

Romuald KACPRZYK, Jerzy WODECKI

DOBÓR GEOMETRII OSTRZA NOŻA TOKARSKIEGO  
Z WĘGLIKÓW SPIEKANYCH H10 DLA ZGRUBNEGO TOCZENIA BECZEK  
WALCÓW HUTNICZYCH ZE STALIWA GRAFITYZOWANEGO

**Streszczenie.** W artykule scharakteryzowano materiał skrawany, przedstawiono formy zużycia ostrza noża oraz zastosowany program badań. W zakończeniu podano optymalną geometrię ostrza noża tokarskiego ze spieku H10 do zgrubnego toczenia staliwa grafityzowanego.

### 1. Materiał obrabiany

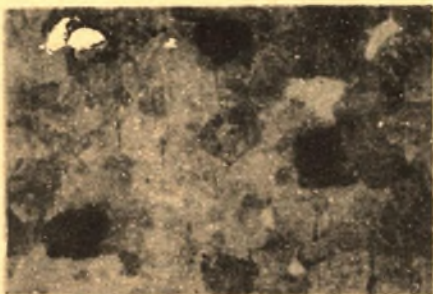
Rozwój produkcji staliwa grafityzowanego, który nastąpił w ostatnich latach, spowodowany został jego korzystnymi własnościami, łączącymi własności staliwa z własnościami żeliwa, jak również korzystnymi parametrami techniczno-ekonomicznymi procesu wytwarzania. Produkcja staliwa grafityzowanego polega na odlewaniu stopu o zawartości do 2,0% C, a następnie obróbce cieplnej, w wyniku której węgiel w znacznym stopniu (zwykle ok. 50%) wydziela się w postaci grafitu. Własności odlewnicze staliwa grafityzowanego zależą w dużej mierze od stopnia grafityzacji. W ogólnej ocenie są one lepsze od własności staliwa i zbliżone do własności odlewniczych żeliwa sferoidalnego. Modyfikowanie staliwa grafityzowanego przeprowadza się w sposób kompleksowy stopami zawierającymi sferoidyzatory (Mg, Ce, Ca) i grafityzatory (Si, Al), co pozwala skrócić czas obróbki cieplnej i znacznie podwyższyć jego własności odlewnicze i mechaniczne.

Własności mechaniczne staliwa grafityzowanego są uzależnione od struktury osnowy (perlityczna, ferrytyczna itp.), podobnie jak w znanych stopach żelaza z węglem. Stwierdzono, że charakteryzuje się ono wysoką wytrzymałością, a określone jego odmiany wykazują równocześnie dużą plastyczność, dobre własności ślizgowe i zdolność tłumienia drgań. Takiego skojarzenia wymienionych własności nie osiąga się ani w staliwie ani też w żeliwie sferoidalnym. Dzięki ewym właściwościom staliwo grafityzowane znajduje duże zastosowanie przy wytwarzaniu części maszyn pracujących w ciężkich warunkach obciążenia udarowego i udarowo-zmęczeniowego.

Próby toczenia zgrubnego, mającego na celu ustalenie optymalnej geometrii ostrza, przeprowadzono na beczkach walców hutniczych o następującym składzie chemicznym:

C = 1,4 - 1,6%;	Mn = 0,5 - 0,7%;	Si = 1,9 - 2,4%
Cr = 0,5 - 0,7%;	Mo = 0,3 - 0,45%;	P <sub>max</sub> = 0,05%
S <sub>max</sub> = 0,8%;	Ni <sub>max</sub> = 0,2%.	

Celem otrzymania właściwej struktury staliwa, grafit wytrącono w osnowie metalicznej dodając do pieca Ca-Si w ilości liczonej na górną zawartość Si w stopie. Po odlaniu, walce poddawano wyżarzaniu zupełnemu w temperaturze 950°C. Średnia twardość beczek walców zmierzona na głębokości 15 mm wynosi 313 HB.



