

Maria ŚLĘZOK

Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy, Katowice

mslezok@wszop.edu.pl

Katarzyna ŁUCZAK

Wyższa Szkoła Techniczna, Katowice

## WPLYW SKŁADU CHEMICZNEGO STALI NA JEJ OBRABIALNOŚĆ

**Streszczenie.** W dzisiejszych czasach rosnące oczekiwania sprawiają, że cały czas poszukuje się coraz to nowszych technologii. Wiele firm produkcyjnych szuka oszczędności, które można uzyskać, polepszając procesy produkcyjne, np. obróbką skrawaniem, polegającą na zeskraniu warstwy materiału, który jest podatny na zmiany kształtu, objętości i wymiarów. Zagłębiając się w tę dziedzinę, można stwierdzić, że oprócz wysokiego stopnia innowacyjności możliwe jest także zmniejszenie kosztów bez pogarszania jakości wyrobu, co w dobie globalnego kryzysu finansowego ma coraz większe znaczenie. Celem niniejszego artykułu było określenie wpływu składu chemicznego stali na obrabialność przez ocenę chropowatości powierzchni.

**Słowa kluczowe:** stal, chropowatość, skrawalność.

## THE INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION ON THEM MACHINABILITY

**Summary.** Nowadays, growing expectations make it all the time looking for a newer and newer technologies. Many manufacturing companies put savings that can be achieved by improving the manufacturing processes, for example. Machined, consisting of cutting layer of material which is susceptible to changes in shape, volume and dimensions. Delving into this field can be said that in addition to the high degree of innovation, it is possible to also reduce costs without compromising the quality of the product, as in the time of global financial crisis is increasingly important. The purpose of this study was to determine the effect of chemical composition on workability through the evaluation of the surface roughness.

**Keywords:** steel, roughness, machinability.

## 1. Wstęp

Kształtowanie elementów maszyn czy metody nadawania im określonych wymiarów, właściwości użytkowych i kontrola jakości wyrobów są elementem wszystkich rodzajów obróbek. Do jednych z najważniejszych technik obrabialności materiału zalicza się m.in. obróbkę skrawaniem.

Skrawalność jest procesem, który charakteryzuje się wieloma wskaźnikami. Zależy ona od: składu chemicznego stali, struktury wewnętrznej metali, rodzaju obróbki skrawaniem, parametrów skrawania, a także:

- doboru odpowiedniego narzędzia skrawającego,
- granicy wytrzymałości, plastyczności,
- czułości na szybkość odkształcenia,
- skłonności do umacniania się pod wpływem odkształcenia,
- szybkości odkształcania,
- temperatury w strefie skrawania,
- twardości,
- udarności.

Wymienione cechy mają szczególny wpływ na dobór optymalnych warunków skrawania, ponieważ decydują o wydajności obróbki, głównym kryterium ekonomicznym produkcji. Zdecydowanie oddziałują na kształtowanie się wióra i warstwy wierzchniej detalu, czyli stanowią o jakości powierzchni i warstwy wierzchniej obrobionego przedmiotu. Mnogość tytu kryteriów nie daje określić skrawalności jednym uniwersalnym parametrem, który sprawdziłby się w praktyce.

Z definicji skrawalność jest opisywana następująco: „podatność materiału na zmiany kształtu, wymiarów i własności fizycznych w czasie procesu technologicznego nazywana jest obrabialnością materiału. W tym znaczeniu mówimy o obrabialności materiału w procesie obróbki plastycznej, obróbki skrawaniem, w procesie spawania itp. Dla krótszego określenia obrabialności w tych poszczególnych przypadkach używa się takich terminów jak kowalność, spawalność, lejność itp. Obrabialność materiału w procesie obróbki skrawaniem nazywamy skrawalnością. Ogólnie i jakościowo skrawalnością nazywamy podatność materiału w danych warunkach obróbki na zmiany objętości, kształtu i wymiarów przez zeskrwanie określonej warstwy materiału” [1]. Ważne jest to, aby na etapie projektowania skupić się parametrach, jakie są niezbędne dla danej części, oraz z technologicznego punktu widzenia określić rodzaj obróbki poszczególnych operacji wytwarzania detalu, ponieważ pogląd na skrawalność może być odmienny.

## 2. Oddziaływanie pierwiastków chemicznych na skrawalność

Z punktu widzenia jednego z głównych czynników skrawalności, tj. trwałości ostrza, składniki stali możemy rozdzielić na dwie grupy pierwiastków stopowych. Do pogarszających skrawalność należą pierwiastki węglotwórcze, które tworzą roztwór stały z ferrytem i zwiększają jego wytrzymałość [2]. Zachowują dobrą ciągliwość oraz tworzą niemetaliczne twarde wtrącenia działające ściernie na ostrze narzędzia. Do pierwiastków, które polepszają skrawalność, zalicza się te uwydatniające wytrzymałość ferrytu. Ograniczają jego ciągliwość i tworzą kruche, miękkie wtrącenia.

