

Dr inż. Łukasz NOWAKOWSKI,
dr hab. inż. Edward MIKO, prof. PŚk (Politechnika Świętokrzyska):

ANALIZA CZYNNIKÓW WPLYWAJĄCYCH NA STRUKTURĘ GEOMETRYCZNĄ POWIERZCHNI PODDANYCH OBRÓBCE SKRAWANIEM

Streszczenie

Artykuł zawiera przegląd odnalezionych w literaturze zestawień czynników mających wpływ na proces generowania struktury geometrycznej powierzchni poddanych obróbce skrawaniem. Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury i własnych doświadczeń autorzy opracowali nowe zestawienie czynników, które oddziałują na proces kształtowania struktury geometrycznej powierzchni. Ta klasyfikacja uwzględnia 32 czynniki podzielone na pięć grup związanych z obrabiarką, narzędziem i właściwościami materiału obrabianego, ze zjawiskami obróbkowymi towarzyszącymi procesowi skrawania oraz z czynnikiem ludzkim.

Słowa kluczowe: obróbka skrawaniem, chropowatość powierzchni, parametry procesu skrawania

THE ANALYSIS OF FACTORS IMPACTING THE GEOMETRICAL STRUCTURE OF MACHINED SURFACES

Abstract

The article presents an overview of comparisons of factors impacting the process of generation of the geometrical structure of machined surfaces, as found in the literature. On the basis of the conducted analysis of literature and own experiences, the authors have developed a new comparison of factors impacting the process of forming of the surface geometrical structure. This classification includes 32 factors, divided into five groups related to the machine tool, the tool and the properties of the workpiece, with the machining phenomena accompanying the cutting process, and with the human factor.

Keywords: machining, surface roughness, cutting process parameters

ANALIZA CZYNNIKÓW WPLYWAJĄCYCH NA STRUKTURĘ GEOMETRYCZNĄ POWIERZCHNI PODDANYCH OBRÓBCE SKRAWANIEM

Łukasz NOWAKOWSKI¹, Edward MIKO¹

1. WSTĘP

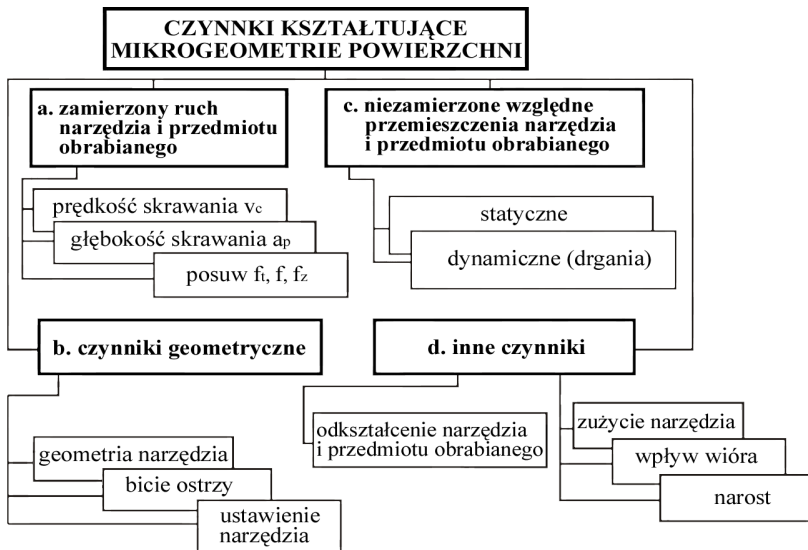
Proces powstawania struktury geometrycznej powierzchni w wyniku obróbki skrawaniem jest bardzo złożony i wpływa na niego wiele czynników [8], [9]. Składa się na niego oddziaływanie poszczególnych elementów układu obróbkowego w szczególności obrabiarki, narzędzia i przedmiotu obrabianego. Inżynier projektujący proces technologiczny zakładając pożądany efekt w postaci określonych parametrów SGP musi brać pod uwagę kinematyczne i dynamiczne cechy charakteryzujące obrabiarkę, stereometrię, wymiary i właściwości materiału narzędzia oraz własności fizyczne i wymiary materiału obrabianego. Poniżej przedstawiono wybrane zestawienia czynników mających wpływ na proces generowania struktury geometrycznej powierzchni poddanych obróbce skrawaniem.

2. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA SGP

Na rys. 1 przedstawiono zestawienie dwunastu czynników mających wpływ na kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni w wyniku procesu obróbki skrawaniem. Autorzy pracy [7] zaproponowali podział tych czynników na cztery grupy obejmujące: zamierzony tor ruchu narzędzia który uwzględnia podstawowe parametry skrawania, czynniki geometryczne które bezpośrednio powiązane są z narzędziem wykonującym proces skrawania. Reprezentują one geometrię narzędzia, błędy jego wykonania oraz ustawienia w oprawce.

¹ Politechnika Świętokrzyska, Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii, Aleja Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25314 Kielce

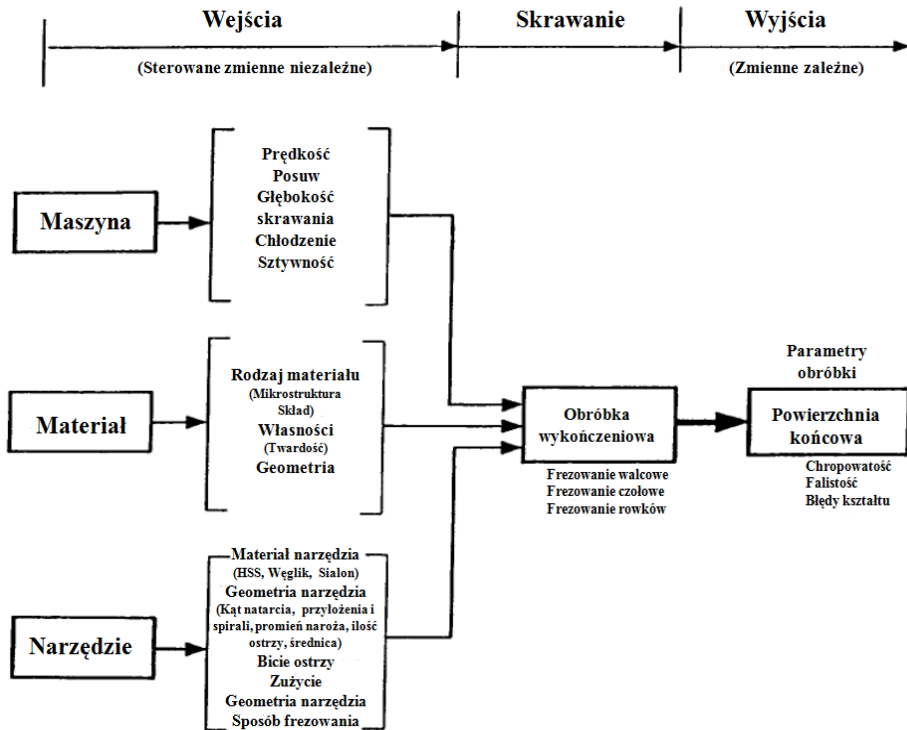
Kolejna grupa reprezentuje niepożądane czynniki, które towarzyszą procesowi skrawania, autorzy w swoim zestawieniu uwzględnili przemieszczenie względne narzędzia i przedmiotu obrabianego. Ostatnią uwzględnioną grupom czynników są czynniki będące efektem procesu skrawania czyli wzajemnego oddziaływania na siebie narzędzia i materiału obrabianego co powoduje odkształcenia, zużycie ostrza, narost i oddziaływanie wióra na strukturę geometryczną powierzchni.



Rys. 1. Czynniki wpływające na kształtowanie mikrostruktury geometrycznej powierzchni wg [7]

Autorzy pracy [2] opracowali zestawienie czynników wpływających na SGP uwzględniające czternaście zmiennych, które zostały przyporządkowane do trzech grup sklasyfikowanych jako czynniki wejściowe, które powiązane są z obrabiarką, materiałem obrabianym oraz narzędziem. Do grupy czynników związanych z obrabiarką autorzy zakwalifikowali parametry skrawania, sposób chłodzenia zastosowany podczas obróbki oraz sztywność obrabiarki, która będzie wpływała na drgania podczas procesu frezowania. Kolejnymi czynnikami wejściowymi są właściwości materiału obrabianego w postaci składu chemicznego, struktury oraz jego twardości, które wpływają na skrawalność danego materiału. Istotnym parametrem wejściowym są wymiary materiału obrabianego odpowiadające za jego sztywność podczas obróbki. Ostatnią składową wejściową jest narzędzie i związane z nim zmienne tj. materiał z jakiego zostało wykonane, geometria oraz jej błędy, które wpływają na bicie osiowe i promieniowe ostrzy. Autorzy grupy czynników wejściowych określili jako sterowane zmienne niezależne na które technolog ma wpływ i może nimi sterować, wpływając na rezultat końcowy w postaci struktury geometrycznej powierzchni. Według opracowanego zestawienia (rys. 2) można

