

Alicja Bałkowiec¹, Paweł Prusko², Jerzy Szawłowski³

CENA CZY JAKOŚĆ? ILE SĄ WARTE TANIE WIERTŁA?

STRESZCZENIE: Celem przeprowadzonych badań było określenie jakości wiertel do metali, na których naniesione zostało oznaczenie HSS. Badaniom poddane zostały wiertła różnych producentów, a ich ceny wynosiły od ~0,6 do 18 zł. Za wiertła dobrej jakości uznano te, które spełniły wszystkie stawiane im wymagania: spełniły kryteria próby zużyciowej, twardość zgodną z wymaganiami normy PN-60/M-02813, strukturę oraz skład chemiczny odpowiedni dla stali szybko tnącej (PN-ISO 11054:1996). Wyniki badań odniesiono do ceny badanych wiertel.

SŁOWA KLUCZOWE: stal szybko tnąca, wiertła kręte, wiertła do metalu, HSS

1. WSTĘP

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie zgodności z wymaganiami jakości wiertel do metalu z naniesionym oznaczeniem HSS pochodzących od różnych producentów i odniesienie jej do ich ceny. Przeprowadzone badania pozwalają na wysnucie wniosków na temat opłacalności stosowania wiertel, których cena mieści się w różnych zakresach: od ~0,60 do 18 zł.

Za wiertła dobrej jakości uznano te, które spełniły wszystkie stawiane im wymagania: pozytywnie przeszły próbę zużyciową, twardość zgodną z wymaganiami normy PN-60/M-02813, strukturę oraz skład chemiczny odpowiedni dla stali szybko tnącej. Wyniki badań odniesiono do ceny badanych wiertel.

Zgodnie z normą PN-60/M-02813 twardość wiertła na $\frac{3}{4}$ długości ostrza powinna wynosić co najmniej 62 HRC. Skład chemiczny powinien być zgodny z normą PN-ISO 11054:1996. Zawartość węgla powinna mieścić się w zakresie 0,75 - 1,3%, chromu 3,5 – 5,0%, wolframu 6,0 - 19,0%, wanadu 1,0 - 4,8%, molibdenu 3,0 – 10,0%, w niektórych przypadkach kobaltu 4,5-10,0%. Struktura stali szybko tnącej powinna składać się z drobnych równomiernie rozłożonych węglików na tle martenzytu skrytoiglastego.

2. MATERIAŁ BADANY I METODYKA BADAŃ

2.1 Materiał badany:

Badaniom zostały podane, pochodzące z różnych źródeł, wiertła kręte o średnicy 8 mm przeznaczone do wiercenia otworów w metalu. Na wszystkich badanych wiertłach naniesiono oznaczenie stali szybko tnącej HSS. Badaniom poddano 9 wiertel:

Tab. 1. Opis badanego materiału

| Wiertło | Opis | Cena [zł] |
|---------|--|-----------|
| 1 | wiertło porównawcze. Producentem jest firma Sarius. Powierzchnia szlifowana. | 18 |
| 2 | naniesione oznaczenie P6M5K5 oraz symbol producenta. Pokryte TiN | 14 |
| 3 | naniesione oznaczenie P6M5. Powierzchnia szlifowana | 12 |
| 4 | naniesione oznaczenie 8 BHH (huta Baildon) | 6 |
| 5 | producent nieznan | 4 |
| 6 | producent nieznan | 4 |
| 7 | komplet 13 wiertel. Producent firma Topex. Cena kompletu 7.99 | ~0,60 |

¹ Alicja Bałkowiec, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej

² Paweł Prusko, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej

³ dr hab. inż. Jerzy Szawłowski, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej

| | | |
|---|---|-------|
| 8 | komplet 19 wiertel pokrywanych TiN. Producent firma MEGA. Cena kompletu 32 zł | ~1,70 |
| 9 | komplet 5 wiertel; brak nazwy producenta. Cena kompletu 4,99 zł | ~1 |

Na rysunku numer 1 przedstawione jest przykładowe wiertło, z grupy wiertel poddanych badaniom.



