ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1968
Seria: MECHANIKA z. 31 Nr kol. 208

JERZY SZYRAJEW, JERZY DĄBROWSKI
Katedra Obróbki Skrawaniem

METODA BADANIA SKRAWALNOŚCI STALI AUTOMATOWYCH PRZY POMOCY PRÓB SKRAWANIA ZE STAŁĄ SIŁĄ POSUWOWĄ

Streszczenie. Przedstawiono, na podstawie literatury, poglądy na przydatność badania skrawalności przy pomocy metod opartych na zasadzie skrawania ze stałą siłą posuwową. Omówiono, zbudowane w Katedrze Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej, urządzenie do badań metodą wiercenia i toczenia ze stałą siłą posuwową. Użyto je do wyznaczenia wskaźników skrawalności dla szeregu stali automatowych, w tym również stali poddanych różnym zgniotom przy ciągnieniu. Wskaźniki te zestawiono ze wskaźnikami zużycia ostrza i niektórymi własnościami mechanicznymi badanych materiałów.

1. Wstęp

Scharakteryzowanie danego materiału pod względem skrawalności wymaga, jak wiadomo, wyznaczenia szeregu wskaźników, co pociąga za sobą konieczność dokonania wielu dość pracochłonnych badań. W szczególności pracochłonne są próby mające na celu określenie podstawowego wskaźnika skrawalności jakim jest trwałość ostrza, względnie okresowa szybkość skrawania. Duże zużycie materiału badanego, pracochłonność oraz koszty związane z dokonywaniem wspomnianych prób są czynnikami, które między innymi działają hamująco na wprowadzenie sprawdzania skrawalności do warunków technicznych odbioru materiałów.

Celem ułatwienia badań skrawalności, w szczególności dla potrzeb odbioru, czynione są od lat poszukiwania krótkotrwałych, lecz dostatecznie miarodajnych metod, którymi można by zastąpić długotrwałe i kosztowne próby. Do metod mających spełniać takie zadanie zalicza się między innymi próby skrawania ze stałą siłą posuwową.

Próba wiercenia ze stałą siłą osiową zaproponowana została przed około 70 laty przez W.J. Keepa i A. Bauera [1] jako metoda badania twardości żeliwa w warstwach leżących w głębi pod powierzchnią odlewu. W latach późniejszych metodę tę zaczęto stosować do określania skrawalności różnych metali [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Dużą zaletą próby wiercenia jest małe zapotrzebowanie materiału badanego oraz prostota stanowiska badawczego. Jako stanowisko może być wykorzystana zwykła wiertarka, zaopatrzona w prosty mechanizm przystosowany do wywierania stałej siły osiowej na wiertło [6]. Jako porównawczy wskaźnik skrawalności przyjmowana jest zwykle średnia wartość posuwu wiertła, wyliczona na podstawie zmierzonej drogi wiercenia i odpowiadającej jej ilości obrotów wrzeciona.

Nie wnikając narazie w ocenę przydatności omawianej metody do charakteryzowania skrawalności materiałów należy zauważyć, że w odniesieniu do badania stali automatowych może mieć ona raczej mniejsze zastosowanie. Ze względu na nierównomierny rozkład siarczków na przekroju pręta, ważniejsze staje się badanie skrawalności warstw zewnętrznych, które odznaczają się zwykle gorszą skrawalnością od rdzenia [7, 8]. W związku z tym do badania stali automatowych bardziej odpowiednią mogłaby być próba toczenia wzdłużnego ze stałą siłą posuwową. Z tego też powodu, badaniom tą metodą stali automatowych poświęcono więcej uwagi w okresie powojennym, a także w ostatnich latach [7, 9, 10, 11].

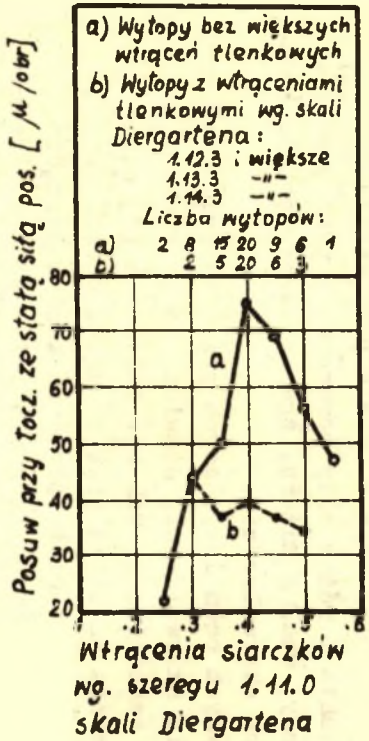
W szczególności, omawiana metoda zyskała większe zastosowanie w USA. Stosowano ją do badań, na podstawie których ustalono np. daleko idące wnioski dotyczące wpływu składu chemicznego na skrawalność stali automatowych [12]. Jako obszerniejszą pracę dotyczącą metody, wymienić należy pracę Bouglera, Shawa i Johnsona [9]. Stosowali oni do badań tokarkę, której suport dla zmniejszenia tarcia umieszczono na prowadnicach tocznych. Odpowiedni ciężar zawieszony na lince przerzuconej przez układ rolek i połączonej z suportem, wywierał stałą siłę posuwową w czasie toczenia. Urządzenie zapadkowe uniemożliwiające cofanie się suportu w czasie skrawania, zabezpie-

czało układ przed powstawaniem drgań. Droga toczenia wzdłuż osi przedmiotu mierzona była przy pomocy urządzenia wytwarzającego sygnały dźwiękowe w odstępach czasu odpowiadających przesunięciu się suportu, każdorazowo o odległość równą 0,2 cala. Ilość obrotów wrzeciona odpowiadającą drodze toczenia mierzono mechanicznym licznikiem obrotów.

