

dr inż. Aleksander STREUBEL
Instytut Technologii Budowy Maszyn
Politechniki Wrocławskiej

WPLYW SKŁADU CHEMICZNEGO I TWARDOŚCI ŻELIWA NA EFEKT
TECHNOLOGICZNY WIERCENIA WIERTŁAMI LUFOWYMI

1. Wstęp

Wiercenie wiertłami lufowymi znajduje coraz szersze zastosowanie podczas wykonywania długich otworów /powyżej 5D/. Szczególną rolę odgrywa tu wysoka jakość uzyskanego otworu co obrazuje tablica I [1]. W wielu przypadkach pozwala to pominąć czasochłonne i mało wydajne operacje rozwiercania, a często nawet doglądania i docierania. Dodatkową zaletą jest duża wydajność, która może być nawet 5-krotnie większa od wiercenia konwencjonalnego oraz duża sumaryczna trwałość wiertła. Jednym wiertłem lufowym można wywiercić do 100 mb otworu, gdy krętym z trudem osiąga się 1 mb. Do wad należy zaliczyć znaczny koszt drogiej wiertarki specjalnej do głębokiego wiercenia i samego wiertła lufowego. Obniżkę kosztów można uzyskać przez adaptację obrabiarki uniwersalnej, tzn. przez wykonanie dodatkowego oprzyrządowania. Poniesione nakłady finansowe według [2] amortyzują się w ciągu 2 lat, gdy sumaryczna długość wierconych otworów w miesiącu wynosi 25 mb.

W niniejszej pracy omówiono wycinek z badań prowadzonych w Instytucie Technologii Budowy Maszyn Politechniki Wrocławskiej, a dotyczący wiercenia otworów wiertłami lufowymi w żeliwie.

2. Stanowisko do badań

Badania przeprowadzono na stanowisku składającym się z:

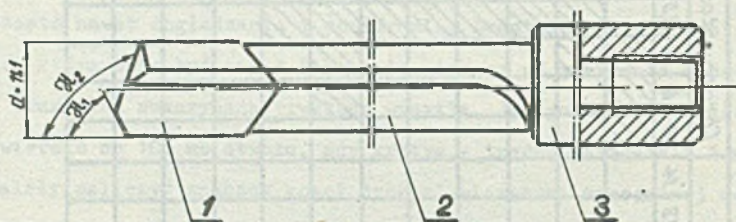
- tokarki TUD-50 ze specjalnie wykonaną gitarą umożliwiającą stosowanie posuwów od 0,01 mm/2 π rad,
- siłomierza tensometrycznego mocowanego na suporcie tokarki,
- urządzenia do podawania chłodziwa o ciśnieniu do 12 MPa,
- osłon zabezpieczających przed rozbryzgami chłodziwa.

Przedmiot mocowany był w uchwycie samocentrującym tokarki, natomiast wiertło w tulejce zaciskowej siłomierza. Ten ostatni współpracował z aparaturą rejestrującą firmy Hottinger. Narzędzie użyte do badań pokazano na ry-

Tab.I Zależność jakości otworu od rodzaju obróbki

Rodzaj obróbki		Długość otworu				klasa dokładności IT										Chropowatość powierzchni Ra μm												
		1D	2D	5D	10D	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01	
Hiercenie	Hiercko kręte																											
	Hiercko łufowe																											
	Hiercko BTA																											
	Hiercko eżektorowe																											
Rozwiercanie																												
Przeciąganie																												
Wytaczanie																												
Szlifowanie																												
Dogładzanie																												
Docieranie																												
Polerowanie																												
Dogniatanie																												

sunku 1. Składa się ono z części chwytowej, łączącej i głowicy skrawającej, wykonanej z węglika spiekane go H05. Szersze omówienie celowości takiej konstrukcji można znaleźć w [3,4]:



Rys.1. Wiertło lufowe

- 1- głowica ostrza /węgiel spiekany H05/, 2 - część łącząca,
3- część chwytowa.

3. Program badań

Badania przeprowadzono dla 3 gatunków żeliwa.