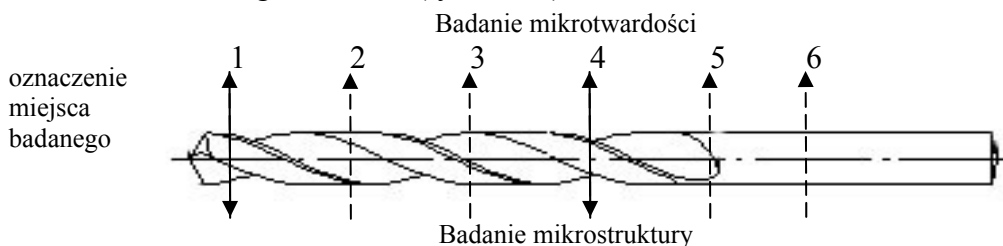
Rys. 1. Wiertło nr 4

2.2. Metodyka badań

Próba zużyciowa polegała na wierceniu otworów na głębokość 20 mm w stali NC6 w stanie wyżarzonym (twardość 88 HRB), wiertarką stołową (nastawy: 450 obrotów/min, posuw 0,1 mm/obrót), aż do stępienia lub zniszczenia uniemożliwiającego dalsze wiercenie. Nie stosowano chłodzenia.

Mikrotwardość materiału wiertła na długości ($HV_{0,2/5}$) zmierzono metodą Vickersa przy obciążeniu 1,961 N ($HV_{0,2/5}$). Odchylenie standardowe wynosiło 50 jednostek. Pomiar wykonano w 6 miejscach (rysunek 2).

Zbadano strukturę materiału wiertła w dwóch miejscach: w odległości 1 cm od czubka ostrza oraz w na $\frac{3}{4}$ długości ostrza (rysunek 2).



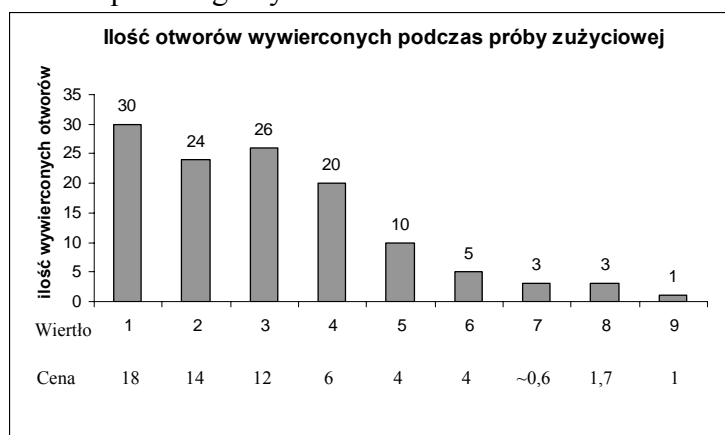
Rys. 2. Miejsca badania mikrotwardości oraz badania mikrostruktury wiertła

Badanie struktury wykonano przy pomocy mikroskopu optycznego. Skład chemiczny materiału wiertła zbadano metodą XRF (X-Ray Fluorescence Spectroscopy) przy użyciu urządzenia X-MET 3000T firmy Metorex.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1 Próba zużyciowa

Na rysunku 3 przedstawiono wykres ukazujący ilość wywierconych otworów podczas badania poszczególnych wiertel.



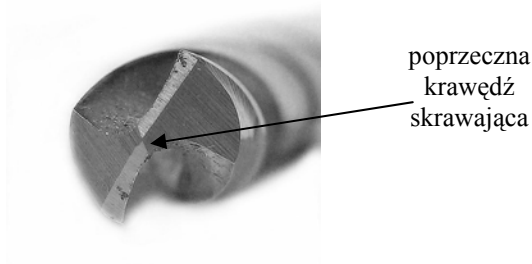
Rys. 3. Wykres ukazujący ilość wywierconych otworów w zależności od ceny wiertła

Wiertła ulegały różnym rodzajom zniszczenia:

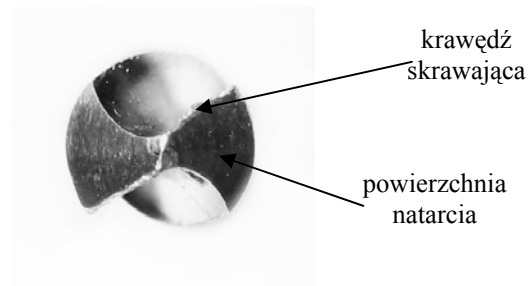
- W wiertłach 1, 2, 3 i 4 stopniu uległy poprzeczne krawędzie skrawające. Charakterystyka zniszczenia przedstawiona jest na rysunku 4.
- Wiertło nr 6 uległo stępieniu w szerszym zakresie: stopieniu uległa poprzeczna krawędź skrawająca, krawędzie skrawające oraz naroża (rysunek 7).