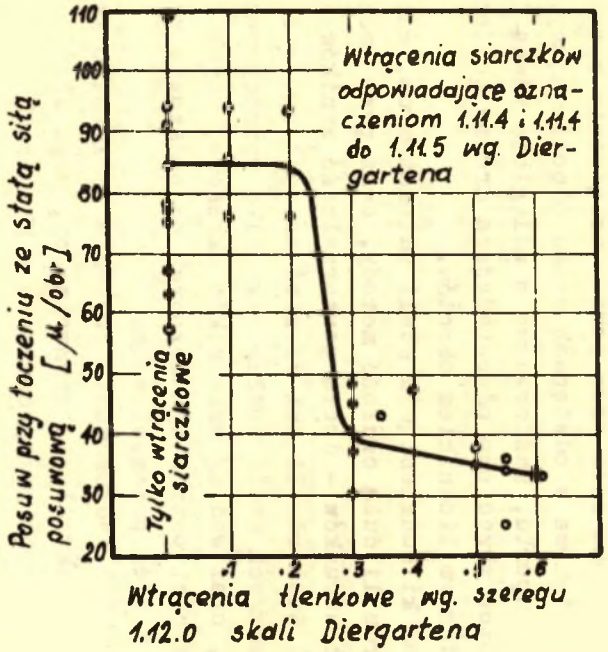
W wyniku badań kilkudziesięciu stali automatowych, autorzy pracy stwierdzili dużą czułość metody, oraz przy zachowaniu odpowiednich warunków - dobrą powtarzalność wyników i małe ich rozrzuty. Stwierdzili oni również na ogół zgodność uszeregowania badanych stali według wskaźnika wyznaczonego omawianą metodą, oraz według wskaźników okresowej szybkości skrawania i trwałości ostrza wyznaczonych na podstawie prób laboratoryjnych i ocen przemysłowych.

Jako inny przykład zastosowania toczenia wzdłużnego ze stałą siłą posuwową do określania skrawalności, mogą służyć badania stali automatowych przeprowadzone w Niemczech w latach 1961-1964 [7, 10]. Podobne do opisanego poprzednio stanowisko badawcze, wyposażone było tutaj w nieco doskonalszy układ pomiarowy. Zastosowano sprzężenie układu mierzącego drogę toczenia za pomocą licznika impulsów elektrycznych, z licznikiem obrotów wrzeciona. Badania dotyczyły skrawalności 5 różnych stali automatowych, przy czym w czasie prób stosowano trzy szybkości skrawania i różne siły posuwowe. Wyniki przeprowadzonych prób dały, według autora, zgodne uszeregowanie badanych stali z ich skrawalnością.

Obok pozytywnych ocen dotyczących przydatności omawianych metod do badania skrawalności, stawiane są im również poważne zarzuty natury zasadniczej. Tak np. Feldstein [1] stwierdza, że metoda skrawania ze stałą siłą posuwową charakteryzuje jedynie stopień oporu materiału przed wnikaniem narzędzia, nie może charakteryzować jednak skrawalności z punktu widzenia trwałości ostrza. W istocie próba nie uwzględnia zużycia ostrza, ani też na jej wynik nie oddziaływują cechy materiału skrawanego, wpływające na ścieranie ostrza narzędzia.



Rys. 1 Wpływ wtrąceń siarczków w stali 9520 na średnie wartości posuwu przy toczeniu ze stałą siłą posuwową



Rys. 2 Wpływ wtrąceń tlenkowych w stali 9520 na średnie wartości posuwu przy toczeniu ze stałą siłą posuwową

Rozważając ogólnie zagadnienie przydatności metody skrawania ze stałą siłą posuwową dla oceny wskaźnika trwałości ostrza należy przyjąć, że metoda ta może dać zadowalające rezultaty tylko wówczas, gdy polepszeniu wskaźnika trwałości ostrza badanych materiałów towarzyszy polepszenie wskaźnika siłowego. W szczególności duże znaczenie posiada tu kształt i rozkład wtrąceń siarczkowych. Wykazały to między innymi badania statystyczne, które przeprowadził w roku 1966 Radtke i Schreiber [11].

Dotyczyły one wpływu wtrąceń na skrawalność niemieckich stali automatowych 9S20, 9SMn23 i 9SMnPb23. Skrawalność 92 wytopów tych stali była oceniona w przemyśle na podstawie obserwacji i zakwalifikowana jako bardzo dobra lub zła. Wytopy uznane jako źle skrawalne charakteryzowały się niekorzystnym rodzajem wiórów, dużym zużyciem ostrza lub nadmierną chropowatością powierzchni.Niezależnie od tego dla 142 wytopów badanych stali o zgniocie przy ciągnieniu od 9 do 9,6% i twardości od 150 do 170 HB, wyznaczono wskaźniki średnich posuwów metodą toczenia wzdłużnego ze stałą siłą posuwową. Wyniki badań wykazały, że wytopy ocenione w przemyśle jako bardzo dobrze skrawalne, posiadały siarczki odpowiadające oznaczeniom: 1.11.4 oraz 1.11.4 do 1.11.5 według skali Diergartena. Wytopy źle skrawalne wykazały siarczki o innym zaszeregowaniu lub tym samym, lecz tylko w przypadku obecności większych wtrąceń tlenkowych.