Podstawowe badania przeprowadzono na żeliwie stopowym stosowanym na przewodniki zaworowe w silnikach wysokoprężnych. Żeliwo to ma w swym składzie chemicznym C ~ 2 %, Cr ~ 10 %, Mo ~ 0,5 %, Si ~ 2,2 %, Mn ~ 0,07 %, P i S < 0,1 % i jest obrabiane cieplnie w celu uzyskania twardości eksploatacyjnej 240-280 HB. Dla celów badawczych konieczne było rozszerzenie zakresu twardości żeliwa, co uzyskano również na drodze odpowiedniej obróbki cieplnej. Zakres ten mieścił się w granicach od 200 do 310 HB, co umożliwiło określenie wpływu twardości żeliwa na efekt technologiczny wiercenia.

Drugim gatunkiem było żeliwo niskostopowe stosowane na przewodniki zaworowe do silników benzynowych. Jego skład chemiczny: C ~ 3,3 %,

Si ~ 2,6 - 2,8 %, Cr ~ 0,5 %, Mo ~ 0,5 %, P ~ 0,4 % o twardości w zakresie 240-260 HB. Dla celów porównawczych przeprowadzono serię prób wiercenia żeliwa Zl-200.

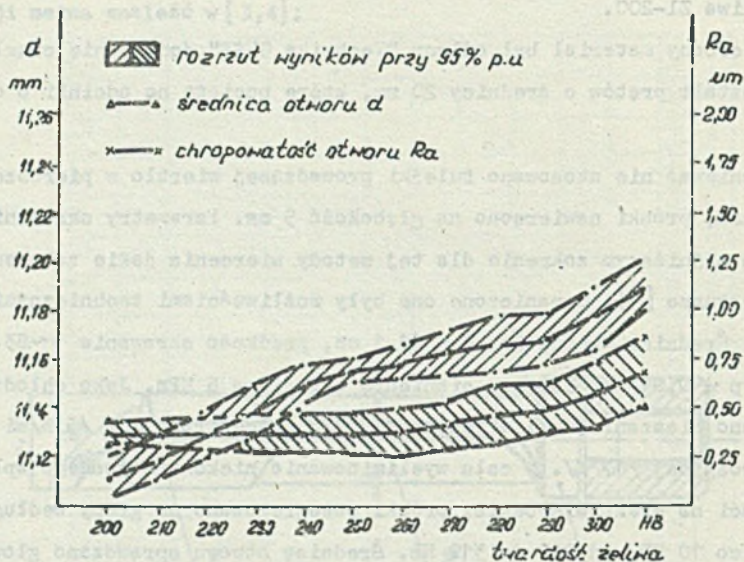
Wiercony materiał był odlany "Technika GUS" /odlewanie ciągłe/ i miał kształt prętów o średnicy 20 mm, które pocięto na odcinki o długości 90 mm.

Ponieważ nie stosowano tulejki prowadzącej wiertło w pierwszej fazie wiercenia, próbki nawiercono na głębokość 5 mm. Parametry skrawania dobrano w najniższym zakresie dla tej metody wiercenia jakie zalecane są w literaturze [4]. Ograniczone one były możliwościami technicznymi obrabiarce. Średnica wiercenia $d = 11,1$ mm, prędkość skrawania $v \sim 63$ m/min, posuw $p = 0,01$ mm/2 π rad, ciśnienie chłodziwa 6 MPa. Jako chłodziwo stosowano mieszaninę sulfofrezolu /77 %/, koncentratu ACP /6 %/ i nafty antykorozyjnej /17 %/. W celu wyeliminowania niekontrolowanego wpływu twardości na efekt wiercenia, próbki posegregowano na grupy według twardości, co 10 HB, od 200 do 310 HB. Średnicę otworu sprawdzono głowicą pneumatyczną współpracującą z przyrządem Aeropsn, zapewniając dokładność pomiaru $\pm 0,001$ mm. Chropowatość powierzchni mierzono na profilometrze ME10.

4. Wyniki badań

Cechą charakterystyczną otworów wierconych wiertłami lufowymi jest ich rozbitcie od strony wejścia wiertła w materiał. Średnica i długość rozbitcia otworu zależą od sposobu prowadzenia wiertła w pierwszej fazie wiercenia. Rozbitcie jest duże w przypadku stosowania wstępnego nawiercania. Według przeprowadzonych badań dla średnicy wiertła $d = 11,1$ mm rozbitcie otworu mieściło się w granicach $\Delta d = 0,05 - 0,3$ mm na długości od 6 do 10 mm, wobec czego przyjęto pomijać tę część otworu w dalszych analizach. Pomiar średnicy otworu wykonywano od głębokości 20 mm co 10 mm. Chropowatość powierzchni otworu mierzono na 5 różnych głębokościach co 10 mm. Uzyskane wyniki zostały opracowane matematycznie przy założeniu 95 % poziomu ufności.

