

JERZY SZARAJEW, MIROSŁAW BŁASZCZAK  
JERZY DĄBROWSKI

Katedra Obróbki Skrawaniem

SKRAWALNOŚĆ MARTENOWSKIEJ STALI AUTOMATOWEJ  
O ZWIĘKSZONEJ ZAWARTOŚCI AZOTU  
I OBNIŻONEJ ZAWARTOŚCI FOSFORU

Streszczenie. Omówiono badania przeprowadzone w Katedrze Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej, dotyczące porównania skrawalności martenowskich stali automatowych A10 i A10N produkcji krajowej oraz konwertorowych stali automatowych typu 9S20 i 9SMnPb23 pochodzących z importu. W czasie badań wyznaczono dla tych materiałów podstawowe użytkowe wskaźniki skrawalności.

## 1. Wstęp

Gorszą skrawalność automatowych stali martenowskich w stosunku do stali konwertorowych przypisuje się między innymi niższej zawartości azotu. Jako środek polepszający skrawalność stali martenowskich może więc być stosowane zwiększenie zawartości azotu w tych stalach [1, 2]. Sposób ten został uwzględniony w pracach Instytutu Metalurgii Żelaza w Gliwicach, zmierzających do poprawy skrawalności krajowej stali automatowej A10. W tym celu zostały przygotowane próbne wytopy nieuspokojonej stali automatowej, zawierającej zwiększone zawartości azotu wprowadzonego za pośrednictwem azotowanego ferromanganu. Równocześnie w stali tej, w celu ułatwienia przeróbki plastycznej na zimno i umożliwienia stosowania większych zgniotów przy ciągnięciu, obniżono znacznie zawartość fosforu. W odróżnieniu od zwykłej stali A10, omawianą stal oznaczono symbolem A10N. Celem określenia poziomu jej skrawalności przeprowadzono w Katedrze Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej dokładne badania laboratoryjne, których wyniki podano w niniejszym referacie.

**Tablica 1**  
**Skład chemiczny badanych materiałów**

Materiał	Skład chemiczny [%]									Uwagi
	C	Mn	Si	P	S	Al	Pb	Te	N	
<b>A</b>	0,07	0,51	—	0,022	0,158	—	—	—	0,0148	
<b>B</b>	0,07	0,52	—	0,017	0,135	—	—	—	0,0141	
<b>C</b>	0,09	0,61	0,00	0,071	0,278	0,00	—	—	—	
<b>9S20</b>	≤ 0,12	0,50 ÷ 0,90	—	0,035 ÷ 0,10	0,20 ÷ 0,27	—	—	—	—	wg. DIN 1651
<b>D</b>	0,12	1,04	0,00	0,074	0,299	0,00	0,21	0,03	—	

**Tablica 2**  
**Właściwości mechaniczne badanych materiałów**

Materiał	$R_m$ [kg/mm <sup>2</sup> ]	$A_{10}$ [%]	$H_B$ [kg/mm <sup>2</sup> ]	Uwagi
<b>A</b>	56,8	11,9	185	
<b>B</b>	59,4	12,6	190	
<b>C</b>	62,7	11,0	205	
<b>9S20</b>	52 ÷ 75	> 5	—	wg. DIN 1651
<b>D</b>	63,6	7,3	205	

Badaniami objęto dwa próbne wytopy stali A10N oznaczone literami A i B. Jako materiał porównawczy przyjęto stal tomasowską odpowiadającą gatunkowi 9S20 (wg DIN 1651), którą oznaczono literą C, oraz stal typu 9SMnPb23 zawierającą dodatek teluru, którą w skrócie oznaczono literą D. Wszystkie badane stale automatowe posiadały postać prętów ciągnionych o średnicy 5,5 mm, przy czym wielkość zgniotu przy ciągnięciu stali A10N A i B, oraz stali C - wynosiła około 30%. Skład chemiczny badanych stali zestawiono w tablicy 1, zaś ich własności mechaniczne w tablicy 2.

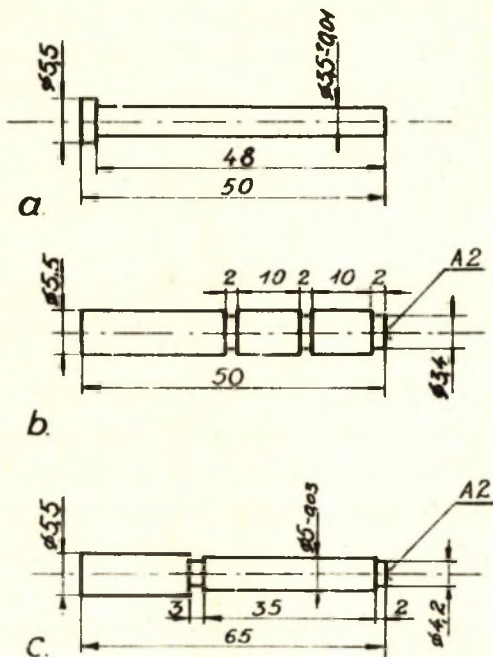
W tablicach tych uwidoczniło również skład chemiczny i własności mechaniczne przewidziane w normie DIN 1651 dla stali 9S20. Można zauważyć, że skład chemiczny stali A10N A i B różni się od składu przewidzianego normą dla stali 9S20 nie tylko mniejszą zawartością fosforu, lecz również niższą zawartością siarki. Badania wtrąceń niemetalicznych wykazały przeciętnie najbogatsze wtrącenia siarczkowe w warstwach zewnętrznych prętów stali D i bardziej ubogie w prętach stali C, a następnie A i B.

Oceny skrawalności badanych stali dokonano przez porównanie użytkowych wskaźników trwałości ostrza, jakości wiórów oraz jakości powierzchni.