- W wiertle nr 5 silnemu stopieniu uległa poprzeczna krawędź skrawająca. Główną przyczyną utraty jego zdolności skrawających było zgrzanie się wióra z krawędzią skrawającą (rysunek nr 8).

- Wiertła nr 7, 8 były źle naostrzone. Powierzchnia przyłożenia znajdowała się powyżej krawędzi skrawającej. Oba wiertła wywierciły po 3 otwory.
- Wiertło numer 9 pękło przy próbie wywiercenia 2 otworu (rysunek 9). Był to przełom kruchy.



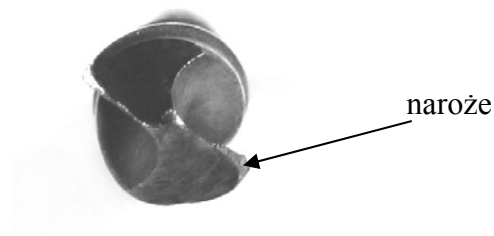
Rys. 4 Wierchołek wiertła nr 1 przed próbą zużyciową



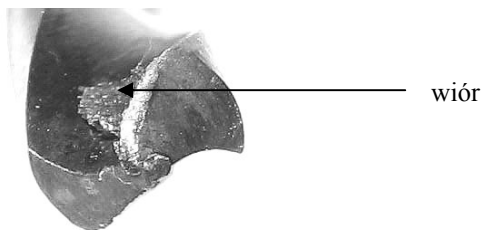
Rys. 5 Wierchołek nr 1 po próbie zużyciowej. Widoczne stopienienie poprzecznej krawędzi skrawającej oraz krawędzi skrawającej



Rys. 6 Wiertło nr 6 przed próbą zużyciową



Rys. 7 Wiertło nr 6. Widoczne wyraźne stopienienie naroży oraz poprzecznej krawędzi skrawającej.

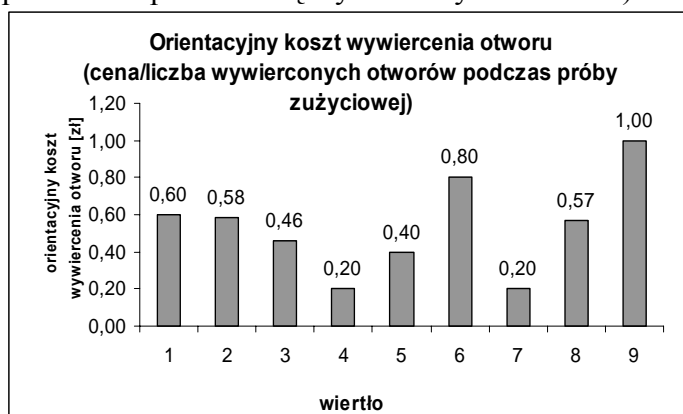


Rys. 8 Wiertło nr 5 po próbie zużyciowej. Widoczne silne stopienienie poprzecznej krawędzi skrawającej oraz wiór zgrzany z krawędzią skrawającą.



Rys. 9 Wiertło nr 9 po próbie zużyciowej

Na rysunku 10 porównano orientacyjny koszt wywiercenia jednego otworu (cena wiertła podzielona przez liczbę wywierconych otworów).