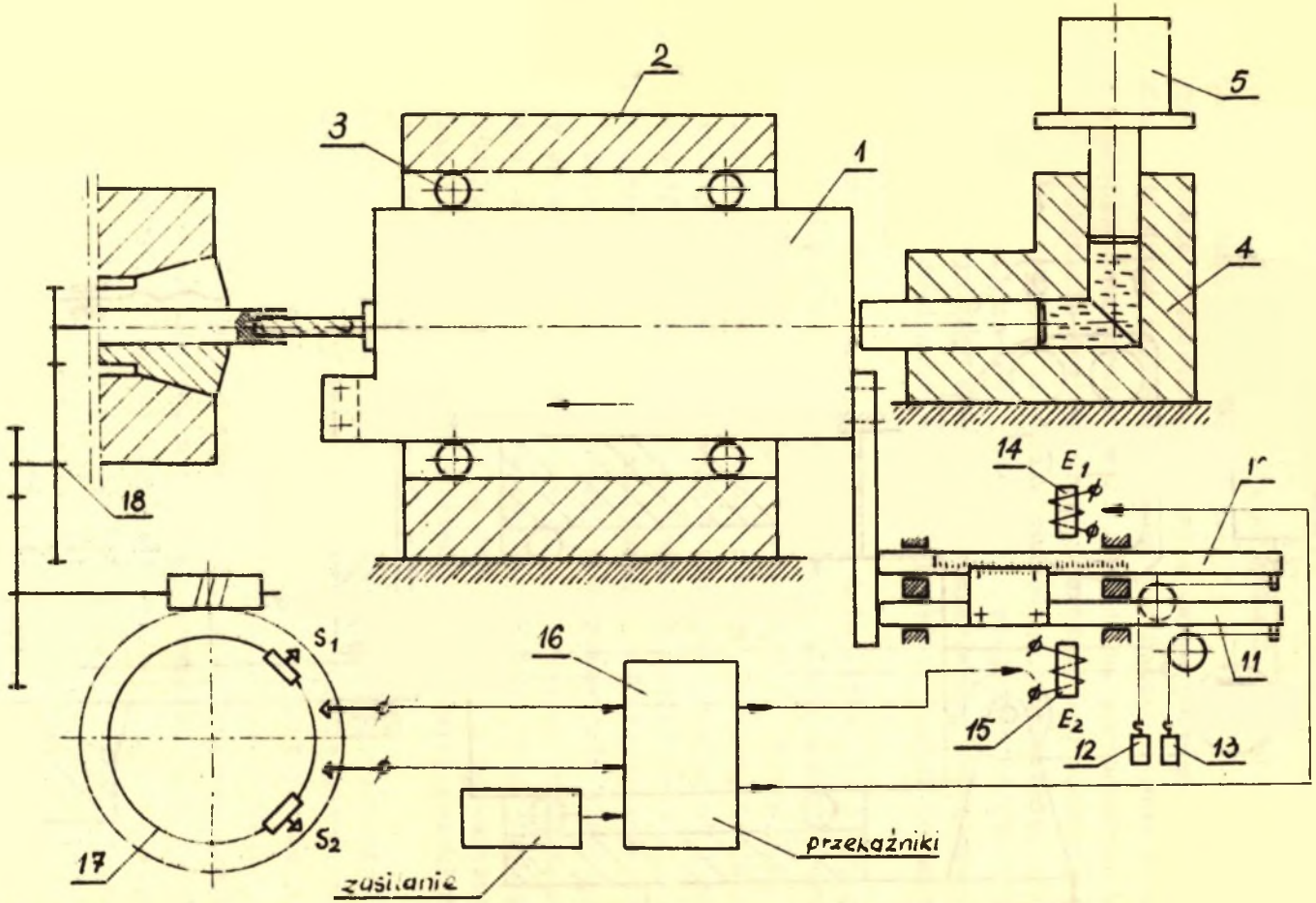
Wpływ wtrąceń na wskaźnik posuwu ustalony przez Radtke'go na podstawie próby toczenia ze stałą siłą posuwową - przedstawiono przykładowo dla stali 9S20 na rysunkach 1 i 2. Jak widać i tu, w przypadku braku większych wtrąceń tlenkowych (krzywa a na rys. 1), największe wskaźniki posuwu odpowiadają wytopom posiadającym siarczki zakwalifikowane do grupy 1.11.4 oraz 1.11.4 do 1.11.5 według skali Diergartena. W obecności większych wtrąceń tlenkowych wskaźnik ulega znacznemu obniżeniu. Ilustruje to krzywa b na rys. 1 oraz wykres przedstawiony na rys. 2.

Mając na uwadze przytoczone wyniki badań oraz doświadczenia amerykańskie postanowiono metody skrawania przy stałej sile posuwowej włączyć do programu prac prowadzonych w Katedrze Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej nad metodyką badania skrawalności stali automatowych. W tym celu postanowiono zbudować odpowiednie urządzenie do przeprowadzania prób oraz dokonywać badań porównawczych dla stali automatowych o ustalonych dokładnie charakterystykach skrawalności.

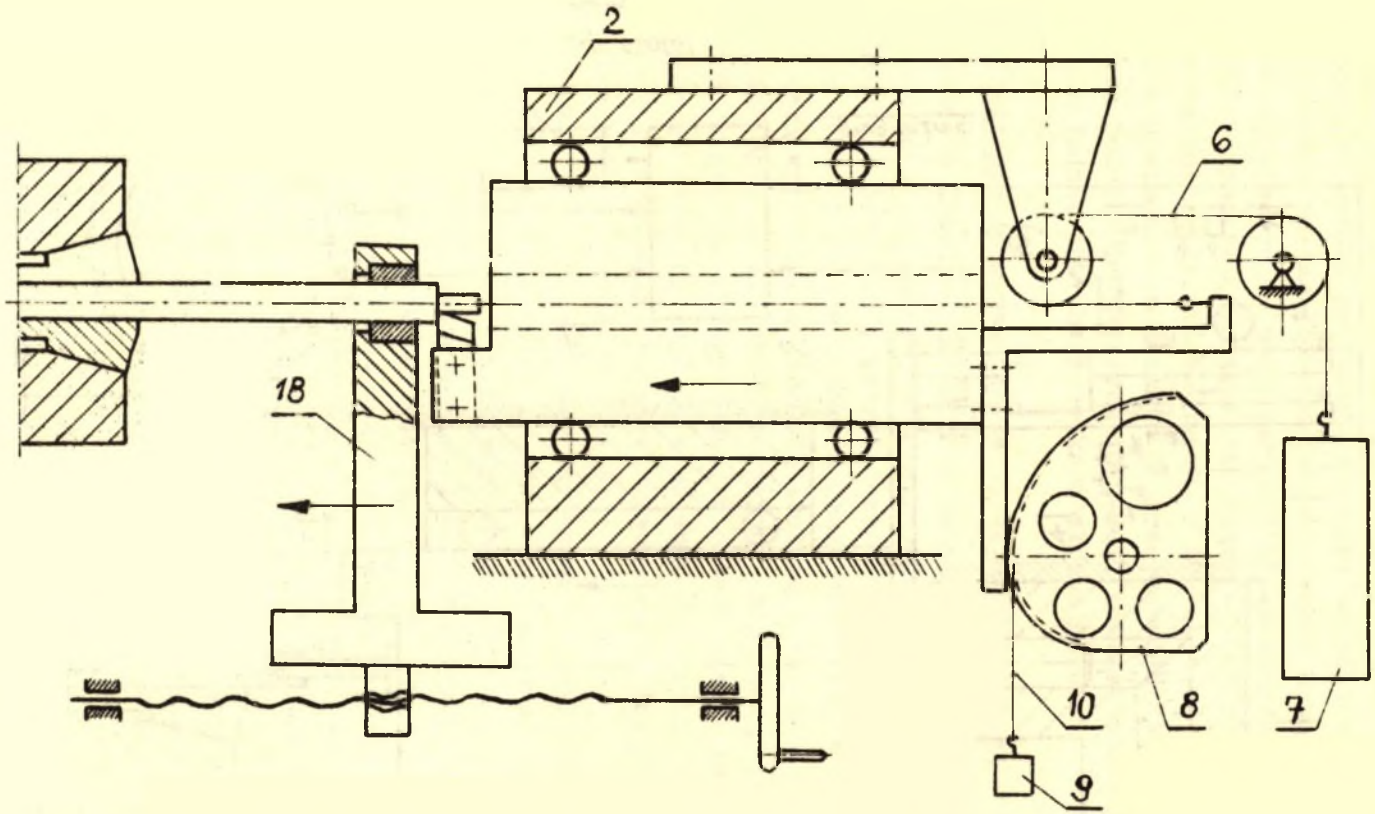
2. Urządzenie do skrawania ze stałą siłą posuwową