## 2. Wskaźniki trwałości ostrza

Celem stworzenia wiarygodnych podstaw dla oceny wskaźników trwałości ostrza badanych stali, przeprowadzono długotrwałe próby skrawania. W czasie badań toczono proste przedmioty przedstawione na rys. 1a, w warunkach odpowiadających warunkom stosowanym w praktyce przemysłowej. Skrawanie odbywało się, przy użyciu jako chłodziwa oleju CM, na automacie do wzdłużnego toczenia BPU-8, przy czym głębokość skrawania wynosiła  $g=1$  mm, zaś posuw  $p = 0,03$  mm/obr. Szybkości skrawania liczone na średniej średnicy powierzchni skrawania (4,5 mm) zmieniano w granicach od 51,3 do 83 m/min. Tęczenie wzdłużne przeprowadzane było przy pomocy jednolitych noży ze stali SW18 o przekroju trzonka 6 x 8 mm i twardości 65 HRC. Ostrza noży, starannie

wykończone i kontrolowane na mikroskopie warsztatowym, posiadały następujące parametry geometryczne:  $\gamma = 0^\circ$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $\lambda = 90^\circ$ ,  $\lambda_1 = 10^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $r = 0,2$  mm.



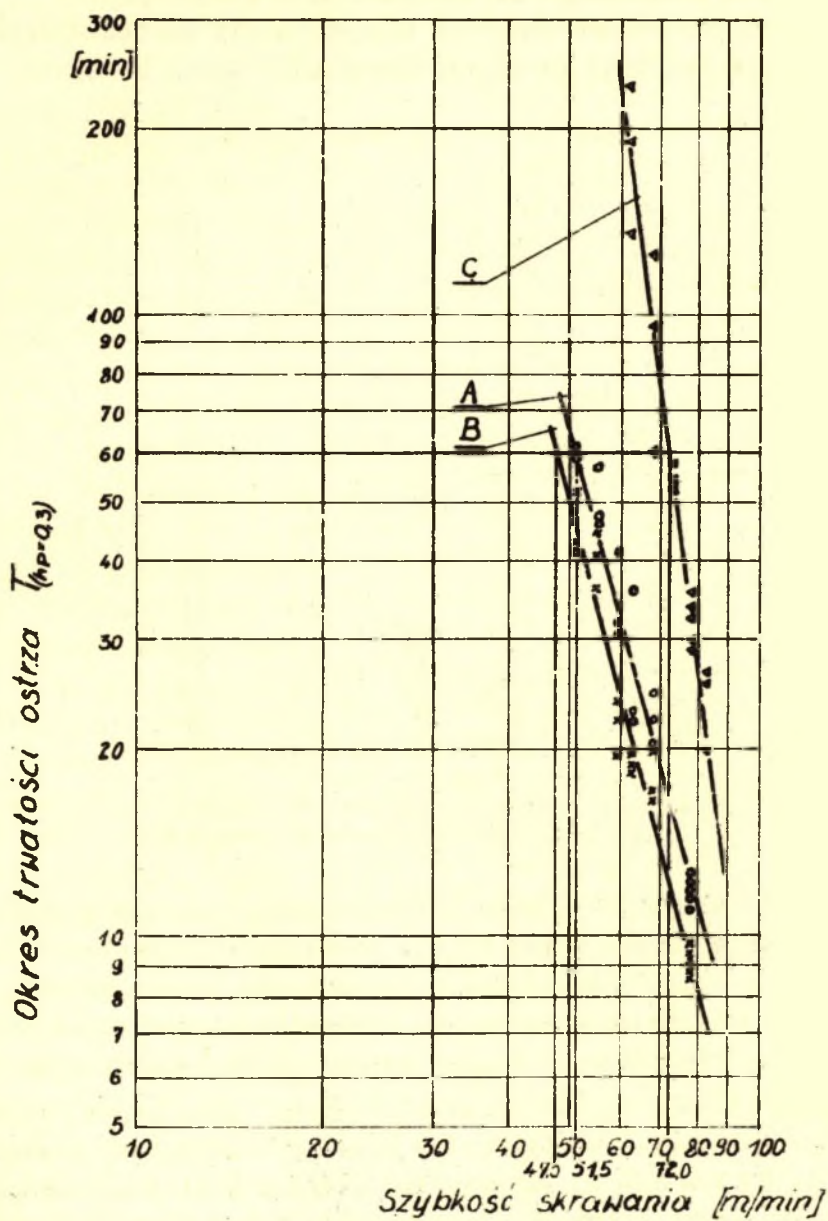
Rys 1.

Próbki używane do badań.

nawczych, szerokość starcia na powierzchni przyłożenia  $h_p = 0,3$  mm. Próby dla stali A i B przeprowadzono przy 6, zaś dla stali C przy 5 szybkościach skrawania, powtarzając je zasadniczo 3-krotnie, z wyjątkiem szybkości skrawania 78,2 m/min, przy której próby zostały powtórzone 5 razy. Przy wspomnianej szybkości dokonano również pięciokrotnej próby skrawania dla stali D. Nie przeprowadzono dla niej prób przy innych szybkościach, ze względu na ograniczoną ilość materiału.

Na podstawie przeprowadzonych badań można ustalić z dużą dokładnością charakterystyki  $T_{hp=0,3} = f(v)$  dla stali A, B i C oraz punktowo wskaźniki trwałości ostrza  $T_{hp=0,2}$  przy szybkości skrawania  $v = 78,2$  m/min dla wszystkich 4 badanych mate-

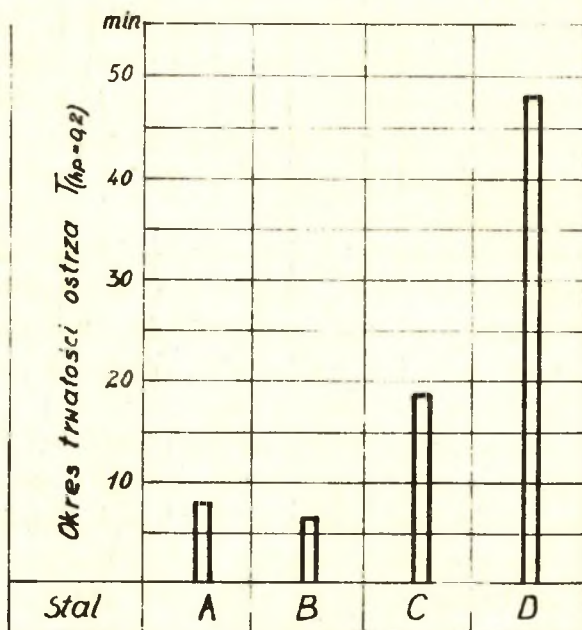
riale. Obserwacja tępienia się ostrza w czasie skrawania wykazała, że w warunkach w jakich przeprowadzono próby, zużycie ostrza występuje przede wszystkim na powierzchni przyłożenia. Dlatego też jako miarę zużycia się ostrza przyjęto szerokość starcia na tej powierzchni. Mierzono ją każdorazowo przy pomocy mikroskopu, po kolejnym wykonaniu określonej ilości przedmiotów (najczęściej 20 lub 40), a następnie na podstawie wyników pomiaru wykreślano krzywe zużycia ostrza. Jako kryterium tępienia przyjęto dla ocen porów-