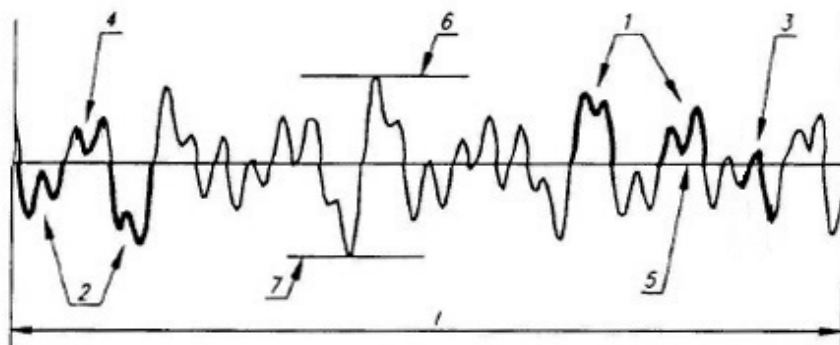
Węgiel ma ambiwalentne działanie. Gdy procent węgla wzrasta, usprawniają się właściwości wytrzymałościowe, co ma wpływ na zakłócenie skrawalności i zmniejszenie okresu trwałości ostrza. Ponadto wzrasta kruchość i maleje wpływ miękkiego, ciągliwego ferrytu, co powoduje udoskonalenie parametru chropowatości powierzchni, oraz zmniejsza się wpływ na okres trwałości ostrza. Gdy nadal zwiększamy procent węgla, utrudniamy skrawalność, ponieważ wzrasta ilość perlitu, co powoduje zwiększenie twardości stali. Zwiększając procent manganu, podnosimy zarówno kruchość stali, jak i jej własności wytrzymałościowe. Pierwiastek ten ma zdolność do łączenia się z siarką do siarczków manganu, co uniemożliwia łączenie się siarczków żelaza, powodującego kruchość na gorąco. Siarka usprawnia skrawalność przez zmniejszenie plastyczności, co wpływa na poprawę chropowatości powierzchni. Z manganem tworzy siarczki manganu, które zmniejszają wytrzymałość, obniżają temperaturę skrawania, powodują lepszą łamliwość wióra i pozytywnie wpływają na ostrze, ograniczając powstawanie szkodliwych narostów. Krzem w połączeniu z aluminium tworzy twarde wtrącenia tlenków krzemu, przez co narzędzia są narażone na większe zużycie. Tylko do 1% pierwiastek ten może wpływać dodatnio na skrawalność, dając lepszą plastyczność. Fosfor i azot wywierają podobny wpływ jak węgiel i mangan. Fosfor rozpuszczony w ferrycie zmniejsza jego plastyczność, z kolei podwyższona temperatura sprawia, że stal staje się krucha, powodując tzw. kruchość na zimno. Wpływ tego pierwiastka jest najbardziej zauważalny, gdy jego zawartość w stali wynosi ok. 0,1%. Zwiększona ilość azotu przyczynia się do większej trwałości narzędzi oraz powoduje lepszą jakość obrabianej powierzchni. Dzięki ołowiu polepsza się skrawalność. Następuje przez przerwanie ciągłości ferrytu, ale równocześnie tworzy się czynnik smarujący, co zmniejsza tarcie wióra o ostrze, a co za tym idzie – zwiększa się jego trwałość. W stalach automatowych występuje w formie miękkich końców na wtrąceniach siarczków manganu. Podczas odpowiedniej temperatury skrawania ulegają one wydłużeniu, które ułatwiają proces tworzenia się wióra i jego fragmentację w płaszczyznach ścinania. Wióry są zbliżone do idealnej postaci wiórów, ściślej się skręcają i łatwiej łamią. Bizmut – podobnie jak pierwiastek ołowiu – także zmniejsza opory skrawania, przez co trwałość ostrza jest zwiększona. Polepsza się jakość obrabianej powierzchni. Dzięki wapniowi skrawalność zdecydowanie się poprawia. Ma

działanie na wtrącenia tlenku aluminium lub krzemiany, co zmniejsza ich twardość. Podczas skrawania z dużymi prędkościami wtrącenia przekształcane wapniem mięknią, przez co tworzy się warstwa, która ma na celu opóźnienie ścierania. Współuczestniczą także w procesie powstawania wióra jako zarodki nieciągłości. Tytan, niob i wanad nawet w małych ilościach tworzą w stalach drobnodispersyjne węgliki lub węglikoazotki powodujące wzrost wytrzymałości, a tym samym pogarszające skrawalność. Pierwiastki te sprawiają, że ziarna struktury wewnętrznej ulegają znacznemu osłabieniu. Pogarszają się wtedy warunki obróbki w zakresie sił skrawania i warunków powstania wiórów [3].

### 3. Chropowość powierzchni

Wzrost wymagań jakościowych odnoszący się do maszyn i części obrabianych wymusza zwrócenie uwagi nie tylko na tolerancje wymiarowe, lecz także na stan powierzchni. W czasie obróbki powierzchnia obrabianego elementu jest poddawana odkształceniom niezależnie od stosowanego procesu produkcji. Przedmiot obrabiany przejawia odstępstwa od swego geometrycznego idealnego kształtu, a wykonanie części zbliżonych do ideału jest drogie. Każde odstępstwo od idealnego kształtu wywiera wpływ na funkcjonalne zachowanie przedmiotu, jak np. odporność na ścieranie, właściwości ślizgowe i smarujące, odporność na korozję itd.