Zbudowane w Katedrze Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej stanowisko przeznaczone do przeprowadzania prób skrawania przy stałej sile posuwowej, przystosowano do badań stali automatowych w postaci prętów o małych średnicach, poniżej 10 mm. Do tego celu wykorzystano tokarkę stołową z wrzecionem starannie ułożyskowanym na łożyskach tocznych i napędzanym przekładnią pasową od silnika o regulowanej w sposób ciągły prędkości obrotowej. Mając na względzie warunek zachowania stałej siły posuwowej, stanowisko badawcze wyposażono w specjalny suport uwidoczniony na rysunkach 3 i 4.

Dokładnie oszlifowany sztywny suwak 1, przystosowany do zamocowywania w nim wierteł i noży, osadzono przesuwnie w obudowie 2. Celem zmniejszenia tarcia podparto go na prowadnicach tocznych, z zastosowaniem łożysk kulkowych 3, które osadzono w obudowie na mimośrodowych czopach służących do regulacji luzów. Potrzebna dla skrawania siła posuwowa, wywierana jest na suwak przy pomocy urządzenia hydraulicznego 4 z ciężarem 5 - tak jak to przedstawiono na rys. 3 lub też przy pomocy cięgła 6 i ciężaru 7 uwidocznionego na rys. 4. W celu wyeliminowania drgań w kierunku osi suwaka, powstających przy toczeniu wzdłużnym, została zastosowana krzywka 8 (rys. 4). Krzywka ta, napędzana małym ciężarkiem 9 zamocowanym na cięgle 10, dotyka swym obwodem tylnej powierzchni suwaka i zezwala na jego ruch jedynie w stronę wrzeciennika tokarki. Wywiera ona na suwak dodatkową nieznaczną siłę, której wartość



Rys. 3 Układ do wiercenia przy stałej sile poosiowej z urządzeniem do pomiaru długości drogi narzędzia



Rys. 4 Układ do toczenia ze stałą siłą posuwową

można przyjąć jako stałą, jeśli krzywka 8 posiada zarys o kształcie spirali logarytmicznej.

Przy budowie urządzenia specjalną uwagę poświęcono sposobowi mierzenia drogi narzędzia. Celem uniknięcia błędów związanych z początkowym okresem pracy narzędzia, postanowiono umożliwić rozpoczynanie pomiaru drogi wiercenia lub toczenia po upływie pewnego czasu od chwili rozpoczęcia skrawania, a więc w okresie ustabilizowanej już pracy. Osiągnięto to przez zastosowanie specjalnego urządzenia pomiarowego, sprzężonego na drodze elektrycznej z wrzecionem i przedstawionego schematycznie na rys. 3.

Do pomiaru drogi narzędzia służą dwie listwy 10 i 11, z których jedna posiada naciętą podziałkę milimetrową, druga zaś zaopatrzona jest w noniusz o dokładności odczytu 0,05 mm. Obie listwy, prowadzone wzdłużnie z małym tarciem, dociskane są do tylnej powierzchni suwaka 1 przy pomocy cięgieł i małych ciężarków 12 i 13. Każda z nich może być w odpowiedniej chwili unieruchomiona na skutek zadziałania elektromagnesów 14 i 15. Ze względu na to, że w obwody elektromagnesów włączone zostały przekaźniki elektryczne 16, do trwałego unieruchomienia każdej z listew wystarczający jest krótkotrwały impuls elektryczny. Źródłem impulsów są dwa styki S_1 i S_2 umieszczone na bębnie 17, który za pośrednictwem odpowiedniej przekładni 18, napędzany jest przez wrzeciono tokarki.

Położenie styków na obwodzie bębna można tak nastawić, aby początek pomiaru drogi narzędzia, czyli wysłanie pierwszego impulsu powodującego zatrzymanie listwy 11, następowało już w trakcie skrawania. Zatrzymanie drugiej listwy, a więc koniec pomiaru, następuje w momencie wysłania drugiego impulsu. Po zatrzymaniu obu listew, można na ich skalach odczytać długość drogi przebytej przez narzędzie w czasie odpowiadającym określonej ściśle ilości obrotów wrzeciona. Możliwość zmiany rozstawienia styków S_1 i S_2 na bębnie 17, pozwala na dobranie najwygodniejszej pomiarowej liczby obrotów. W czasie prób stosowano pomiary odpowiadające 300 obrotom wrzeciona. Dokładność zatrzymania obu listew mieści się w granicach około 0,3

jednego obrotu wrzeciona. Daje to np. w stosunku do liczby 300 obrotów błąd 0,1%. Jeżeli obok błędu unieruchamiania listew, uwzględnić błąd odczytu na noniuszu - 0,05 mm, to przy warunkach próby dających średnią pomiarową długość drogi narzędzia około 10 mm, ogólny średni błąd pomiaru posuwu opisanym urządzeniem nie przekracza ± 1%.