Rys. 2.

Zależność okresu trwałości ostrza  $T_{(hp-Q_3)}$  od szybkości skrawania dla stali A, B i C.

riałów. Przedstawiono je graficznie na rysunkach 2 i 3. Można zauważyć, że krzywe  $T = f(v)$  dla obu stali martenowskich A10N posiadają zbliżone do siebie położenie. Nieco korzystniejsze



RYS. 3.

Wartości średnie okresu trwałości ostrza  $T_{(hp-0.2)}$  przy szybkości skrawania  $v = 78,2 \text{ m/min}$ .

położenie krzywej dla stali A10N A można kojarzyć z większą zawartością siarki w tej stali. Porównanie charakterystyk stali A10N i stali 9S20 wskazuje na znacznie lepszą skrawalność stali 9S20. Wskaźnik okresowej szybkości skrawania tej stali  $v_{60, hp=0,3}$  jest około 1,4 razy wyższy od wskaźników stali A10N. W miarę wzrostu okresu trwałości ostrza, procentowe różnice wskaźników okresowej szybkości skrawania stają się coraz większe. Jeszcze lepszą skrawalność posiada stal D zawierająca dodatek ołowiu i teluru. Wskaźnik trwałości ostrza dla tej stali  $T_{hp=0,2}$  uwidoczony na rys. 3 jest przy szybkości skrawania 78,2 m/min około 2,5 razy wyższy od wskaźnika stali 9S20 i przeciętnie 6,5 razy wyższy od wskaźnika stali A10N.

### 3. Wskaźnik jakości wiórów

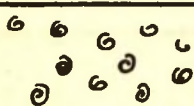
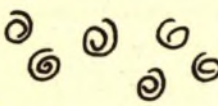
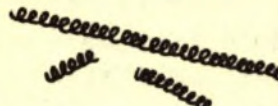
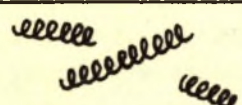
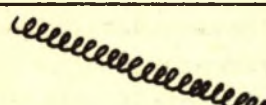
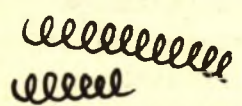
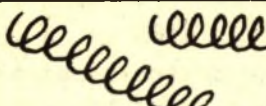
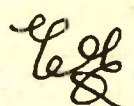
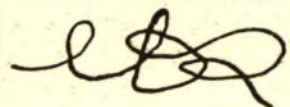
Ścisła ocena skrawalności materiałów z punktu widzenia jakości tworzących się wiórów jest utrudniona ze względu na brak wskaźników, które można by ujmować w sposób ilościowy. Współczynnik objętościowy podający procentowo stosunek rzeczywistej objętości wiórów do zajmowanej przez nie objętości nie charakteryzuje dostatecznie wiórów powstających przy skrawaniu. Bardziej właściwie można je oceniać na podstawie kwalifikacji rodzajów i odmian wiórów.

W czasie toczenia badanych stali automatowych występowały wióry uwidocznione w tablicy 3. Podano w niej odpowiadające im oceny wg instrukcji ICS [3] i wg "Stahl-Eisen Prüfblatt 1178-52 Spanbildung" oraz ostatecznie przyjęte oceny dla analizy wyników uzyskanych w czasie badań.