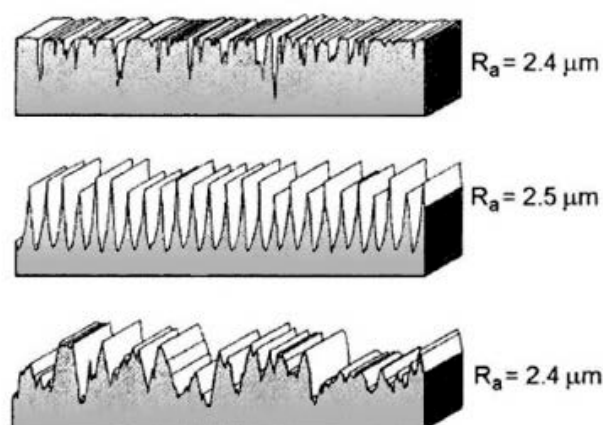
Z definicji chropowość powierzchni „to nieregularność, dla której odstęp nierówności jest od 5 do 150 razy większy od ich głębokości. Jest ściśle uzależniona od procesu produkcyjnego związanego z obróbką skrawaniem czy obróbką plastyczną. W zależności od procesu produkcyjnego nieregularności chropowatości są okresowe lub przypadkowe. Chropowość powierzchni rozpatruje się na profilu powierzchni w przedziałach umownie określonych przez odcinki elementarne”.



Rys. 1. Interpretacja graficzna wzniesień i wgłębień profilu chropowatości: 1 – wzniesienie, 2 – wgłębienie, 3 – miejscowe wzniesienie, 4 – miejscowe wgłębienie, 5 – linia średnia, 6 – linia wzniesień, 7 – odcinek elementarny [4]

Fig. 1. Graphical interpretation elevations and depressions roughness profile: 1 – elevation, 2 – cavity, 3 – local elevation, 4 – local cavity, 5 – average, 6 – elevations line, 7 – elementary section

Parametr  $R_z$  jest średnią arytmetyczną wartości bezwzględnych wysokości pięciu najwyższych wzniesień i pięciu najniższych wgłębień profilu chropowatości w przedziale odcinka elementarnego  $l$ . Parametr ten winien być stosowany wtedy, gdy pojedyncze wzniesienia profilu nie wpływają na działanie części, jak w przypadku powierzchni łożyskowych lub ślizgowych powierzchni pasowania właczanego. Parametr  $R_a$  jest to średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości. W teorii parametr  $R_a$  jest dystansem pomiędzy dwiema równoległymi liniami, tworzącymi boki prostokąta o długości jednego odcinka elementarnego i polach równych polom powierzchni obszarów profilu wypełnionych materiałem. Znajdują się one powyżej linii średniej oraz powierzchni profilu bez materiału leżących poniżej linii średniej. Mimo, że  $R_a$  daje ubogą informację o oznaczonym profilu, a jego interpretacja w praktyce jest trudna, to jest często stosowany, podobnie jak  $R_z$ .



Rys. 2. Porównanie parametru  $R_a$  dla różnych rodzajów profili [5]

Fig. 2. Comparison of  $R_a$  for different types of profiles

Na podstawie powyższego rysunku (rys. 2) można wywnioskować, że wartości  $R_a$  wyznaczone na różnych przekrojach są prawie identyczne przez całkowanie powierzchni, które zmniejsza wpływ pojedynczych wzniesień profilu. Parametr  $R_a$ , jak większość parametrów powierzchni, jest prawdziwym parametrem amplitudowym, który nie daje informacji o kształcie profilu [6].

#### 4. Badania własne

Do badań wybrano 7 gatunków stali (tab. 1). Z każdego gatunku stali wykorzystano po 3 próbki, które zostały przetoczone i pomierzone, a wyniki zostały odczytane ze wskazań profilometru. Uśrednione wartości parametru chropowatości  $R_a$  przedstawia tabela 1, natomiast tabela 2 ukazuje uśrednione wartości parametru  $R_z$ .

Tabela 1

Wyniki pomiarów chropowatości powierzchni  $R_a$ 

Nr	Symbol materiału	$R_a$ ( $\mu\text{m}$ )
1	40H	1,09
2	18G2A	1,21
3	X46Cr13	1,27
4	18H2N2	1,33
5	NC6	1,43
6	60WCrV8	1,68
7	41CrAlMo 7-10	1,75

