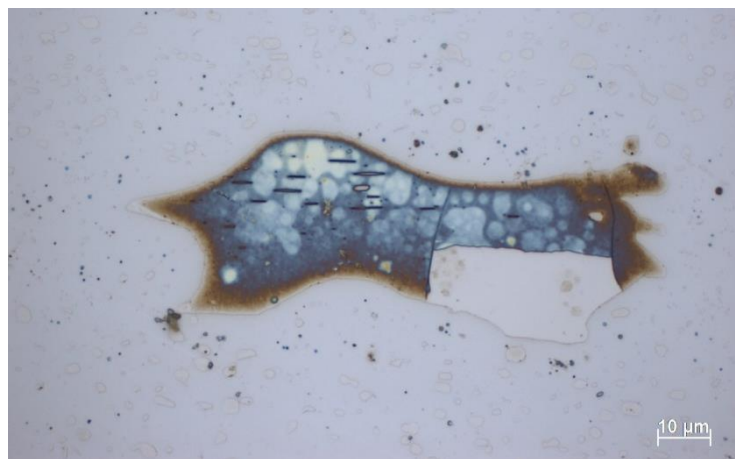
Tab. 3. Pomiar twardości po hartowaniu i odpuszczaniu

Tab. 3. *Hardness measurement after quenching and tempering*

Pomiar	1	2	3	4
Hartowanie	60,9 HRC	65 HRC	64 HRC	63,8 HRC
Odpuszczanie	44 HRC	56,2 HRC	56,9 HRC	55,7 HRC

Pomiar 1 został odrzucony jako błędny. Średnia twardość po hartowaniu wyniosła 64,3 HRC, a po odpuszczaniu 56,2 HRC

Rysunki 3 i 4 przedstawiają strukturę stali w stanie surowym oraz zahartowanym i odpuszczony.



Rys 3. Stal K110 w stanie surowym. Pow. x1000, trawienie Murakami. Widok węglików pierwotnych.

Fig. 3. K110 steel in as-received condition. Mag. x1000, etched with Murakami. View of the primary carbides.



Rys 4. Stal K110 w stanie hartowanym i odpuszczonym. Pow. x1000, trawienie Murakami. Widok węglików wtórnych w osnowie wysoko odpuszczonego martenzytu.

Fig. 4. K110 steel in quenched and tempered condition. Mag. x1000, etched with Murakami. View of the secondary carbides in the matrix of tempered martensite at 550°C.

5. PODSUMOWANIE

Zastosowanie operacji obróbki cieplnej w procesie wytwarzania noża myśliwskiego pozwala na polepszenie jego własności użytkowych takich jak odporność na ścieranie, twardość przy nieznacznym obniżeniu wskaźników wytrzymałościowych takich jak udarność

i plastyczności. Własności te mają istotny wpływ na żywotność samego noża jak i na komfort jego użytkowania. Zmiany te są efektem procesów zachodzących w niej podczas obróbki cieplnej. Dokonano doboru gatunku stali optymalnego dla noża myśliwskiego. Prawidłowe dobranie materiału jest najważniejszym punktem w procesie projektowym. Błędny wybór będzie skutkował licznymi problemami zarówno w czasie obróbki cieplnej, jak i w użytkowaniu.

LITERATURA:

1. Luty W., „Poradnik inżyniera: obróbka cieplna stopów żelaza”; WNT, 1977, Warszawa
2. D. Szewieczek, T. Karkoszka, B. Krupińska, M. Roszak „Wprowadzenie do projektowania procesów obróbki cieplnej” Wydawnictwo Politechniki Śląskiej Gliwice 2009
3. E. Żmichowski „Stale narzędziowe i obróbka cieplna narzędzi” WNT Warszawa 1976
4. W. Niemczyk, I. Wierszyłowski, „Wpływ temperatury hartowania i obróbki kriogenicznej na właściwości stali NC11LV” Inżynieria Materiałowa 2006, Vol. 27, nr 3, s. 225--228

NORMY:

1. PN-71/H-86020 „Stale odporne na korozje”, PKN Warszawa 1971
2. PN-74/H-85023 „Stale narzędziowe stopowe do pracy na zimno”, PKN Warszawa 1974
3. PN-74/H-84032 „Stale sprężynowe”, PKN Warszawa 1974
4. PN-74/H-84041 „Stale łożyskowe”, PKN Warszawa 1974