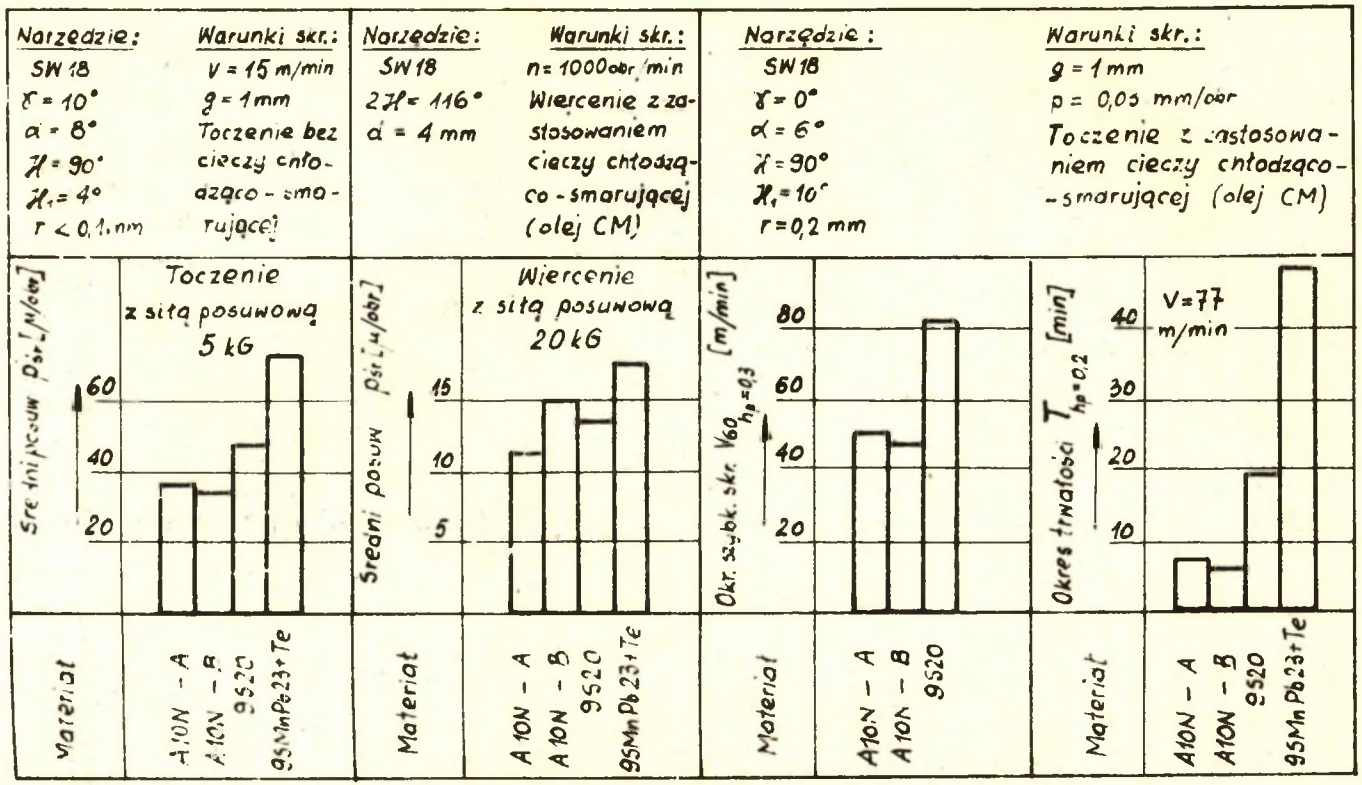
3. Próby skrawania ze stałą siłą posuwową

Celem porównania wyników próby skrawania ze stałą siłą posuwową z użytkowymi wskaźnikami skrawalności - przebadano przy użyciu omówionego uprzednio urządzenia, szereg stali automatowych o znanych charakterystykach skrawalności, ustalonych przy okazji innych badań [13, 14].

W czasie prób toczenia stosowano szybkości skrawania w zakresie od 15 do 25 m/min (liczone na średniej średnicy powierzchni skrawania) oraz stałą głębokość skrawania $g = 1$ mm. Skrawanie było przeprowadzane bez użycia cieczy chłodząco-smarującej, przy sile posuwowej 5 kG. Nóż tokarski ze stali SW18, o geometrii: $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $\varkappa = 90^\circ$, $\varkappa_1 = 4^\circ$, $r < 0,1$ mm, był starannie szlifowany na szlifierce narzędziowej ściernicą elektrokorundową, a następnie docierany na płycie żeliwnej proszkiem węglika boru o ziarnie 7μ.

Prób wiercenia ze stałą siłą posuwową dokonywano wiertłem ze stali SW18 o średnicy 4 mm. W czasie wiercenia stosowano chłodzenie olejem CM, przy czym prędkość obrotowa wrzeciona wynosiła 1000 obr/min, zaś siła posiowa - 20 kG.

W trakcie wstępnych prób toczenia, przeprowadzonych na jednym z badanych materiałów stwierdzono, że stan stępienia ostrza noża posiada wpływ na wyniki pomiarów. Do osiągnięcia stępienia rzędu $h_p = 0,03$ mm na powierzchni przyłożenia - otrzymuje się duże rozrzuty wyników. W okresie dalszej pracy noża, do stępienia około $h_p = 0,2$ mm - wyniki charakteryzują się dobrą powtarzalnością i wykazują rozrzuty w granicach mniejszych od 4%. Dalszej pracy noża towarzyszą ponownie zwiększone rozrzuty wyników.



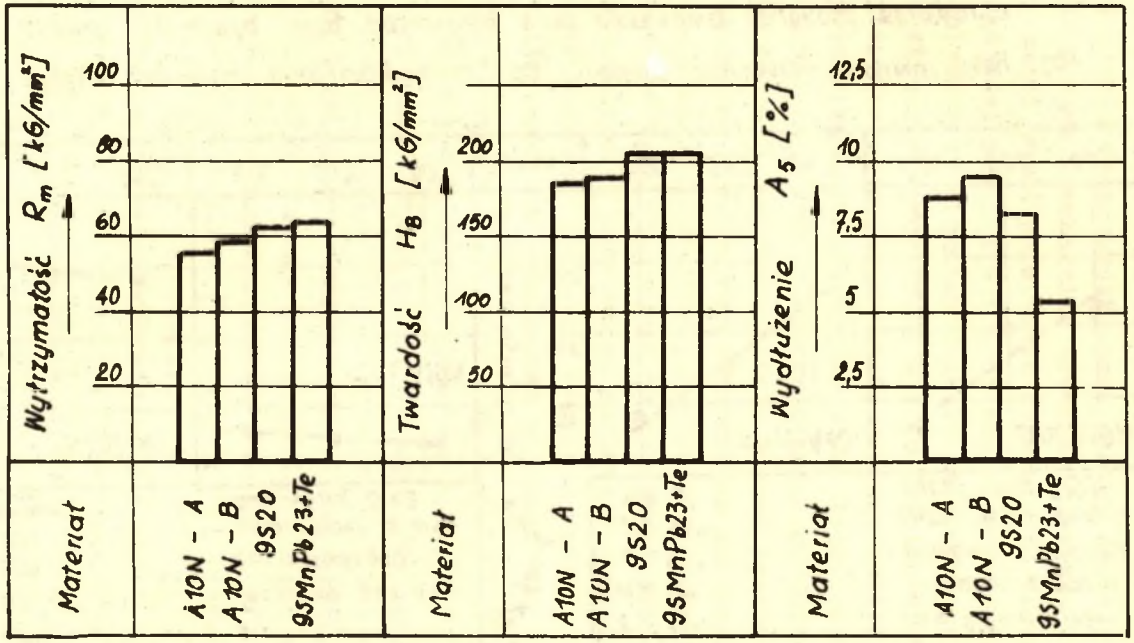
Rys. 5 Wskaźniki posuwu wyznaczone met. toczenia i wiercenia ze stałą siłą posuwową, okresowe szybkości skrawania oraz okresy trwałości ostrza dla stali A10N (wytop A i B), 9S20 i 9SMnPb23 + Te