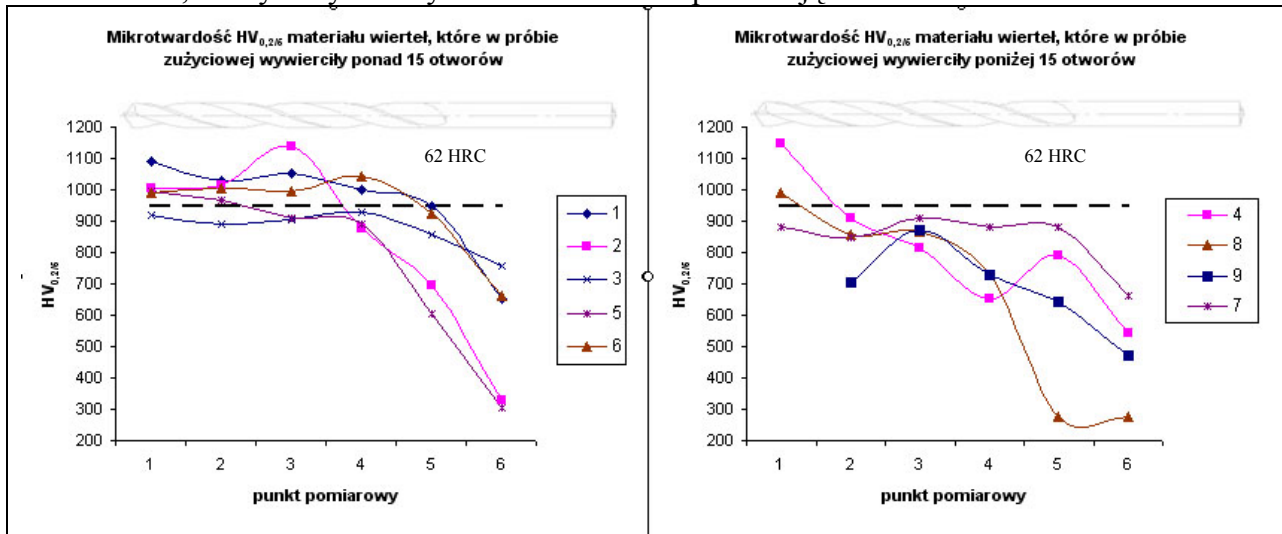


Rys. 10 Orientacyjny koszt wywiercenia jednego otworu

3.2 Pomiar mikrotwardości

Ze względu na kształt wiertel zbadanie makrotwardości było niemożliwe. Umieszczenie ich w przyzbie nie gwarantowało prawidłowego ułożenia badanego wiertła względem wgłębnika. Z tego powodu wiertła były specjalnie przygotowane poprzez zeszlifowane, aż do uzyskania płaskiej powierzchni umożliwiając prawidłowe przeprowadzenie badania.

W celu odniesienia otrzymanych wyników badań do twardości podanej w normie PN-60/M-02813, na wykresy zostały naniesione linie odpowiadające twardości 62 HRC.



Rys. 11 Wykres przedstawiający rozkład mikrotwardości na długości wiertła w wiertłach spełniających normę PN-60/M-02813

Rys. 12 Wykres przedstawiający rozkład mikrotwardości na długości wiertła w wiertłach niespełniających normy PN-60/M-02813

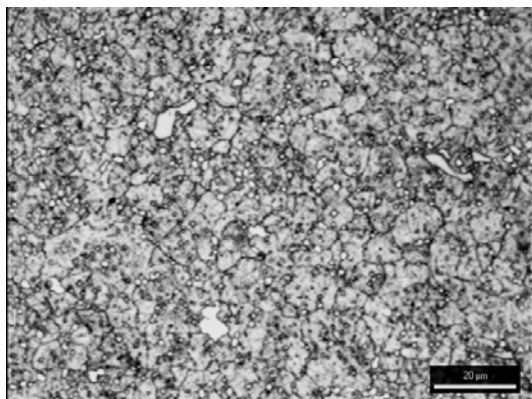
Wymagania normy PN-60/M-02813 spełniły tylko wiertła 1, 2, 3, 5, 6, nie spełniły wymagań wiertła 4, 7, 8, 9. Twardość wiertła nr 4 na znacznej części ostrza, wynosi ponad 62 HRC, jednak była to część ostrza krótsza niż $\frac{3}{4}$ długości ostrza.

3.3 Struktura

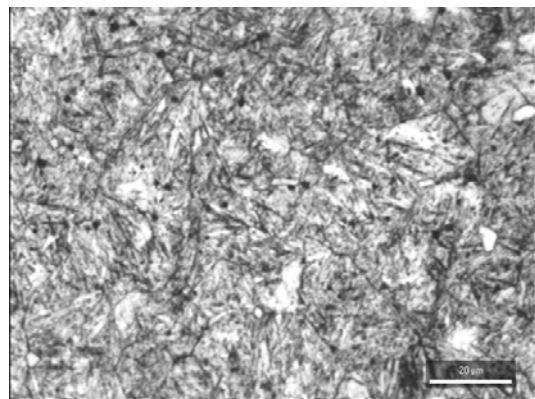
W wyniku przeprowadzonych obserwacji metalograficznych nie zauważono różnic w mikrostrukturze w zależności od miejsca jej badania (rys. 2).

Mikrostrukturę charakterystyczną dla stali szybko tnącej stwierdzono w wiertłach 1, 2, 3, 4, 6: równomiernie rozłożone drobne węgliki na tle skrytoiglastego martenzytu.