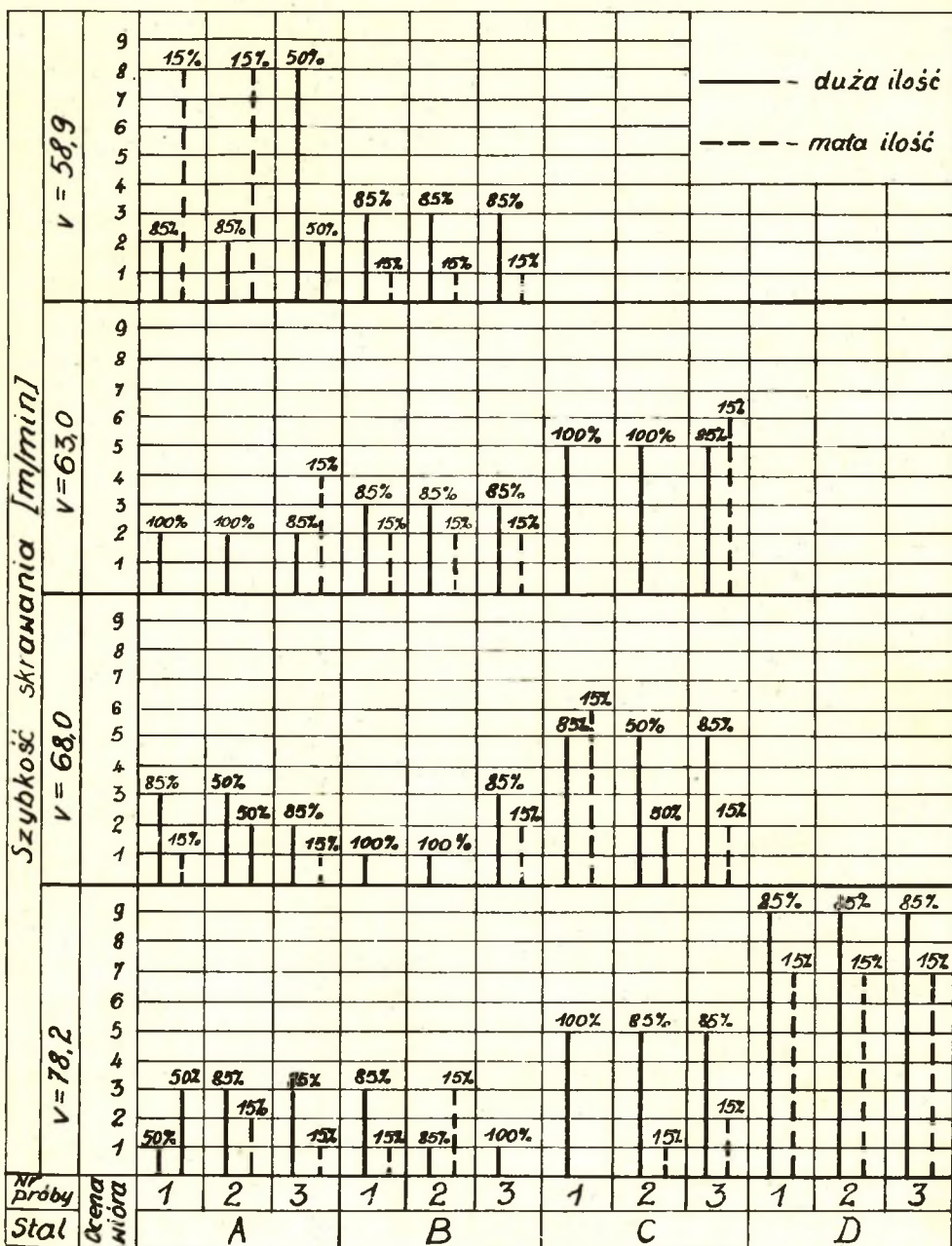
Obserwacji i rejestracji powstających wiórów dokonywano w trakcie prób przeprowadzonych celem wyznaczenia wskaźników trwałości ostrza. Skrawanie odbywało się takim samym narzędziem i w takich samych warunkach jak to podano poprzednio. Ze względu na równoczesne występowanie przy toczeniu tych samych stali w tych samych warunkach różnych rodzajów wiórów rejestrowano obok ich kształtu, również procentowy udział poszczególnych odmian wiórów. Wyniki badań uzyskane w czasie trzykrotnie powtarzanych prób przy kilku szybkościach skrawania przedstawiono na rys. 4. Można zauważyć, że w zakresie stosowanych warunków obróbki wióry o zdecydowanie niekorzystnym kształcie 1 i 2 występowały w największej ilości, bo w około 60% przy skrawaniu stali A10N A. W mniejszej ilości - około 40%, występowały one przy skrawaniu stali A10N B i w ilości około 10% przy skrawaniu stali 9S20. Przy toczeniu stali D, zawierającej dodatek ołowiu i teluru, mimo wysokiej szybkości skrawania 78,2 m/min występowały jedynie wióry o korzystnych kształtach, przy czym wiór najdogodniejszej odmiany 9 - wystąpił w 85%.

Tablica 3

## Rodzaje i odmiany wiórów

Wygląd wióra	Wymiary [ mm ]	Przyjęta skala ocen	Ocena wg. Prüfbl. 1178-52	Ocena wg. klasyfik. I. O. S.
	$\sim \phi 1$	<b>9</b>	93 %	dobry
	$\phi 5 \div 10$	<b>8</b>	93 %	
	$\phi 1 \times 20 \div 200$	<b>7</b>	100 %	dopuszczalny
	$\phi 2 \div 3$ $\times 20 \div 50$	<b>6</b>	100 %	
	$\phi 2 \div 3 \times 200$	<b>5</b>	100 %	
	$\phi 5 \times 20 \div 50$	<b>4</b>	—	
	$\phi 8 \times 40 \div 80$	<b>3</b>	—	
	ciśno zwinięty	<b>2</b>	25 %	zły
	luźno zwinięty	<b>1</b>	25 %	





Rys. 4.

Wskaźniki rodzaju wiórow dla stali A, B, C i D.

#### 4. Wskaźniki chropowatości powierzchni

Oceny skrawalności badanych stali automatowych, z punktu widzenia chropowatości powierzchni, dokonano w oparciu o próby toczenia wzdłużnego. Toczenie przeprowadzono na tokarce stołowej przy zastosowaniu chłodzenia olejem CM. Próbki o kształcie przedstawionym na rys. 1b, zamocowywano w tulejce zaciskowej wrzeczona i podpierano kłem. Głębokość skrawania wynosiła  $g = 1$  mm, posuw  $p = 0,03$  mm/obr, zaś szybkość skrawania, liczoną na średniej średnicy powierzchni skrawania, zmieniano w zakresie od 25 do 100 m/min.

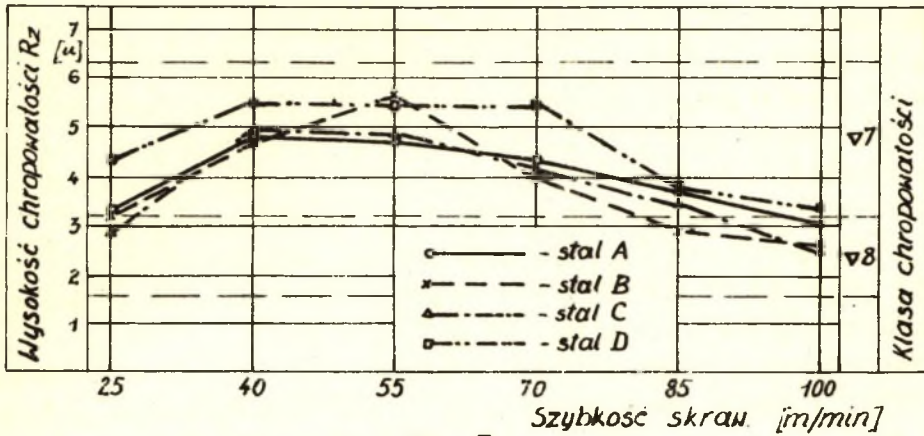
Toczenie przeprowadzano dokładnie wykończonym nożem ze stali SW18, o takiej samej geometrii ostrza jaką stosowano w trakcie prób mających na celu ustalenie wskaźników trwałości ostrz

Na rys. 5 przedstawiono wykreślnie wyniki pomiarów chropowatości powierzchni, dokonanych przy pomocy dwuobiektywowego gładkościomierza na próbkach toczonech z różnymi szybkościami skrawania. Naniesione na wykresie punkty odpowiadają wartościom średnim, obliczonym z 9 pomiarów dokonywanych na próbkach pochodzących z 3 losowo wybieranych prętów.