Mając to na względzie, badania metodą toczenia przeprowadzano w oddzielnych seriach prób, stosując dla każdej serii przecstrzone narzędzie, przy czym wyników pierwszych prób nie brano pod uwagę. Celem dalszego udokładnienia wyników, próby dla poszczególnych materiałów przeprowadzano w zmiennej kolejności, powtarzając je dla każdego materiału przeciętnie 8 razy. Podobnie próby wiercenia przeprowadzano również na zmianę, powtarzając je po 5 razy dla każdego z badanych materiałów.

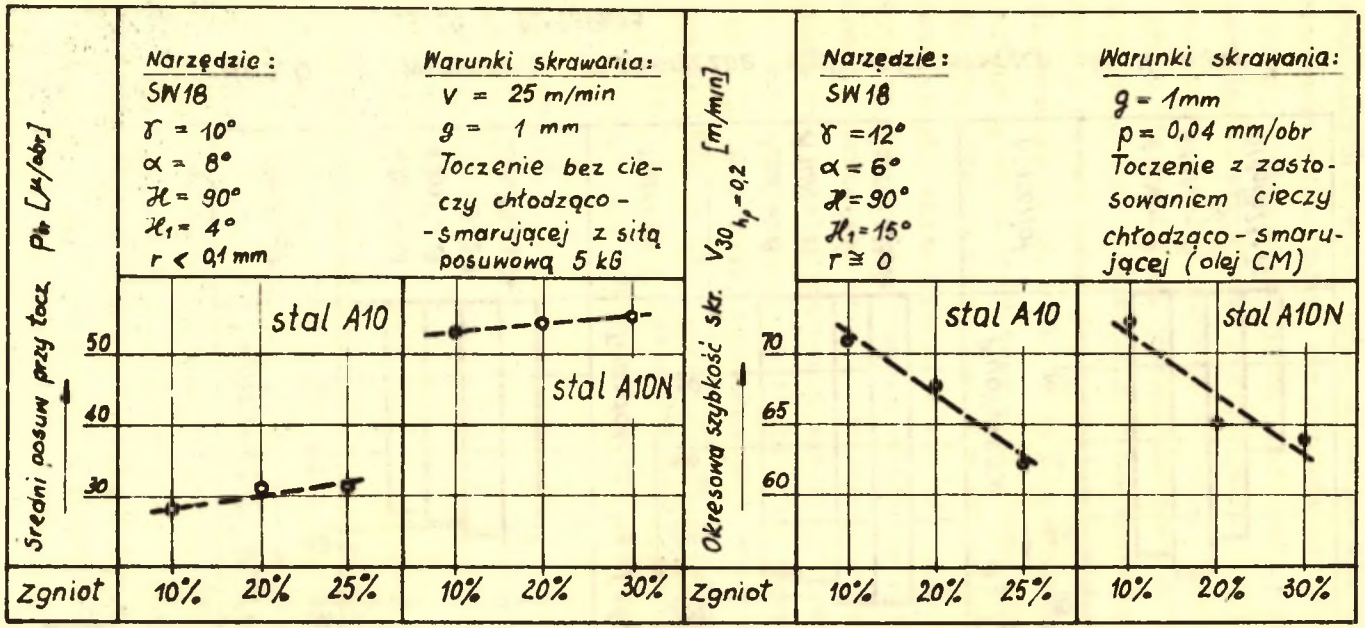
W pierwszej części badań przeprowadzono próby skrawania ze stałą siłą posuwową dwóch stali A10N pochodzących z dwóch próbnych wytopów, stali 9S20 oraz stali typu 9SMnPb23 zawierającej dodatek teluru. Składy chemiczne wspomnianych stali oraz ich charakterystyki skrawalności - zostały omówione w referacie pod tytułem "Skrawalność martenowskiej stali automatowej o zwiększonej zawartości azotu i obniżonej zawartości fosforu". Ustalone dla omawianych stali wskaźniki posuwu przy toczeniu wzdłużnym i wierceniu ze stałą siłą posuwową przedstawiono na rys. 5, na którym uwidoczniono również wskaźniki okresowej szybkości skrawania i trwałości ostrza, wyznaczone na podstawie dokładnych badań laboratoryjnych tych materiałów. Na rysunku 6 zestawiono natomiast niektóre własności mechaniczne badanych stali.

Jak można zauważyć, wskaźniki posuwu ustalone metodą toczenia uszeregowały badane stale zgodnie z ich wskaźnikami okresowej szybkości skrawania, względnie trwałości ostrza, Biorąc pod uwagę składy chemiczne badanych stali, a w szczególności zawartości w nich siarki i fosforu, można również stwierdzić zgodność uzyskanych wyników z badaniami Bouglera, Moorheada i Garveya, dotyczącymi skrawalności stali automatowych B1112 i B1113. Badania te wykazały [12], że na polepszenie wskaźnika skrawalności tych stali, wyznaczonego metodą toczenia ze stałą siłą posuwową, duży wpływ posiada obniżenie zawartości krzemu oraz zwiększenie zawartości siarki, a także i fosforu.