Rys. 1. Struktura materiału beczeni ze staliwa grafityzowanego

Obserwacje zglądu metalograficznego wykazały, że staliwo grafityzowane, z którego wykonane są walce, zawiera część węgla w postaci wydzieleni grafitu zowalizowanego lub zwartego, rozłożonych w metalicznej osnowie perlitycznej lub perlityczno-bainitycznej. Część węgla wydzielona jest w formie cementytu drugorzędowego. Struktura materiału beczeni przedstawiona jest na rys. 1.

Wytrzymałość na rozciąganie staliwa grafityzowanego wynosi 500-700 MN/m<sup>2</sup>, uderność zbadana na próbkach bez karbu wynosi 0,35-0,45 MJ/m<sup>2</sup>.

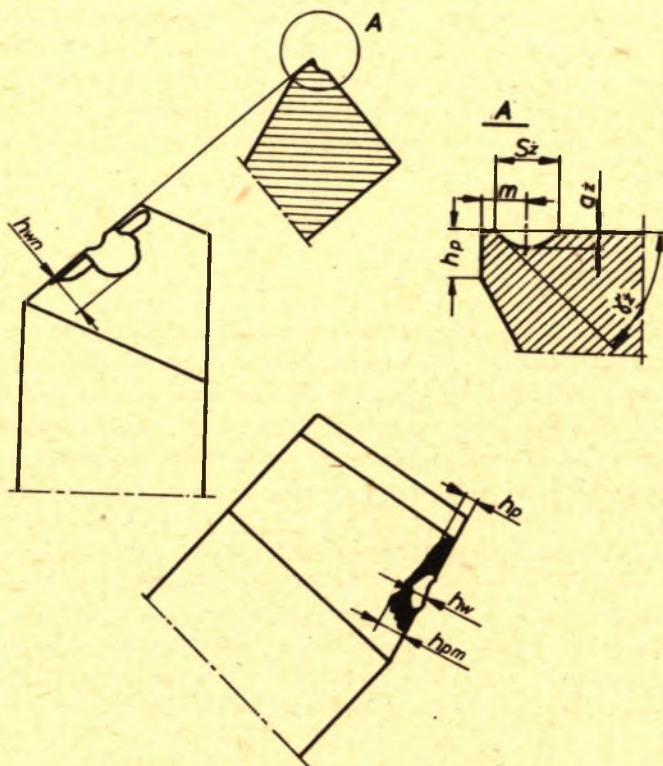
## 2. Techniczne warunki przeprowadzenia prób

Próby skrawania przeprowadzono na tokarce do obróbki walców typu THB-100. Średnia wartość średnicy surowej beczeni wynosiła  $D = 628$  mm. Walce mocowano w uchwytach czteroszczękowych zarówno od strony wrzeciona jak i od strony konika. Jako narzędzia użyto noża składanego z mechanicznie mocowanymi płytkami o kształcie C40 wg PN-60/M-18003. Zastosowanie noża składanego wyeliminowało możliwość powstania uszkodzeń płytek w czasie lutowania, a także znacznie usprawniło wymianę stępionych płytek, ich ostrzenie i dokonywanie pomiarów zużycia. Szlifowanie płytek odbywało się przy użyciu ściernicy diamentowej garnkowej o spoiwie żywicznym S 3100 100 x 10 x 2 x 20 63/50 50 B na uniwersalnej szlifierce narzędziowej.

Oprócz powierzchni natarcia i przyłożenia szlifowano dwie powierzchnie oporowe każdej płytki, w celu zapewnienia jej dobrego przylegania do gniazda w oprawce. Pożądane kąty  $\gamma_0$  i  $\alpha_0$  uzyskano przez odpowiednie ustawienie płytki w czasie ostrzenia. Kąt  $\alpha$  otrzymano przez skrócenie noża w imaku, natomiast kąt  $\lambda$  przez zastosowanie odpowiedniej podkładki umieszczonej pod płytką. W celu zabezpieczenia krawędzi skrawającej przed wykruszeniem, na płytkach używanych do obróbki zgrubnej wykonywano ścin

o szerokości 0,2 mm pod kątem  $45^\circ$  w stosunku do płaszczyzny podstawy.