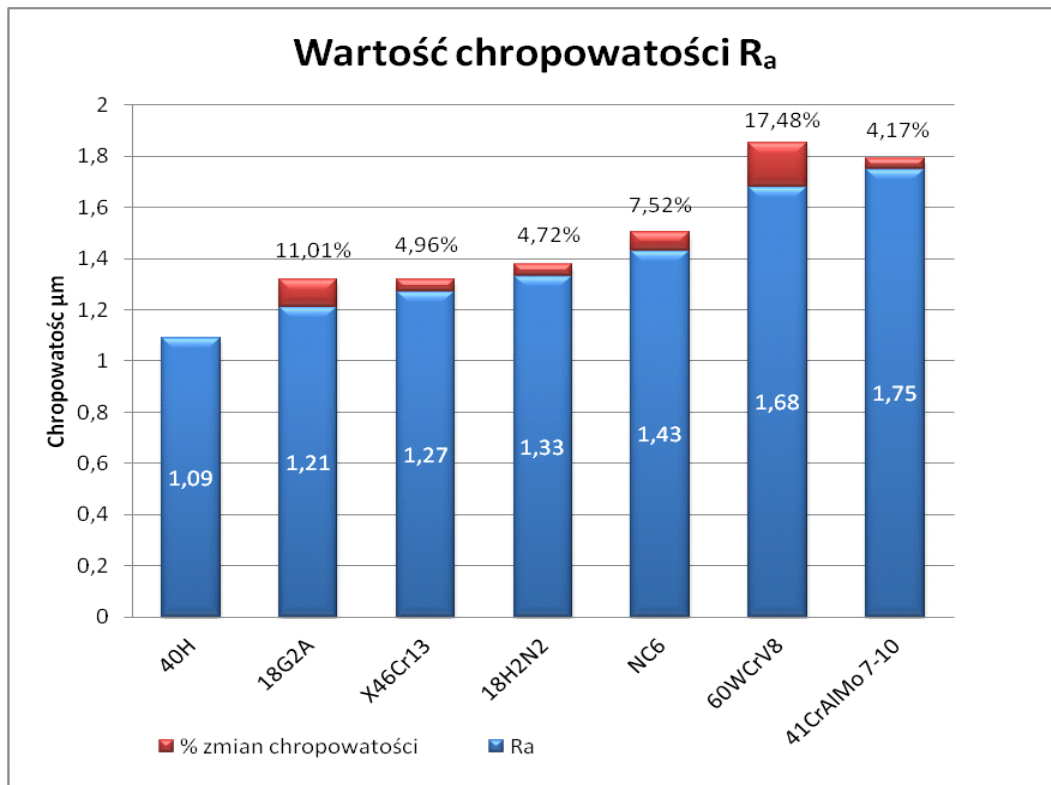
Tabela 2

Wyniki pomiarów chropowatości powierzchni  $R_z$ 

Nr	Symbol materiału	$R_z$ ( $\mu\text{m}$ )
1	18H2N2	4,7
2	X46Cr13	4,8
3	40H	5,1
4	NC6	5,2
5	18G2A	5,5
6	60WCrV8	6,7
7	41CrAlMo 7-10	6,7

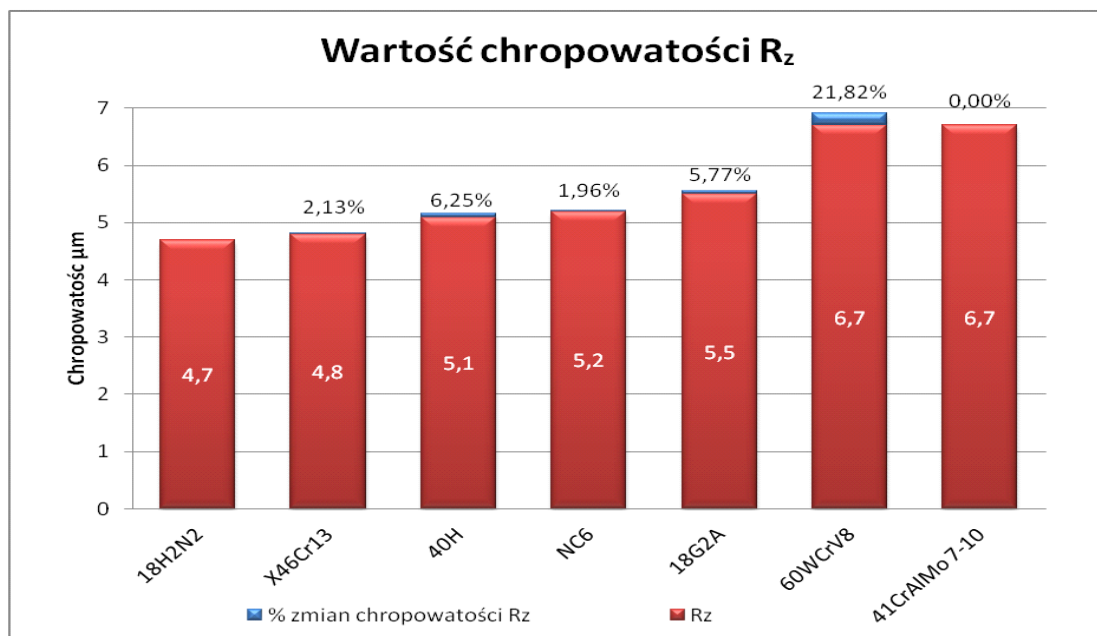
Na rys. 3 przedstawiono graficznie wartości chropowatości  $R_a$  wraz z procentowym wskaźnikiem zmian pogarszającym chropowatość.