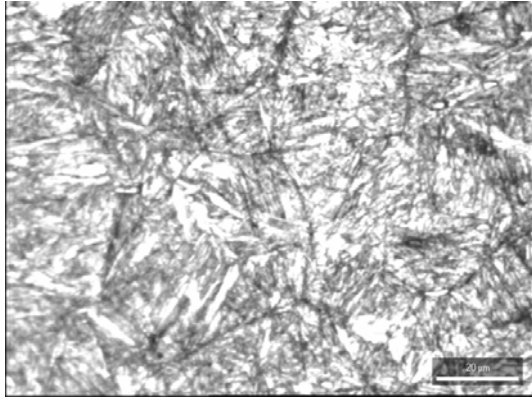
Przykład prawidłowej struktury przedstawiony jest na rys. 13. Strukturę niewłaściwą posiadają wiertła: 5, 7, 8 i 9. W wiertłach 5, 7, 9 wystąpił gruboiglasty martenzyt z rzadko rozmieszczonymi węglnikami (rys. 14). Natomiast w wiertle numer 9 wystąpił gruboiglasty martenzyt z bardzo rzadko rozmieszczonymi dużymi węglnikami (rys. 15). Działy one jak koncentraty naprężeń, co spowodowało pęknięcie wiertła podczas próby zużyciowej. Teorie tą potwierdzać może kruchy charakter pęknięcia.



Rys. 13 Prawidłowa struktura stali szybko tnącej. Widoczne równomiernie rozłożone drobne węgliki na tle skrytoiglastego martenzytu. Pow. 500x



Rys. 14 Struktura podobna wystąpiła w wiertłach 5, 7 i 8. Widoczne rzadko rozmieszczone węgliki. W tle martenzyt gruboiglasty. Pow. 500x



Rys.15 Struktura wiertła nr 9. Widoczny martenzyt gruboiglasty bez węglików. Pow. 500x

3.4 Skład chemiczny

Wiertła 1, 2, 4 i 6 mają skład chemiczny charakterystyczny dla stali szybko tnących. Wiertła 2 i 4 mają naniesione rosyjskie oznaczenie stali szybko tnącej, a skład chemiczny odpowiada odpowiednio stali SW7M oraz SK5M. Na podstawie składu chemicznego zidentyfikowano również kraj pochodzenia wiertel 5 i 8. Ich skład odpowiada stalom produkowanym w Rosji, nie posiadających swoich odpowiedników w normach europejskich. Ilość zawartych w nich pierwiastków węglilotwórczych jest mniejsza niż w stalach odpowiadających normie obowiązującej w Polsce (PN-EN ISO 4957:2002). Skład

chemiczny materiału wiertel 7 i 9 odpowiada stalom chińskim. Stale te, analogicznie do przypadku dwóch z wiertel rosyjskich, nie posiadają swojego europejskiego odpowiednika i zawierają zbyt niską zawartość pierwiastków węglilotwórczych.

Tab.2 Skład chemiczny i oznaczenie materiału wiertel

| Nr wiertła | Cr | W | V | Mo | Co | Zgodność | Identyfikacja na podstawie składu |
|------------|-----|------|-----|-----|------|----------|-----------------------------------|
| 1 | 3,9 | 6,4 | 1,7 | 5,2 | - | ✓ | SW7M |
| 2 | 4,1 | 7 | 1,8 | 5,5 | 3,4 | ✓ | UE: HS 6-5-2-5 (ros. R6M5K5) |
| 3 | 3,4 | 1,8 | 1 | 5,5 | 0,2 | ✓ | SW2MP; |
| 4 | 3,9 | 6 | 1,9 | 5,4 | 0,2 | ✓ | SW7M (ros. R6M5) |
| 5 | 4,5 | 2,2 | 1,1 | 1 | 0,2 | | 8Ch4W2MFS2, stal rosyjska |
| 6 | 3,8 | 6,3 | 1,6 | 5,2 | - | ✓ | SW7M |
| 7 | 4 | 2,1 | 1 | 1,3 | 0,4 | | Cr4W2MoV, stal chińska |
| 8 | 4,4 | 2,25 | 1 | 1,3 | 0,25 | | 8Ch4W2MFS2, stal rosyjska |
| 9 | 4 | 2,1 | 1 | 1,1 | 0,2 | | Cr4W2MoV, stal chińska |

Nieodpowiedni skład chemiczny (wierćta 5, 7, 8, 9) ma swoje odzwierciedlenie w niewłaściwej dla stali szybko tnącej mikrostrukturze (rys. 14 i 15).