Zużycie ostrza określają następujące parametry (rys. 2):



Rys. 2. Charakterystyczne formy zużycia ostrza noża

1. Średnia wysokość starcia na powierzchni przyłożenia -  $h_p$ .
2. Maksymalna wysokość starcia -  $h_{pm}$ .
3. Wysokość wykruszeń mierzona na powierzchni przyłożenia -  $h_w$  i na powierzchni natarcia -  $h_{wn}$ .
4. Współczynnik kształtu żłobka  $k = \frac{g_z}{m}$ .

gdzie:

$g_z$  - głębokość żłobka

$m$  - odległość najgłębszego miejsca żłobka od krawędzi skrawającej.

Wysokość starcia  $h_p$  i  $h_{pm}$  oraz wysokość wykruszeń  $h_w$  mierzono za pomocą mikroskopu warsztatowego z odczytem cyfrowym, z dokładnością odczytu 0,001 mm. Szerokość, głębokość i odległość środka żłobka od krawędzi

dzi skrawającej mierzono przy pomocy gładkościomierza dwuobiektywowego firmy Zeiss. Pomiarów tłobka dokonano bezpośrednio na płytkach.

Doboru optymalnej geometrii ostrza płytek ze spieku H10 dla zgrubnej obróbki beczek walców ze staliwa grafityzowanego dokonano na drodze krótkotrwałych prób skrawania przy zmiennych wartościach kątów  $\gamma_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\beta$  i  $\lambda$  oraz szybkości skrawania  $v$  i posuwu  $p$ . Głębokość skrawania pozostawiono bez zmian, przyjmując  $g = 12$  mm, co odpowiada głębokości stosowanej w przemyśle. Długość drogi skrawania została dobrana w ten sposób, aby pomiar zużycia ostrza był dokonywany po zakończeniu okresu wstępnego zużycia ostrza.

### 3. Program badań

Do przeprowadzenia optymalizacji zastosowano program dynamiczny optymalizacji sekwencyjnej. Podstawową zasadą tego programu jest podział badań wpływu pojedynczych czynników na sekwencje. Dla każdej sekwencji, z wyjątkiem pierwszej, wartości centralne są ustalane sukcesywnie na podstawie oceny wyników pomiarów zrealizowanych w poprzednich sekwencjach, z uwzględnieniem podstawowego celu badań, którym jest określenie stanu optymalnego.

Dzięki zastosowaniu tego programu uzyskano zmniejszenie liczby pomiarów w porównaniu z programem statycznym, zdeterminowanym, kompletnym, wymagającym dokonania prób w całych zakresach zmienności wszystkich badanych czynników. W poszczególnych sekwencjach programu badano kolejno wpływ kątów  $\gamma_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\beta$  i  $\lambda$ . Dla pierwszej sekwencji, w której badano wpływ kąta  $\gamma_0$ , ustalono następujące wartości centralne:

$$\alpha_0 = 4^\circ; \quad \beta = 45^\circ; \quad \lambda = 0^\circ$$

Optymalna wartość kąta  $\gamma_0$ , wyznaczona w pierwszej sekwencji, łącznie z wartościami kątów  $\beta = 45^\circ$  i  $\lambda = 0^\circ$  stanowiły wartości centralne w drugiej sekwencji, podczas optymalizacji kąta  $\alpha_0$  itd.