Z otrzymanych wyników można wnioskować, że najniższą średnią arytmetyczną profilu chropowatości ( $R_a$ ) ma stal 40H, najwyższą zaś – stal 41CrAlMo 7-10, która charakteryzuje się wartością chropowatości większą o 71,94%. Można wyróżnić trzy skoki pogarszające chropowatość: pomiędzy materiałami 40H – 18G2A o 11,01%, 18H2N2 – NC6 o 7,52% oraz największy skok pomiędzy materiałami NC6 – 60WCrV8 o 17,48%. Pomiedzy materiałami 18G2A – X46Cr13 – 18H2N2 występuje ok. 5% wzrost zmian chropowatości. Średni przyrost pogarszający gładkość powierzchni wynosi 8,31%.



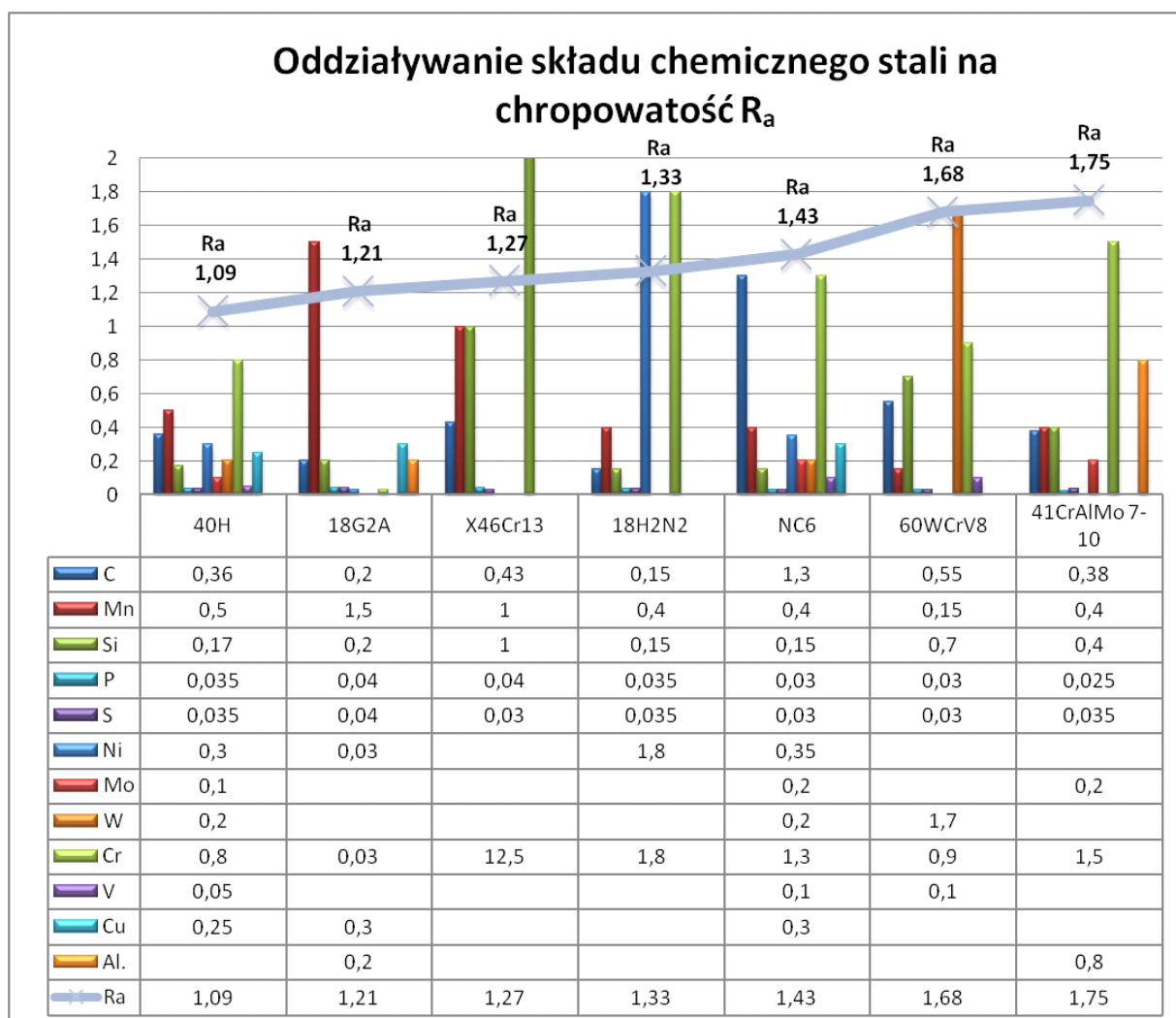
Rys. 3. Chropowatość powierzchni  $R_a$  badanych stali  
 Fig. 3. The surface roughness  $R_a$  of respondents steel

Rysunek 4 przedstawia graficznie wartość średnią arytmetyczną bezwzględną pięciu najwyższych wzniesień i pięciu najniższych wgłębień profilu chropowatości  $R_z$  wraz z procentowym wskaźnikiem pogarszającym chropowatość.