4. PODSUMOWANIE

Za wiertła dobrej jakości uznaliśmy wiertła, które spełniły wszystkie wymagania. Za satysfakcjonujący wynik próby zużyciowej uznaliśmy zdolność wiertła do wywiercenia przynajmniej 15 otworów (połowa liczby otworów wywierconych przez wiertło porównawcze). W tabeli 3 z podsumowano wszystkich badania.

Tab. 3. Zestawienie wyników badań

| Nr wiertła | Próba zużyciowa | Twardość | Struktura | Skład chemiczny | Cena [zł] |
|------------|-----------------|----------|-----------|-----------------|-----------|
| 1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 18 |
| 2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 14 |
| 3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 12 |
| 4 | ✓ | *) | ✓ | ✓ | 6 |
| 5 | | ✓ | | | 4 |
| 6 | | ✓ | ✓ | ✓ | 4 |
| 7 | | ✓ | | | ~0,60 |
| 8 | | | | | ~1,70 |
| 9 | | | | | ~1 |

*) wiertło nr 4, mimo że nie spełniło wymagań dotyczących twardości miało twardość wynoszącą ponad 62 HRC na znacznej długości części ostrza

Podsumowując wyniki próby zużyciowej można stwierdzić, że cena poszczególnych wiertel była adekwatna do liczby otworów przez nie wywierconych. Im tańsze wiertło tym

mniejszą liczbę otworów można nim wywiercić. Należy tu jednak wziąć pod uwagę koszt wywiercenia pojedynczego otworu. Wystąpiły tu znaczne różnice (od 1 zł do 20 gr). Najbardziej ekonomiczne okazały się wiertła 4 i 7. Należałoby jednak rozważyć jeszcze korzyść wynikającą z trwałości wiertel oraz fakt, że najtańsze wiertła są dostępne tylko w kompletach. Wybór zależy od indywidualnych potrzeb użytkownika.

Nie wszystkie wiertła, które spełniły wymagania dotyczące twardości spełniły wymagania próby zużyciowej. Natomiast wiertło nr 4, mimo że nie spełniło wymagań dotyczących twardości próbę tę przeszło pozytywnie. Twardość tego wiertła, na znacznej części ostrza, wynosi ponad 62 HRC i być może to sprawiło, że wiertło to wykazało się zadowalającą trwałością. Zaliczono je do grupy wiertel, które spełniły wszystkie stawiane im wymagania. Wiertło numer 9, które pękło przy próbie wywiercenia drugiego otworu, miało przełom, którego charakter mógł sugerować zastosowanie niewłaściwej stali. Badanie składu chemicznego potwierdziło nasze wątpliwości.

Ceny wiertel, które spełniają stawiane im wymogi, przekraczają cenę 6 zł za pojedyncze wiertło. Poza niezgodnym z wymaganiami normy dla stali szybkoobrotowej składem chemicznym oraz złym ich oznaczeniem, część z tanich wiertel została źle naostrzona.

Można z tego wysnuć wniosek, że producenci tanich wiertel nie przywiązują wagi ani do prawidłowego oznaczenia swoich wyrobów, ani do ich właściwego wykonania. Decydując się na zakup tanich wiertel należy zdawać sobie sprawę, że są to wyroby do tzw. „jednostkowych zastosowań” nie nadające się do profesjonalnych czy wielkoseryjnych produkcji.

4. PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują panu Tomaszowi Płocińskiemu za pomoc w przeprowadzeniu badań składu chemicznego oraz panu Jerzemu Daniszewskiemu za pomoc w przeprowadzeniu próby zużyciowej.

LITERATURA:

1. PN-86/M-59601 „Narzędzia do skrawania metali. Wiertła kręte”
2. PN-EN ISO 4957:2002 „Stale narzędziowe”
3. M. Białek, Upuść O. „Obróbka skrawaniem” 1982 WPW s. 191-195

PRICE OR QUALITY? HOW MUCH ARE CHEAP DRILLS WORTH?

The main target of research were defining the quality of drills, which were marked as made from high speed steel (HSS). Investigated drills have come from different manufacturers. Drills recognized as those with good quality, have performer all requirements: test of wear, hardness (up to obligatory standard), structure and chemical composition. The results of research were referred to price of investigated drills.

KEYWORDS: *high speed steel, drill, twist drill, HSS*