Jak wynika z wykresów przedstawionych na rys. 5 wszystkie badane stale pozwalają na uzyskanie zbliżonej chropowatości powierzchni, mierzonej w kierunku prostopadłym do kierunku szybkości skrawania. Największe wysokości mikronierówności  $R_z$  występują dla nich w zakresie szybkości skrawania od 40 do 70 m/min i mieszczą się w granicach klasy  $v$  7.

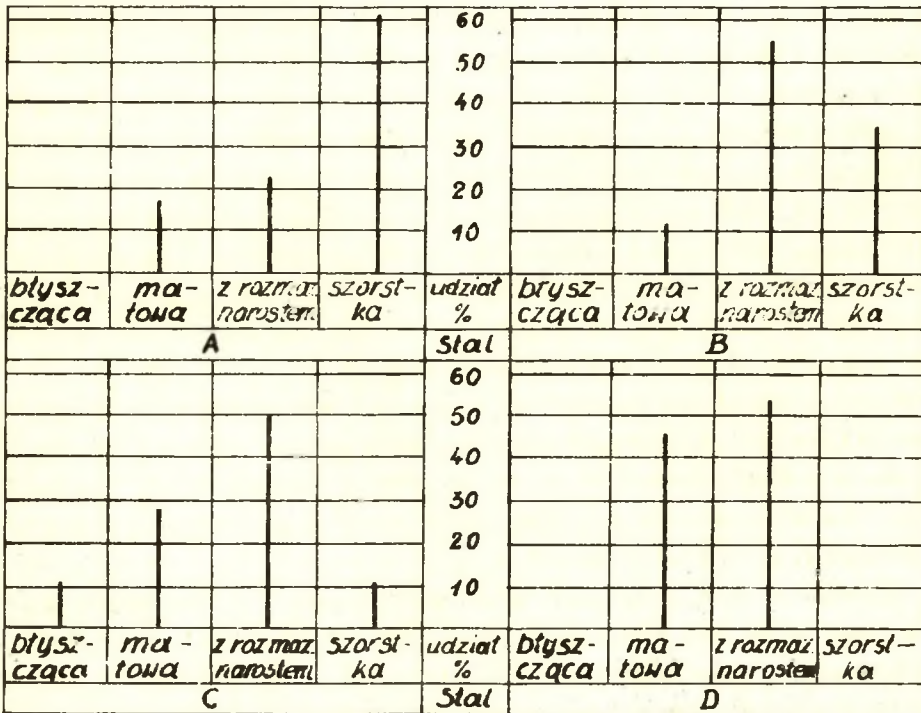
Podobnie zbliżone do siebie wskaźniki chropowatości powierzchni wykazały również inne badania skrawalności [4]. Porównywano w nich skrawalność stali A10N pochodzącej z innego wytopu, ze skrawalnością stali tomasowskiej o składzie chemicznym podobnym do składu stali C.

W przypadku stali automatowych ważnym wskaźnikiem skrawalności jest chropowatość mierzona zgodnie z kierunkiem prędkości skrawania. W czasie badań oceniano ją na podstawie obserwacji powierzchni przy pomocy lupy o 5-krotnym powiększeniu oraz przy pomocy stereoskopowego mikroskopu o powiększeniu 85 razy. Powierzchnię klasyfikowano jako: błyszczącą, matową,



Rys. 5.

Zależność wysokości chropowatości Rz [u] od szybkości skrawania dla stali A, B, C i D.



Rys. 6.

Wygląd powierzchni toczonyj dla stali A, B, C i D w zakresie szybkości skrawania 25-100 m/min

z rozmażanym narostem, i szorstką. Wyniki przeprowadzonych badań, ujęte procentowo w oparciu o obserwacje dokonywane dla każdego z materiałów na 18 próbkach, przedstawiono na rys. 6.

Porównując ze sobą przytoczone wyniki można zauważyć, że najmniej korzystna powierzchnia "szorstka", występowała najczęściej w przypadku toczenia stali A10NA. W mniejszej ilości przypadków zaobserwowano ją przy toczeniu stali A10N B, a następnie w dalszej kolejności przy toczeniu stali 9S20. W przypadku stali D, zawierającej dodatek ołowiu i teluru, nie zarejestrowano w ogóle powierzchni szorstkiej.

#### 5. Wskaźniki skrawalności określane metodą nacinania gwintu

Celem oceny zachowania się badanych stali przy nacinaniu gwintów przeprowadzono odpowiednie próby toczenia gwintu na tokarce oraz nacinania gwintu narzynką. Do badań użyto próbek przedstawionych na rys. 1c. Zamocowywano je w tulejce zaciskowej wrzeczona i w przypadku toczenia gwintu, podpierano kłem.

W czasie prób nacinano gwint metryczny o średnicy 5 mm i skoku 0,5 mm. Toczenie gwintu odbywało się nożem kształtowym ze stali SW18 z dokładnie wykończonym ostrzem o kącie natarcia  $\gamma = 0^\circ$  i kątach przyłożenia  $\alpha = 8^\circ$ . Gwint toczono w sześciu przejściach stosując zwiększanie głębokości dla każdego przejścia o 0,05 mm. Nacinanie gwintu narzynką odbywało się przy użyciu normalnej narzynki okrągłej NHMa-M5. W czasie skrawania obydwoma sposobami używano jako chłodziwa oleju CM, przy czym szybkość skrawania wynosiła 4 m/min.