Jedną z serii badań miała na celu określenie wpływu twardości żeliwa na średnicę i chropowatość wierconego otworu. Uzyskane wyniki posłużyły do wykonania wykresów pokazanych na rysunku 2. Jak można zauważyć,

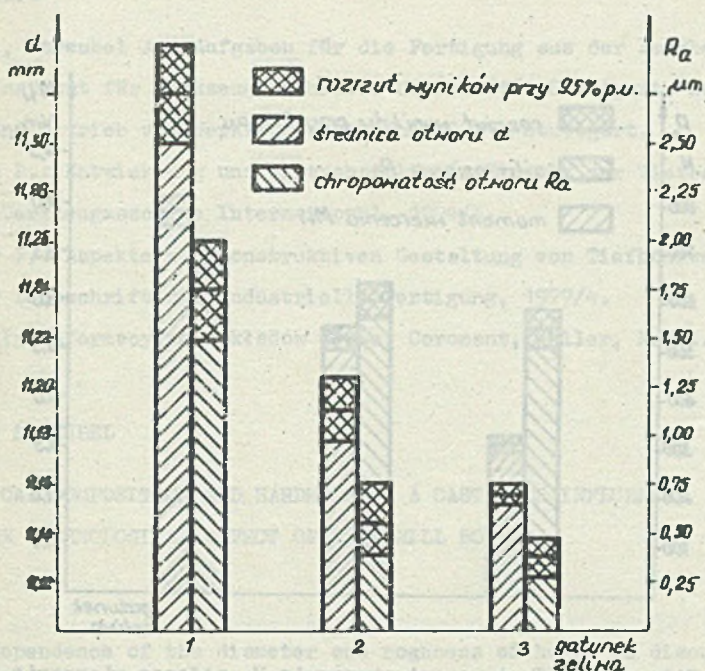


Rys.2. Zależność średnicy i chropowatości otworu od twardości żeliwa. Warunki skrawania: średnica wiertła $d = 11,1$ mm; prędkość skrawania $v = 63$ m/min; posuw $p = 0,01$ mm/ 2π rad; ciśnienie chłodziwa 6 MPa, materiał: żeliwo wysokostopowe.

ze wzrostem twardości żeliwa z 200 do 310 HB zwiększa się rozbieżność otworu z 120 do 190 μm . Wyniki pomiarów chropowatości otworu wykazują, że dopiero twardość żeliwa powyżej 260 HB ma wpływ na wzrost chropowatości.

Druga z serii badań miała umożliwić określenie wpływu składu chemicznego żeliwa na średnicę i chropowatość wierconego otworu. Badania przeprowadzono na wymienionych wcześniej gatunkach żeliwa, przy takich samych parametrach skrawania. Uzyskane wyniki przedstawiono na rysunku 3. Jak można zauważyć, najgorsze efekty technologiczne uzyskano dla żeliwa Z1200. Należy sądzić, że decyduje o tym głównie postać grafitu w strukturze. Wprowadzenie nawet niewielkich ilości dodatków stopowych do żeliwa takich jak chrom i molibden powoduje polepszenie efektów wiercenia.

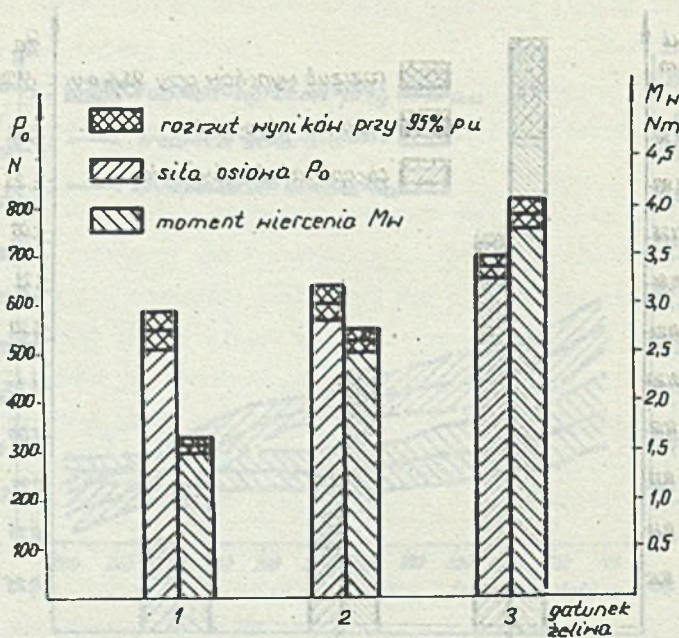
W czasie badań prowadzono również pomiary oporów skrawania, tj. momentu skrawania oraz siły posuwowej. Uzyskane wyniki przedstawione