Rys. 4. Chropowatość powierzchni  $R_z$  badanych stali  
 Fig. 4. The surface roughness  $R_z$  of respondents steel

Najmniejszą średnią uzyskał materiał 18H2N2, największą zaś materiały 60WCrV8 i 41CrAlMo 7 – 10. Różnica pomiędzy najmniejszą a największą chropowatością wynosi 42,55%. Można wyróżnić trzy grupy materiałów, które mają zbliżoną bądź równą chropowatość. Są to materiały 18H2N2 – X46Cr13 i 40H – NC6. Wzrost pomiędzy nimi oscyluje w granicach 2%, a materiały 60WCrV8 – 41CrAlMo 7 – 10 mają taką samą wartość. Można rozróżnić dwa mniejsze skoki przyrostowe pomiędzy X46Cr13 – 40H i NC6 – 18G2A wynoszące ok. 6% oraz największy przyrost pogarszający chropowatość 18G2A – 60WCrV8 o 21,82%. Średni wzrost pogorszenia chropowatości wynosi 6,32%.



Rys. 5. Oddziaływanie składu chemicznego na chropowatość  $R_a$

Fig. 5. Impacts chemical composition roughness

Rysunek 5 ukazuje wpływ poszczególnych pierwiastków na chropowatość  $R_a$ . Najwyższy parametr chropowatości uzyskano dla stali 41CrAlMo 7 – 10, w skład której wchodzi: 1,5% chromu i 0,8% aluminium oraz 0,2% molibdenu, które prawdopodobnie przyczyniają się do wzrostu parametru chropowatości.



W stali X46Cr13 znajduje ok. 8 razy więcej chromu, lecz nie ma w swoim składzie aluminium i molibdenu, ponadto skład chemiczny składa się tylko z następujących pierwiastków: węgla, manganu krzemu, fosforu, siarki oraz chromu.

Materiał 18H2N2 ma w swoim składzie więcej chromu o 20%, lecz podobnie jak w przypadku stali X46Cr13 nie zawiera molibdenu i aluminium, ale prawdopodobnie wskutek małej zawartości węgla (0,15%) i największej ze wszystkich materiałów zawartości niklu (1,8%) ma gorszą chropowatość o 5% od stali X46Cr13.

Drugim najbardziej chropowatym materiałem jest stal 60WCrV8; jej skład chemiczny jest wzbogacony wolframem 1,7%, chromem 0,9% oraz wanadem 0,1%, które nie wpływają dodatnio na chropowatość powierzchni. Można zauważyć drugą co do wielkości zawartość węgla (0,55%), która prawdopodobnie też podwyższa chropowatość. Wolfram występuje jeszcze w dwóch innych stalach: 40H oraz NC6, lecz jest 8,5 razy mniejszy i nie wpływa aż tak negatywnie na chropowatość.

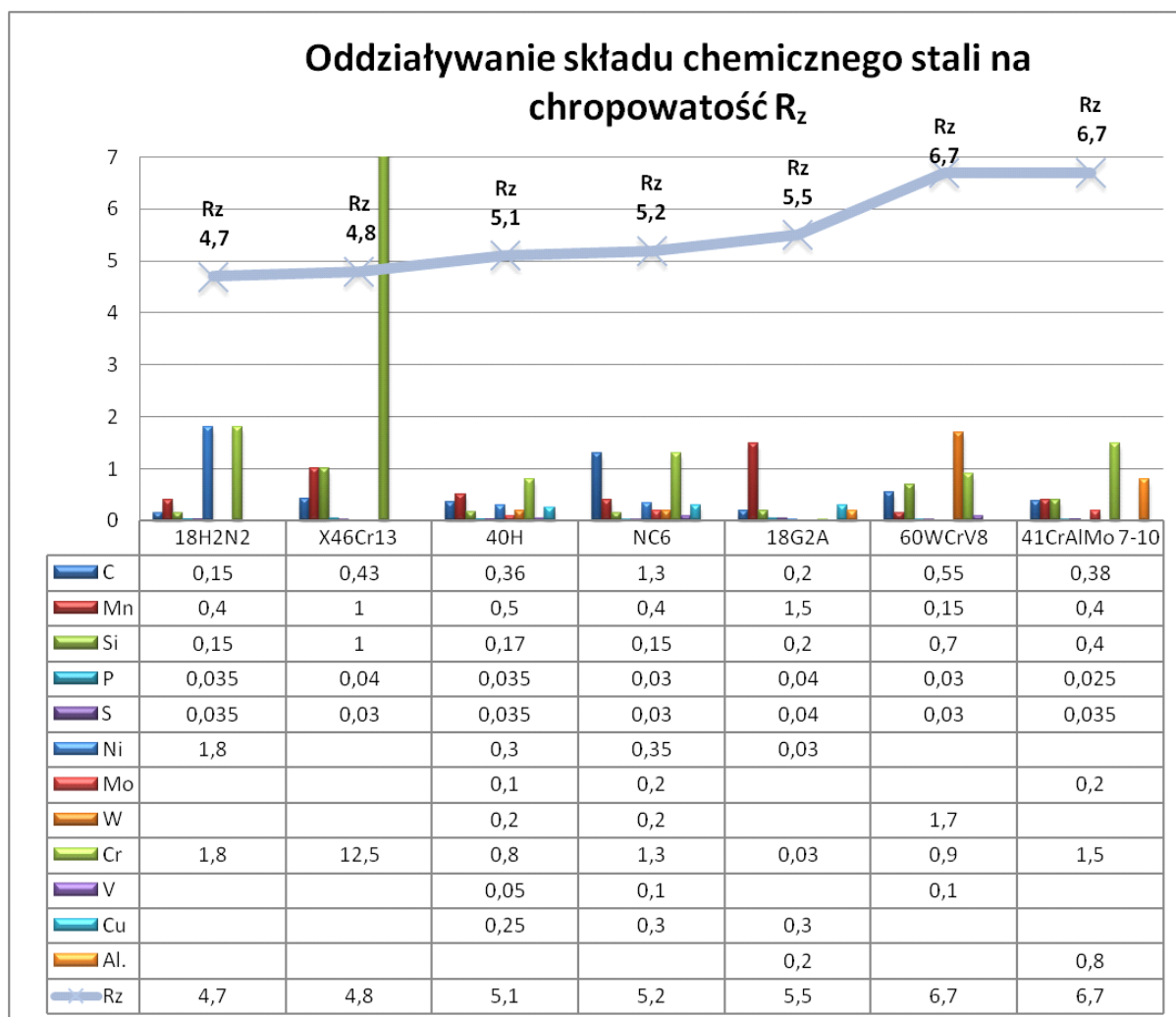
Na wyróżnienie zasługuje również stal NC6, która ma bogaty skład chemiczny. Ma największą zawartość węgla ze wszystkich badanych materiałów – aż 1,3%. W składzie tym występują ponadto molibden (0,2%), wolfram (0,2%), wanad (0,1%) i chrom (1,3%), które odpowiadają za jej wysoką chropowatość. W składzie można napotkać jeszcze miedź (0,3%), która najprawdopodobniej minimalizuje negatywny wpływ pierwiastków Mo, W, V, Cr, lekko poprawiając chropowatość.