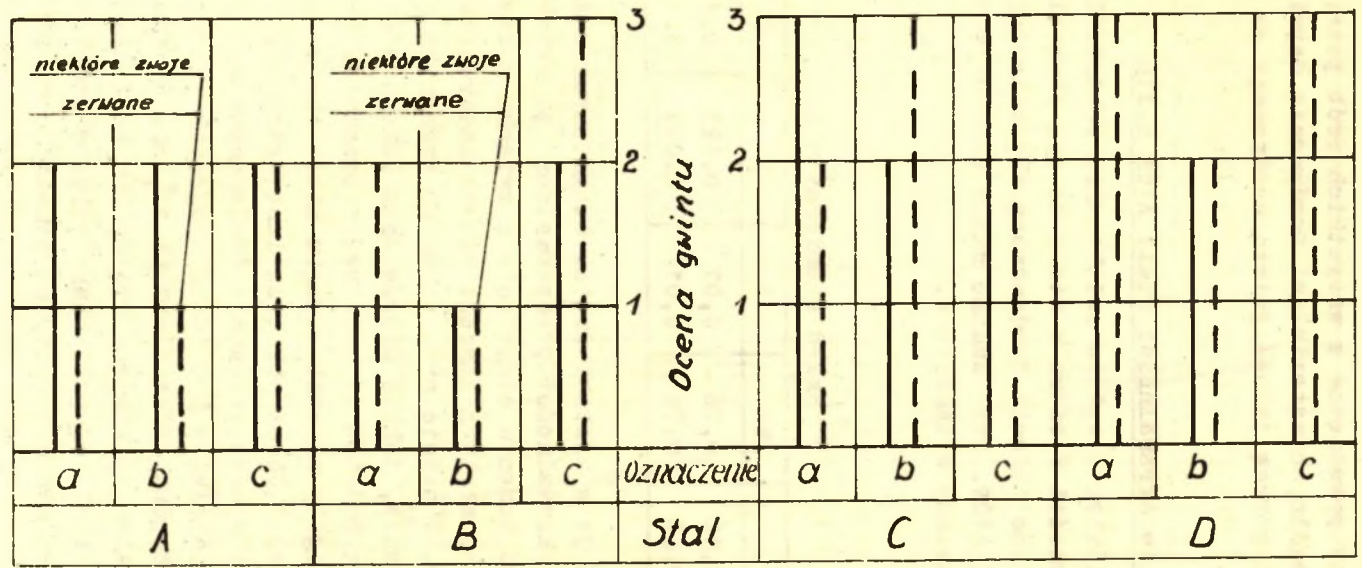
Dla każdego z badanych materiałów próby nacinania gwintu obiema metodami przeprowadzano trzykrotnie na trzech losowo wybieranych prętach. Stan naciętego gwintu oceniano oddzielnie ze względu na jakość powierzchni flanki, dna i wierzchołka gwintu. Ocen dokonywano na podstawie obserwacji przy użyciu stereoskopowego mikroskopu o powiększeniu 12,5 razy, przy czym stosowano trzystopniową skalę ocen:

- 1 - powierzchnia bardzo niegładka z dużymi zadziorami,
- 2 - powierzchnia średnio gładka z małymi zadziorami,
- 3 - powierzchnia gładka bez zadziorów.

**Ocena gwintu:**  
 1- duże zadziory  
 2- małe zadziory  
 3- brak zadziorów

**Oznaczenia:**  
 a - powierzchnia flanki  
 b - wierzchołki zwojów  
 c - dna zwojów

— gwint nacinany nożem  
 - - - gwint nacinany narzynką



**Rys.7**  
 Jakość gwintu nacinanego nożem i narzynką dla stali A, B, C i D

Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono na rys. 7. Podano na nim oceny przeciętne z wszystkich prób przeprowadzonych dla poszczególnych materiałów. Porównanie uzyskanych wyników wskazuje na gorszą jakość gwintu nacinanego na próbkach ze stali A10N.

#### 6. Porównanie skrawalności stali A10N i A10

Pewne naświetlenie wpływu zwiększenia zawartości azotu i obniżenia zawartości fosforu w stali na jej skrawalność mogą dać przeprowadzone badania porównawcze skrawalności dwu wytopów stali A10 i A10N. Obie badane stale posiadały skład chemiczny przedstawiony w tablicy 4.