Rys.3. Zależność średnicy i chropowatości otworu od gatunku żeliwa.

Warunki skrawania: średnica wiertła $d = 11,1$ mm; prędkość skrawania $v = 63$ m/min; posuw $p = 0,01$ mm/2 π rad; ciśnienie chłodziwa 6 MPa; materiał: 1- Zl200; 2 - żeliwo niskostopowe; 3 - żeliwo wysokostopowe.

rysunku 4 wykazały, że skład chemiczny żeliwa ma istotny wpływ na wartość oporów skrawania. Szczególnie zauważa się to dla momentu skrawania. Najmniejsze opory skrawania zmierzono podczas wiercenia żeliwa Zl200. Zwiększenie procentowej zawartości dodatków stopowych w żeliwie powodują wzrost oporów skrawania. W trakcie dalszych badań stwierdzono również, że na średnicę i chropowatość otworu wpływ ma posuw. Zwiększając go do wartości $p = 0,02$ mm/2 π rad uzyskuje się wyniki zbliżone do pokazanych na rysunkach. Przekroczenie wartości posuwu $p = 0,025$ mm/2 π rad dla prędkości skrawania $v = 63$ m/min powoduje zdecydowane pogorszenie jakości otworu i jednoczesny znaczący wzrost oporów skrawania.



Rys. 4. Siła osiowa P_0 i moment skrawania M_w podczas wiercenia żeliwa. Warunki skrawania: średnica wiertła $d = 11,1$ mm; prędkość skrawania $v = 63$ m/min; posuw $p = 0,01$ mm/2 π rad; ciśnienie chłodziwa 6 MPa; materiał: 1- Ż1200; 2 - Żeliwo niskostopowe; 3 - Żeliwo wysokostopowe.

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że:

- 1) Skład chemiczny żeliwa ma istotny wpływ na dokładność i chropowatość otworu wierconego wiertłem lufowym. Żeliwo posiadające w swym składzie chemicznym chrom oraz niewielkie ilości molibdenu, manganu i krzemu pozwala uzyskać otwory o mniejszym rozbiću i chropowatości powierzchni.
- 2) Twardość żeliwa w obrębie tego samego gatunku ma wpływ na rozbiću i chropowatość otworu. W miarę wzrostu twardości żeliwa zwiększa się rozbiću otworu oraz rosną opory skrawania.

6. Literatura

1. Koch J., Streubel A.: Aufgaben für die Fertigung aus der Lochbearbeitung. Institut für Werkzeugmaschinen. Universität Stuttgart. Konstruktion und Betrieb von Werkzeugmaschinen, 1931 - Stuttgart.
2. Gruener E.: Entwicklung und wirtschaftlicher Einsatz der Tiefbohrverfahren, Werkzeugmaschine International, 1974/5.
3. Pflieger F.: Aspekte zur konstruktiven Gestaltung von Tiefbohrwerkzeugen, WT Zeitschrift für industrielle Fertigung, 1977/4.
4. Materiały informacyjne zakładów Avgac, Coronant, Heller, Nagel.

Aleksander STREUBEL

CHEMICAL COMPOSITION AND HARDNESS OF A CAST IRON INFLUENCE ON THE TECHNOLOGICAL EFFECT OF GUN DRILL BORING

Summary

The dependence of the diameter and roughness of holes is discussed on the cast iron hardness bored with gun drills. The influence of the chemical composition is shown on the diameter and roughness of a machined hole. The results of axial force measurements and cutting torque are presented during drilling of three different grades of cast iron.