Najniższą wartość parametru chropowatości  $R_a$  odnotowano dla stali 40H, która ma równie bogaty skład chemiczny co stal NC6, lecz o mniejszych wartościach. Stal 40H ma o 26,1% mniej węgla od stali NC6, 2 razy mniejszą wartość molibdenu i wanadu, o 62,5% mniej chromu oraz o ok. 20% mniejszą wartość niklu i miedzi.

Materiał 18G2A w swoim składzie chemicznym zawiera 0,2% węgla, najmniejszą wartość manganu (1,5%), najmniejszą zaś ze wszystkich próbek niklu oraz chromu – po 0,03%. Dla stali 18G2A uzyskano o 11% wyższy parametr chropowatości od stali 40H; może to być spowodowane tym, że stal 18G2A zawiera 0,2% aluminium.

Porównując wartości parametrów z rys. 5 i 6, można zauważyć, że stale 60WCrV8 i 41CrAlMo 7 – 10 mają również największą wartość parametru chropowatości  $R_z$ , wynoszącą 6,7  $\mu\text{m}$ .

Kolejną stalą jest 18G2A, która na rys. 5 legitymowała się prawie najmniejszą wartością parametru  $R_a$ , osiągnęła drugą co do wielkości wartość parametru chropowatości  $R_z$ . Najprawdopodobniej wynikało to z zawartości 0,2 aluminium oraz 0,3 miedzi, która w tym przypadku przyczynia się do zwiększenia wartości chropowatości.

Rys. 6. Oddziaływanie składu chemicznego na chropowatość  $R_z$ Fig. 6. The impact of the chemical composition of the surface roughness  $R_z$ 

Materiały 40H i NC6 mają prawie taką samą wartość chropowatości (ok. 5  $\mu\text{m}$ ); prawdopodobnie na skutek tak złożonego składu chemicznego: C, Mn, Si, P, S, Ni, Mo, W, Cr, V, Cu, w tych materiałach uzyskano średnie wartości gładkości powierzchni. Przepuszczalnie przez zawartość pierwiastków, takich jak molibden, wolfram, wanad oraz miedź, dla stali 40H uzyskano wyższą wartość chropowatości  $R_z$  niż  $R_a$ .

Dla stali 18H2N2 i X46Cr13, które charakteryzują się brakiem takich pierwiastków jak Mo, W, V, Cu, Al, uzyskano najniższe wartości chropowatości. Przy rozpatrywaniu chropowatości  $R_z$ , która obejmuje tylko pięć największych wzniesień i pięć najniższych wgłębień, zawartość chromu przy braku zawartości pierwiastków Mo, W, V, Al wpływa pozytywnie, dając niższą wartość chropowatości  $R_z$ .

## 5. Podsumowanie

Pierwszym etapem pracy był dobór stali o różnym składzie chemicznym, aby mieć możliwość oceny oddziaływania różnych pierwiastków stopowych na jakość powierzchni. Wybrano następujące stale: 18G2A, 18H2N2, 40H, 41CrAlMo 7 – 10, 60WCrV8, NC6 oraz X46Cr13.