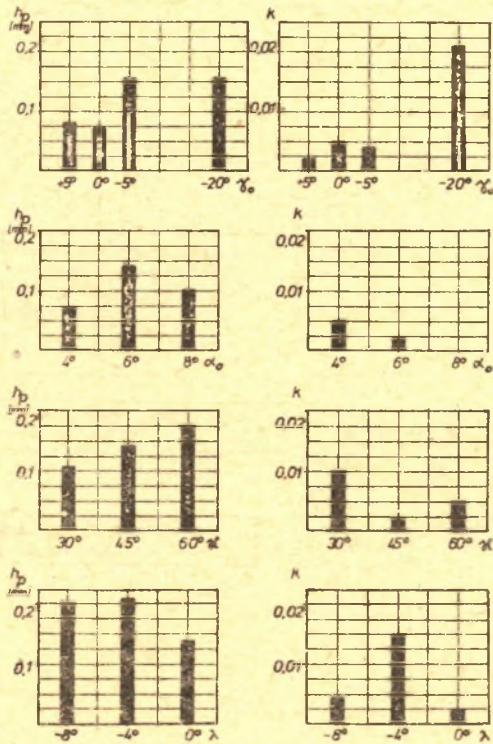
Program prób stosowanych dla doboru optymalnej geometrii ostrza ze spieku H10 dla obróbki zgrubnej beczek walców stalowych przedstawiono w tablicy 1. Każdą próbę powtarzano trzykrotnie.

### 4. Omówienie wyników badań

Wpływ kątów  $\gamma_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\beta$  i  $\lambda$  na parametry  $h_p$  i  $k$  przedstawiono na wykresach - rys. 3. Z obserwacji przebiegu zużycia ostrza podczas długotrwałych prób skrawania wynika, że parametr  $h_p$  w większym stopniu decyduje o zużyciu ostrza niż parametr  $k$ . Dlatego przyjęto uzyskanie mini-

Tablica 1

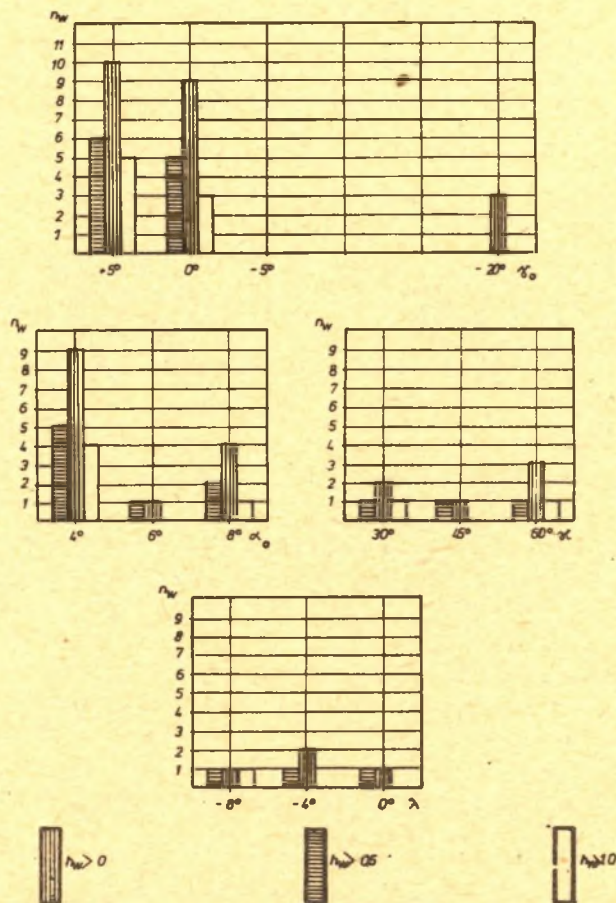
$v = 11,8; 15,8; 20,9$ [m/min]			$g = 12$ [mm]			
$r_o = 0,37; 0,52; 0,72$ [mm/obr]			$r = 2$ [mm]			
$\gamma_o$			-20°	-5°	0°	+5°
$\alpha_o = 4^\circ$	$\kappa = 45^\circ$	$\lambda = 0^\circ$				
$\alpha_o$			6°		8°	
$\gamma_o \text{ opt}$	$\kappa = 45^\circ$	$\lambda = 0^\circ$				
$\kappa$			30°		60°	
$\gamma_o \text{ opt}$	$\alpha_o \text{ opt}$	$\lambda = 0^\circ$				
$\lambda$			-8°		-4°	
$\gamma_o \text{ opt}$	$\alpha_o \text{ opt}$	$\kappa \text{ opt}$				



Rys. 3. Wpływ kątów  $\gamma_o$ ,  $\alpha_o$ ,  $\kappa$  i  $\lambda$  na parametry zużycia ostrza  $h_p$  i  $k$

malnej wartości  $h_p$  przy stałych parametrach v, g, p i po jednakowym czasie skrawania  $t$  jako podstawowe kryterium optymalizacji. W przypadku uzyskania, dla różnych wielkości badanego kąta, minimalnych wartości  $h_p$  zbliżonych do siebie, brano pod uwagę drugie kryterium, za które przyjęto osiągnięcie minimalnej wartości  $k$ .