W odróżnieniu od omówionych wyników, próba wiercenia ze stałą siłą posuwową uszeregowała badane stale niezgodnie z ich wskaźnikami trwałości ostrza. Niezgodność tę można przypisy-



Rys. 6 Własności mechaniczne stali automatowych A10N (wytop A i B), 9S20 i 9SMnPb23



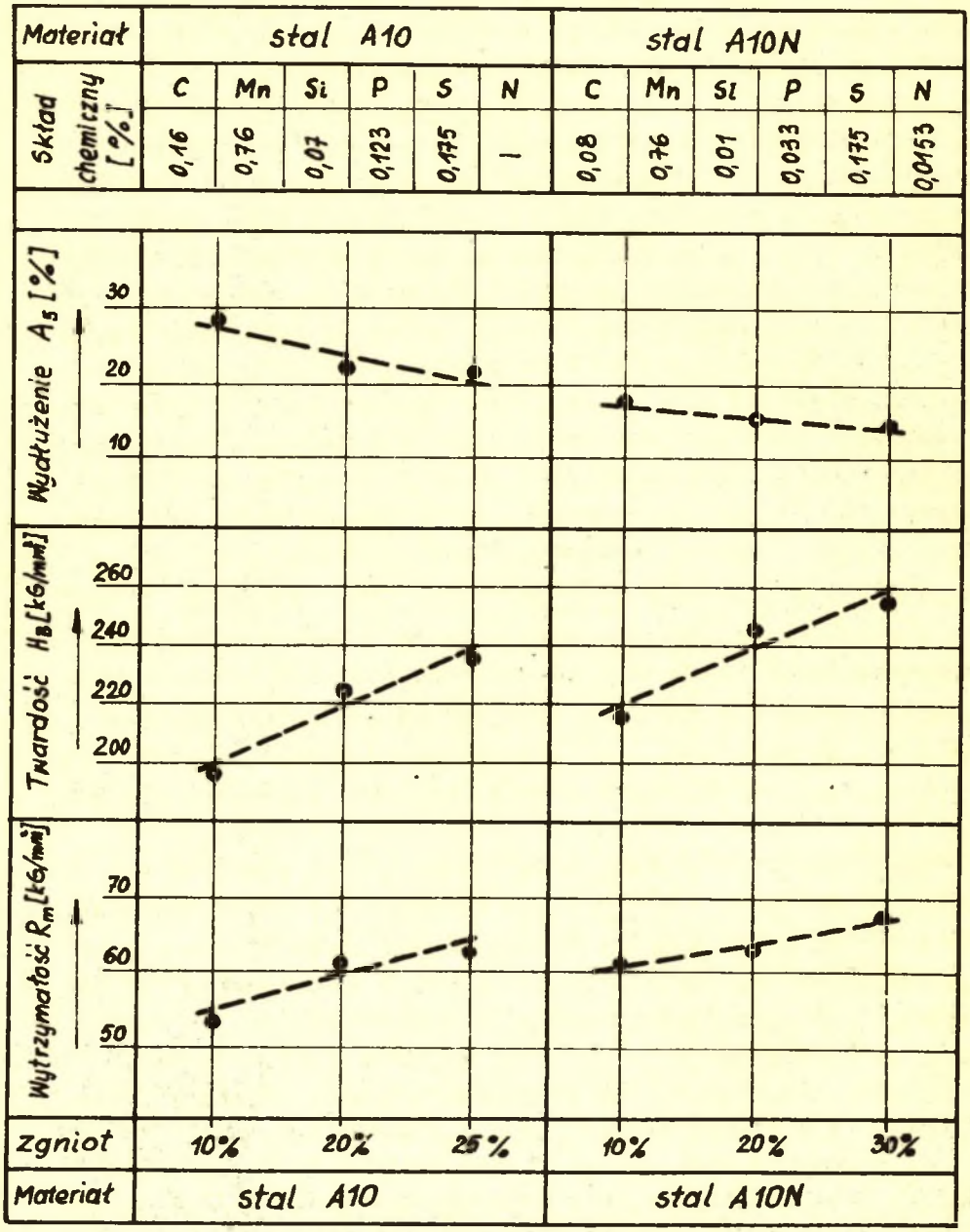
Rys. 7. Wpływ zgniotu przy ciągnieniu na średnie wartości posuwu przy toczeniu ze stałą siłą posuwową i na okresową szybkość skrawania

wać różnicom w rozłożeniu siarczków na przekrojach prętów, oraz różnym sposobom obróbki przy jakich zostały wyznaczone wskaźniki posuwu i wskaźniki trwałości ostrza.

Drugą część badań poświęcono zagadnieniu porównawczej oceny skrawalności stali A10 i A10N oraz zagadnieniu wpływu wielkości zgniotu przy ciągnieniu stali na wyniki próby toczenia ze stałą siłą posuwową. Pręty o odpowiednich średnicach, z dwóch wytopów wspomnianych stali, poddane zostały wyżarzeniu, a następnie ciągnieniu na wymiar 5 mm. Przez odpowiedni dobór średnic przed ciągnieniem uzyskano różne stopnie zgniotu. Wyniki prób toczenia ze stałą siłą posuwową prętów obu stali przedstawiono na rys. 7. Uwidoczniono na nim również dla porównania - wskaźniki okresowej szybkości skrawania $v_{30(h_p=0,2)}$, wyznaczone dla tych materiałów na podstawie prób laboratoryjnych. Na rys. 8 zestawiono natomiast niektóre własności mechaniczne i składy chemiczne badanych stali.

Porównując wartości wskaźników $p_{śr}$ oraz $v_{30(h_p=0,2)}$ odpowiadające tym samym zgniotom przy ciągnieniu można zauważyć, że próba toczenia ze stałą siłą posuwową nie dała w tym wypadku prawidłowej oceny skrawalności. Tak np. przy zgniocie 10%, wskaźnik posuwu stali A10N jest znacznie wyższy od wskaźnika stali A10, podczas gdy wskaźniki okresowej szybkości skrawania obu materiałów okazały się do siebie zbliżone. Niższe wartości wskaźnika posuwu uzyskane dla stali A10 można, w oparciu o badania Bouglera [12], kojarzyć z większą zawartością krzemu i węgla w tej stali.

Porównując wartości wskaźników posuwu stali A10N uwidocznione na rys. 7, ze wskaźnikami wyznaczonymi dla stali A10N A i B podanymi na rys. 5 - można zauważyć dużą ich różnicę. Opierając się na wynikach badań Beckera [7] i Bouglera [9], różnice te przede wszystkim należy przypisywać różnym szybkościom skrawania przy jakich przeprowadzono w obu przypadkach próby. Potwierdziły to dodatkowe badania stali A10N z wytopu B metodą toczenia ze stałą siłą posuwową przy szybkości skrawania 25 m/min. Wyznaczony w tych warunkach wskaźnik posuwu



Rys. 8 Własności mechaniczne i skład chemiczny stali automatowych A10 i A10N

dla stali A10N B, okazał się zbliżony do wskaźników wyznaczonych przy tej samej szybkości skrawania, w drugiej części badań stali A10N.