Tablica 4

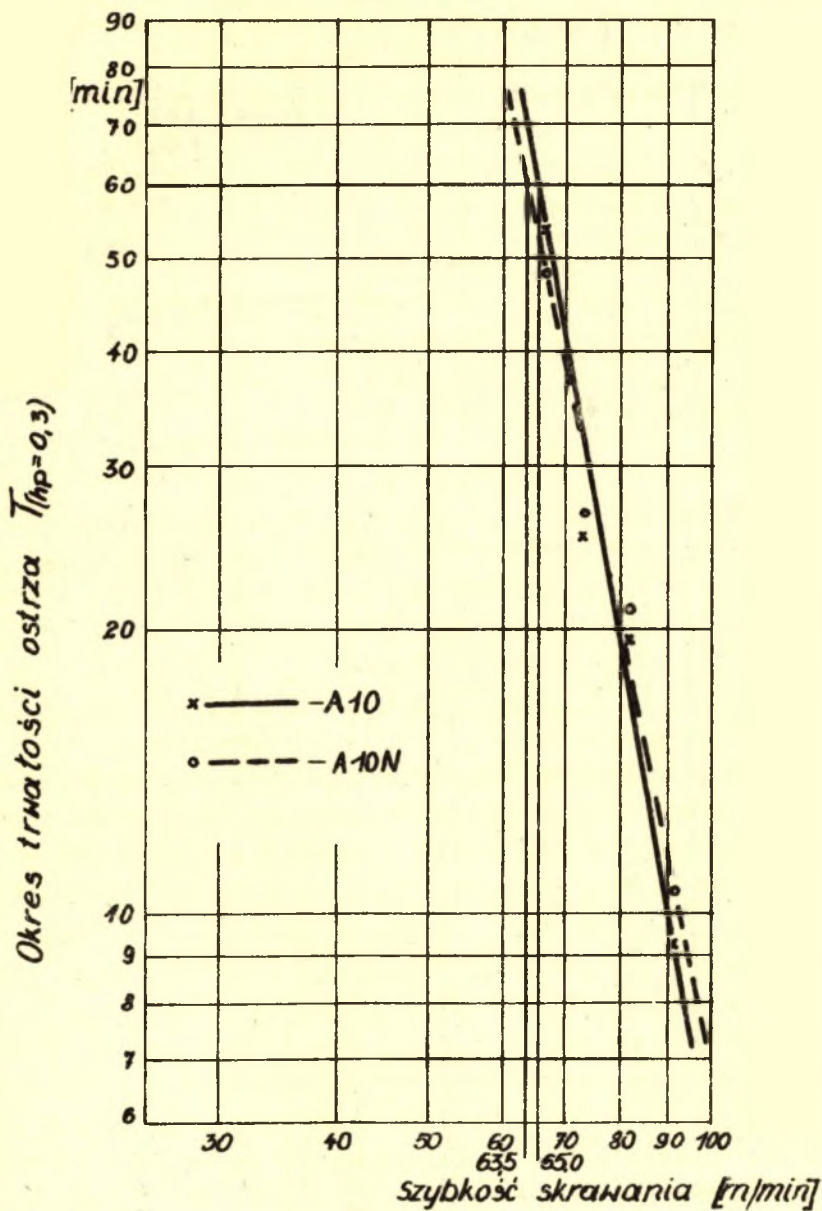
Skład chemiczny w %

Stal	C	Mn	Si	P	S	N
A10	0,16	0,76	0,07	0,123	0,175	-
A10N	0,08	0,76	0,01	0,033	0,175	0,0153

Dostarczono je w postaci prętów ciągnionych o średnicy 5 mm.

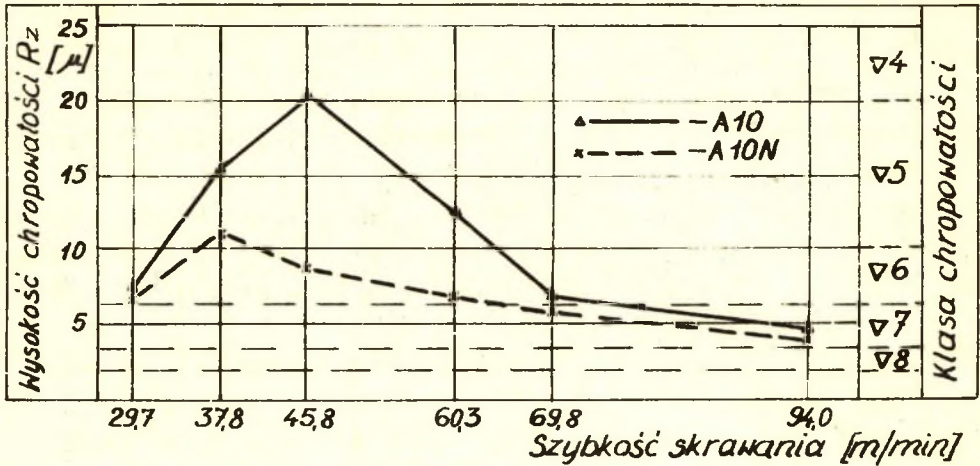
Badania skrawalności przeprowadzono po upływie około półtora roku od momentu ciągnięcia w związku z czym można przyjąć, że w obu stalach zaszedł proces naturalnego starzenia po zgnioście. W czasie prób badano wskaźniki okresowej szybkości skrawania, jakość wiórów oraz jakość powierzchni stosując metodykę podobną do opisanej poprzednio. Bardziej istotne różnice polegały na zastosowaniu nieco innego posuwu, który wynosił tutaj 0,04 mm/obr oraz innej geometrii ostrza noża. Do badań użyte noży starannie docieranych o promieniu zaokrąglenia wierzchołka  $r \approx 0$  i następujących pozostałych parametrach geometrycznych ostrza:  $\gamma = 12^\circ$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$ ,  $\beta_1 = 15^\circ$ .

Wyniki badań, odnoszące się do obu stali poddanych temu samemu zgniotowi 20% przy ciągnięciu, przedstawiono przykładowo na rysunkach 8 i 9. Można zauważyć, że mimo mniejszej



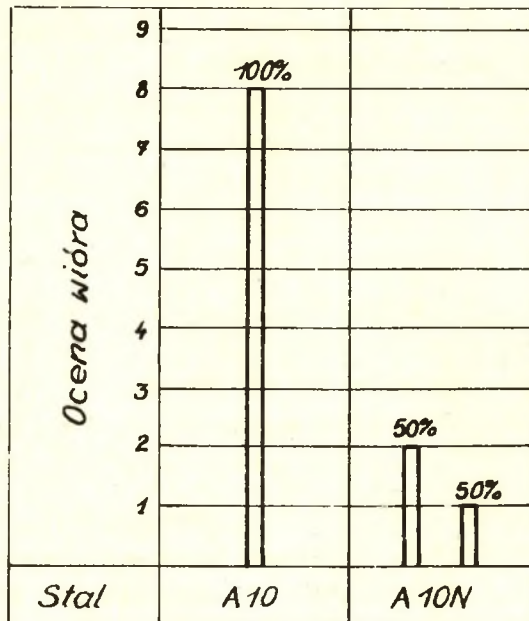
Rys. 8.

Zależność okresu trwałości ostrza  $T_{(hp=0,3)}$  od szybkości skrawania dla stali A10 i A10N o zgnieciu przy ciągnięciu 20%.



Rys. 9a.

Zależność wysokości chropowatości  $Rz$  [ $\mu$ ] od szybkości skrawania dla stali A10 i A10N o zgnioście przy ciągnięciu 20%.



Rys. 9b.