Na rys. 4 przedstawiono wpływ kątów  $\gamma_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\mathcal{K}$  i  $\lambda$  na ilość wykruszonych płytek -  $n_w$ , w zależności od szerokości wykruszeń. Próby prowadzono przy różnych parametrach skrawania v, g, p z zachowaniem stałej drogi ostrza  $L = 160$  m. Wykruszenia podzielono na 3 grupy w zależności od wielkości  $h_w$ :



Rys. 4. Wpływ kątów  $\gamma_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\mathcal{K}$  i  $\lambda$  na ilość wykruszonych płytek w zależności od wysokości wykruszeń  $h_w$

$$1. h_w > 1 \text{ mm} \quad 2. h_w > 0,5 \text{ mm} \quad 3. h_w > 0$$

Minimalna ilość wykruszonych płytek  $n_w$  była dodatkowym kryterium, służącym do optymalizacji geometrii ostrza podczas obróbki zgrubnej. Wartości  $h_{pm}$  nie uwzględniono podczas optymalizacji geometrii ostrza dla obróbki zgrubnej, ponieważ stwierdzono, że ma ona charakter przypadkowy i zależy od wielkości wykruszeń.

Stwierdzono, że wzrost szybkości skrawania oraz posuwu wpływa na zwiększenie zużycia płytek przy stałej długości drogi skrawania, a wpływ kątów  $\gamma_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $\chi$  i  $\lambda$  na zużycie płytek jest podobny dla różnych szybkości i posuwów, zmieniających się w zakresie przyjętym w programie badań. Uwzględniając parametry  $h_p$ ,  $k$  i ilość wykruszonych płytek  $n_w$  przyjęto jako optymalną, następującą geometrię ostrza dla płytek ze spieku H10:

$$\gamma_0 = 0^\circ; \quad \alpha_0 = 6^\circ; \quad \chi = 45^\circ; \quad \lambda = 0^\circ; \quad r = 2 \text{ mm}; \quad f = 0,2 \text{ mm}.$$

#### LITERATURA

- [1] Pachowski M.: Staliwo sferoidalne - nowy stop odlewniczy. Metaloznawstwo i obróbka cieplna nr 7/1974, s. 25.
- [2] Piaskowski J.: Stal nadeutektoidalna z grafitem kulkowym. Przegląd Mechaniczny nr 13/1971, s. 394.
- [3] Polański Z.: Podstawy metodyki badań doświadczalnych. PIOS Materiały Instrukcyjne nr 112. Kraków 1974.

ПОДБОР ГЕОМЕТРИИ ТОКАРНОГО РЕЗЦА ИЗ ТВЁРДОГО СПЛАВА Н10  
ДЛЯ ЧЕРНОВОГО ТОЧЕНИЯ БОЧЕК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ВАЛКОВ  
ИЗ ГРАФИТИЗИРОВАННОГО СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ

#### Резюме

В статье даётся характеристика обрабатываемого материала, представляются формы износа режущей кромки резца и описывается программа испытаний.

В заключении приводится оптимальная геометрия режущей кромки токарного резца из твёрдого сплава Н10 для чернового точения графитизированного стального литья.

SELECTING THE TOOL GEOMETRY OF A LATHE TOOL MADE FROM SINTERED CARBIDES H10 FOR ROUGH TURNING THE ROLLS OF GRAPHITIZED CAST STEEL

S u m m a r y

There has been characterized the material for cutting. The forms for tool wear and the investigation program applied here have been presented. In the conclusion the optimum geometry of a lathe tool from sintered carbides H10 for rough turning the graphitized cast steel has been given.