Późniejszym etapem jest wykonanie pomiarów chropowatości na każdej ze stali trzykrotnie, aby wyeliminować błąd pomiaru. Mierzone wartości chropowatości to najczęściej podawane na rysunkach technicznych parametry jakości powierzchni, czyli  $R_a$  i  $R_z$ .

Stale zawierające w swoim składzie aluminium nie uzyskują najniższych wartości chropowatości powierzchni, dlatego wpływają negatywnie na obrabialność stali. Molibden, wolfram i wanad tworzą w stalach twarde węgliki oraz podnoszą twardość stali, co niekorzystnie wpływa na jakość obrabianej powierzchni oraz skrawalność. Miedź pozytywnie wpływa na wskaźnik chropowatości  $R_a$ , pogarszając przy tym chropowatość  $R_z$ . Chrom pogarsza chropowatość, gdy występuje razem z pierwiastkami Mo, W, V, Al, a bez tych pierwiastków chropowatość  $R_z$  jest niższa. Gdy zawartość węgla mieści się w przedziale 0,2% – 0,5%, to wpływa pozytywnie na wartość chropowatości  $R_a$ , natomiast powyżej 0,5% oddziałuje negatywnie na gładkość powierzchni i obrabialność. Najniższą wartość parametru chropowatości  $R_a$  – 1,09  $\mu\text{m}$  – uzyskano dla stali 40H, cechującej się następującymi wartościami pierwiastków: C – 0,36%, Mn – 0,5%, Si – 0,17%, P – 0,04%, S – 0,04%, Ni – 0,3%, Mo – 0,1%, W – 0,2%, Cr – 0,8%, V – 0,05%, Cu – 0,25%. Najwyższą wartość zmierzono dla stali 41CrAlMo 7-10, dla której otrzymano chropowatość 1,75  $\mu\text{m}$ . Charakteryzuje się ona następującymi wartościami: C – 0,38%, Mn – 0,4%, Si – 0,4%, P – 0,03%, S – 0,04%, Mo – 0,2%, Cr – 1,5%, Al – 0,8%. Najprawdopodobniej następujący skład chemiczny: C – 0,25%, Mn – 0,4%, Si – 0,15%, P – 0,04%, S – 0,04%, Mo – 0,05%, Cr – 0,5%, osiągnie najniższą wartość chropowatości  $R_a$ . Najniższą wartość  $R_z$  uzyskano dla stali 18H2N2 o składzie chemicznym: C – 0,15%, Mn – 0,4%, Si – 0,15%, P – 0,04%, S – 0,04%, Ni – 1,8%, Cr – 1,8%, dla której odnotowano chropowatość  $R_z$  4,7  $\mu\text{m}$ . Najwyższą wartość chropowatości otrzymano dla dwóch stali: 60WCrV8 (C – 0,55%, Mn – 0,15%, Si – 0,7%, P – 0,3%, S – 0,3%, W – 1,7%, Cr – 0,9%, V – 0,1%) oraz 41CrAlMo 7-10 (C – 0,38%, Mn – 0,4%, Si – 0,4%, P – 0,03%, S – 0,04%, Mo – 0,2%, Cr – 1,5%, Al – 0,8%), wynoszącą po 6,7  $\mu\text{m}$ . Przepuszczalnie skład chemiczny: C – 0,2%, Mn – 0,3%, Si – 0,15%, P – 0,04%, S – 0,04%, Cr – 0,8%, uzyska najniższą wartość chropowatości  $R_z$ .

Skrawalność jest na tyle złożonym procesem, że w zależności od jakiego wskaźnika ją będziemy rozpatrywać, to znajdziemy zarówno pozytywne, jak i negatywne wartości [7]. Przy rozważaniu innego wskaźnika te same wartości, które dawały pozytywny wpływ, będą oddziaływać negatywnie. Na każdym etapie produkcyjnym danej części można poszukiwać oszczędności, np. zwiększając okres trwałości ostrza, skracając czas obróbki części.

Oszczędności te uzyskuje się przy ścisłej współpracy z przedstawicielami firm produkujących narzędzia skrawające, które przejęły od zakładów produkcyjnych badania nad skrawalnością.

### **Bibliografia**

1. Górniak J. i in.: Poradnik inżyniera: obróbka skrawaniem. T. 1, Obróbki skrawaniem. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991.
2. Grzesik W.: Podstawy skrawania materiałów metalowych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.
3. Kaczmarek J.: Podstawy obróbki wiórowej ściernej i erozyjnej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970.
4. Latour A.: Skrawalność metali i metody jej określania. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1962.
5. Mielnik M.: Skrawalność metali metody określania i prognozowania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.
6. Olszak W.: Obróbka skrawaniem. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2008.
7. Paczyński P.: Metrologia techniczna. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003.

### **Abstract**

Nowadays, growing expectations make it all the time looking for a newer and newer technologies. Many manufacturing companies put savings which can be achieved thereby improving manufacturing processes, for example. Machining, whereby a layer of material which is susceptible to changes in shape, volume and dimensions. Delving into this field it can be said that in addition to the high degree of innovation, it is possible to also reduce costs without compromising product quality, which in times of global financial crisis is increasingly important. The aim of this study was to determine the effect of chemical composition on the workability through the evaluation of surface roughness.