Kształt wióra w zakresie szybkości skrawania 668-915 m/min dla stali A10 i A10N o zgnioście przy ciągnięciu 20%.



zawartości węgla i krzemu w stali A10N, jej wskaźnik okresowej szybkości skrawania  $v_{60, hp=0,3}$  nie wiele różnił się od wskaźnika stali A10 (rys. 8). Wyraźnie obie stale różnią się pod względem wskaźnika chropowatości powierzchni (rys. 9a). Krzywa  $R_z = f(v)$  dla stali A10 charakteryzuje się dużym garbem w zakresie średnich szybkości skrawania. Analogiczna krzywa dla stali A10N, zawierającej zwiększoną zawartość azotu, mimo znacznego obniżenia w tej stali zawartości fosforu, leży niżej i posiada bardziej łagodny przebieg.

Korzystnym wpływem azotu na wskaźnik chropowatości powierzchni można uzasadnić również dość zbliżone do siebie wskaźniki chropowatości powierzchni, wyznaczone w czasie omówionych uprzednio porównawczych badań skrawalności stali A10N (A i B) oraz stali C i D, a także stali A10N i stali typu 9S20 pochodzących z innych wytopów [4]. Stal A10N posiada nie tylko korzystniejszy wskaźnik chropowatości powierzchni toczonej posuwem wzdłużnym. Dodatkowe badania jakości gwintu nacinanego narzędziem na próbkach stali A10 i A10N wykazały również pod tym względem lepszą skrawalność stali A10N [5].

W odróżnieniu od wskaźnika chropowatości powierzchni wskaźnik jakości wiórów stali A10N okazał się mniej korzystny od wskaźnika stali A10. Ilustruje to rys. 9b.

## 7. Wnioski

Przeprowadzone badania porównawcze pozwoliły na dokonanie orientacyjnej oceny poziomu skrawalności nieuspokojonej stali martenowskiej A10N. W porównaniu ze stalą 9S20 charakteryzuje się ona niższym wskaźnikiem okresowej szybkości skrawania  $v_{60, hp=0,3}$  o około 30% i gorszym wskaźnikiem rodzaju wiórów. Pod względem wskaźnika chropowatości powierzchni, mierzonej w kierunku prostopadłym do kierunku szybkości skrawania, skrawalność stali A10N jest zbliżona do skrawalności stali 9S20. Ustępuje ona jednak stali 9S20 pod względem chropowatości powierzchni, mierzonej w kierunku zgodnym z kierunkiem szybkości skrawania oraz pod względem jakości nacinanego gwintu.

Stal typu 9SMnPb23, zawierająca dodatek teluru, charakteryzuje się znacznie lepszym wskaźnikiem trwałości ostrza i rozdajem wiórów od stali 9S20, a tym bardziej od stali A10N. Pod względem wskaźników chropowatości powierzchni skrawalności stali typu 9SMnPb23, zawierającej dodatek teluru oraz stali 9S20 okazały się do siebie zbliżone.

W porównaniu ze stalą A10 stal A10N o podobnej zawartości siarki charakteryzuje się zbliżonym wskaźnikiem okresowej szybkości skrawania, znacznie lepszymi wskaźnikami jakości powierzchni i mniej korzystnym wskaźnikiem rodzaju wiórów.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają sądzić, że wprowadzenie do martenowskiej stali automatowej zwiększonej ilości azotu, korzystniej wpływa na polepszenie wskaźnika jakości powierzchni niż zwiększanie zawartości fosforu. Równocześnie jednak stale o niższej zawartości fosforu i zwiększonej zawartości azotu wykazały mniej korzystny rodzaj wióra.

Dokładniejsza ocena poziomu skrawalności stali A10N wymagałaby przeprowadzenia badań dotyczących większej ilości wytopów. Również dokładniejsze naświetlenie wpływu zwiększania zawartości azotu w automatowej stali martenowskiej na jej skrawalność wymagałoby dokonania badań przy użyciu większej ilości wariantów stali A10N. Przeprowadzone badania potwierdzają jednak ogólnie pogląd [1], że samo zwiększanie zawartości azotu w nieuspokojonej automatowej stali martenowskiej jest niewystarczające dla odpowiedniego podniesienia poziomu jej skrawalności.

#### LITERATURA

- [1] Bečvař J.: Je nutné zavádět výrobu automatových oceli v ČSSR? Hutník, Nr 5, 1965, str. 218-223.
- [2] Müller H.: Die Zerspanbarkeit von Automatenstahl. Stahl u. Eisen, Nr 18, 1955, str. 1171-1176.
- [3] Bułat A., Wolak B.: Instrukcja badań skrawalności stali automatowych. Materiały Instruktażowe IOS, Nr 29, 1965.

- [4] Szyrajew J., Błaszczak M., Dąbrowski J.: Badania wpływu technologii wytapiania, sposobu wyżarzania oraz stopnia zgniotu przy ciągnięciu na skrawalność stali A10. Sprawozdanie z pracy Katedry Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej N-55/M-5/4/64.
- [5] Szyrajew J., Błaszczak M., Dąbrowski J.: Badania skrawalności stali automatowych w Fabryce Zegarów w Łodzi. Sprawozdanie z pracy Katedry Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej B-317/237/M-5/8/2/62.

ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ РЕЗАНИЕМ АВТОМАТНЫХ МАРТЕНОВСКИХ СТАЛЕЙ  
С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ АЗОТА И ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ  
ФОСФОРА

Р е з ю м е

Обсуждено сравнительные исследования по обрабатываемости резанием автоматных сталей марок A10 и A10N производства ПНР и конверторных автоматных сталей зарубежного производства типа 9S20 и 9SMnPb23, выполненные кафедрой обработки резанием политехнического института в г. Гливице. Определили основные показатели обрабатываемости резанием этих сталей.

MACHINABILITY OF OPEN HEARTH FREE-CUTTING STEEL WITH HIGHER  
NITROGEN CONTENTS AND REDUCED PHOSPHORUS CONTENTS

S u m m a r y

This article deals with investigations of machinability of open hearth free-cutting steels A10 and A10N produced in Poland and converter free-cutting steels 9S20 and 9SMnPb23 types, from import. Investigations have found the basic machinability indices for these steels.