Porównanie wskaźników posuwu wyznaczonych dla stali poddanych różnym zgniotom przy ciągnieniu, wskazuje na tendencję ich wzrostu w miarę zwiększania się zgniotu i związanego z tym zmniejszania się wydłużenia. Równocześnie, jak to uwidoczniono na rys. 7, zaobserwowano towarzyszącą wzrostowi zgniotu tendencję pogarszania się wskaźnika okresowej szybkości skrawania. Zauważony tutaj przeciwstawny wpływ zgniotu na oba wskaźniki, może stanowić dodatkowe źródło błędnej oceny skrawalności na podstawie wyników próby toczenia ze stałą siłą posuwową. Tak np. przy porównywaniu skrawalności stali A10N o zgniocie 10 i 30% należałoby uznać, na podstawie próby toczenia ze stałą siłą posuwową, jako lepiej skrawalną stal o zgniocie 30%. Porównanie wskaźników okresowej szybkości skrawania wskazuje jednak, że w rzeczywistości lepiej skrawalną okazała się stal o zgniocie 10%.

4. Wnioski

Przeprowadzone badania potwierdziły zastrzeżenia dotyczące przydatności metody skrawania ze stałą siłą posuwową, dla oceny skrawalności z punktu widzenia okresowej szybkości skrawania.

Próby toczenia ze stałą siłą posuwową mogą pozwolić na zgodne uszeregowanie stali automatowych z ich skrawalnością wówczas, gdy występujące w porównywanych stalach składniki wpływające na obniżenie zużycia ostrza - równocześnie zgodnie wpływają na zmniejszenie tarcia na powierzchni ostrza narzędzia. Potwierdziły to przykładowo badania nieuspokojonych stali automatowych nie zawierających krzemu i różniących się znacznie zawartością siarki i dodatkiem ołowiu.

W przypadku porównywania skrawalności stali automatowych różniących się składnikami niezgodnie wpływającymi na zużycie ostrza i siłę tarcia - wyniki próby toczenia ze stałą siłą posuwową nie dają podstawy do oceny skrawalności. Potwierdziły

to badania porównawcze skrawalności stali A10 i A10N. Wykazały one również, że wielkość zgniotu przy ciągnieniu stali może mieć przeciwny wpływ na wskaźnik okresowej szybkości skrawania i wskaźnik posuwu, wyznaczony na podstawie próby toczenia ze stałą siłą posuwową.

Ścisłe ustalenie, przy jakich zastrzeżeniach dotyczących porównywanych materiałów, próba toczenia ze stałą siłą posuwową mogłaby być uznana jako miarodajna - wymagałoby przeprowadzenia szerszych i liczniejszych badań.

LITERATURA

[1] Feldsztajn E.I.: Metody opriedelenija obrabatywajemosti mietałłow. Moskwa, 1946.

[2] Pentacost H.T.: Machinability Studies Basic to Efficiency. Iron Age, Nr 16, 1939.

[3] Wallichs A., Mendelson W.: Zerspanungsprüfung von Gusseisen und Stahl. Maschinenbau, Nr 15/16, 1933.

[4] Melle W.: Beitrag zur Frage der Bearbeitbarkeit. Werkstattstechnik, 15 Nov., 1932.

[5] Guttman E.: Bearbeitkeitsprüfung von Hartmessing. Werkstattstechnik, Nr 14, 1932.

[6] Bułat A., Wolak B.: Instrukcja badań skrawalności stali automatowych. Materiały Instruktażowe IOS, Nr 29, 1965.

[7] Becker H.: Zerspanbarkeitsuntersuchungen nach dem Gewichts vorschubverfahren an Automantenstählen mit rd. 0,09% C. Stahl u. Eisen, Nr 5, 1964.

[8] Andrieu O.: Über die Zusammensetzung und Eigenschaften von Automatenstählen. Werkstattstechnik u. Maschinenbau, Nr 1, 1955.

[9] Bougler F.W., Shaw H.L., Johnson H.E.: Constant-Pressure Lathe Test for Measuring the Machinability of Free-Cutting Steels. Trans. ASME, Nr 5, 1949.

[10] Becker H.: Kurzprüfung der Zerspanbarkeit von Automatenstählen nach dem Gewichtsvorschubverfahren. Stahl u. Eisen, Nr 1, 1961.

[11] Radtke D., Schreiber D.: Einfluss der Sulfidausbildung auf die Zerspanbarkeit von Automatenstählen. Stahl u. Eisen, Nr 2, 1966.

[12] Müller H.: Die Zerspanbarkeit von Automatenstahl. Stahl u. Eisen, Nr 18, 1955, str. 1171-1176.

[13] Szyrajew J., Błaszczak M., Dąbrowski J.: Badania wpływu technologii wytapiania, sposobu wyżarzania oraz stopnia zgniotu przy ciągnieniu na skrawalność stali A10. Sprawozdanie z pracy, Katedry Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej N-55/M-5/4/64.

[14] Szyrajew J. i inni: Badanie skrawalności stali automatowej A10N oraz automatowych stali importowanych. Sprawozdarie z pracy Katedry Obróbki Skrawaniem Politechniki Śląskiej NB-205/154-M5/9/1/65.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ АВТОМАТНЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ РЕЗАНИЯ С ПОСТОЯННЫМ УСИЛИЕМ ПОДАЧИ

Р е з ю м е

Приведены, на основании литературы, обсуждения по применимости испытания обрабатываемости резанием методом резания с постоянным усилием подачи. Описана установка изготовленная кафедрой обработки резанием политехнического института в г. Гливице для испытания методом сверления и продольного точения с постоянным усилием подачи. Эту установку применили для определения показателей обрабатываемости резанием ряда автоматных сталей с включением сталей подвергаемых различным обжатиям при волочении. Эти показатели сопоставили с показателями износа резца и некоторыми механическими свойствами испытываемых сталей.

CONSTANT-PRESSURE MACHINING TEST FOR MEASURING THE MACHINABILITY OF FREE-CUTTING STEELS

S u m m a r y

This article deals with usability of measuring the machinability by constant-pressure machining methods. It is based on the proper literature. It describes the installation for investigation by drilling and turning with constant pressure made by the Department of Cutting at the Silesian Institute of Technology in Gliwice. This installation has found the machinability indices for some types of free-cutting steels, among them some with different drafts while cold-drawn, too. These indices have been compared with tool life and mechanical properties of tested steels.