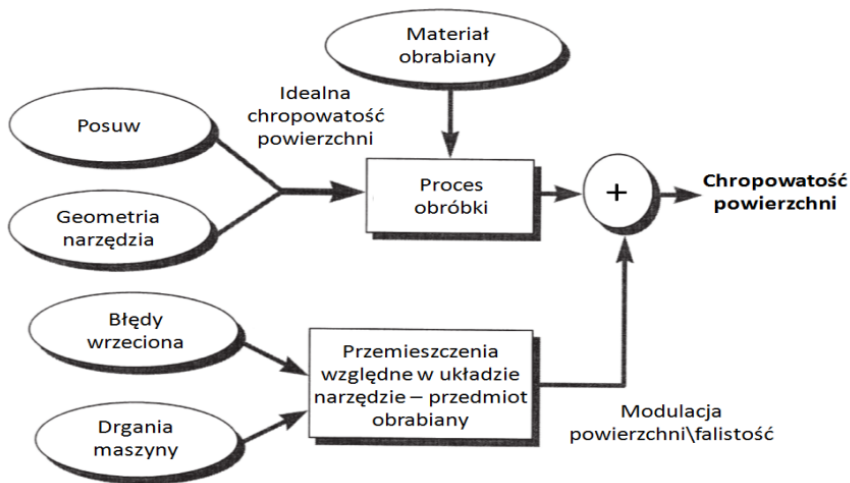
wynioskować, że jakość struktury geometrycznej powierzchni jest wynikiem procesu skrawania oraz rodzaju zastosowanej metody usuwania materiału, która dobrana jest dla określonej obrabiarki, narzędzia i materiału obrabianego.



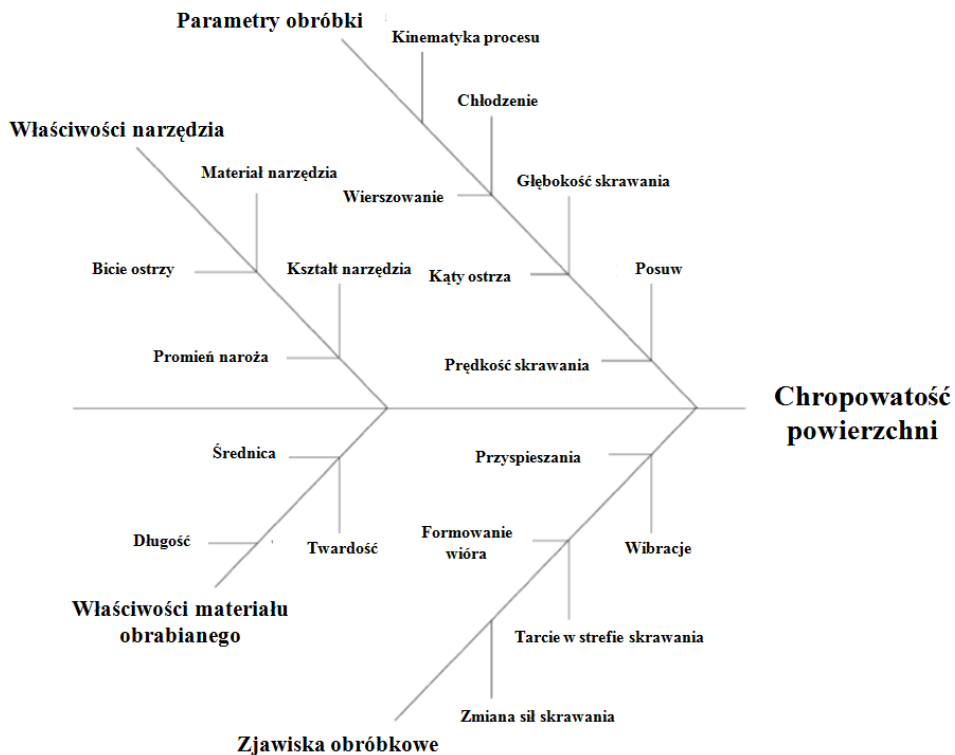
Rys. 2. Czynniki wpływające na proces generowania chropowatości powierzchni podczas frezowania wg [2]

Autorzy pracy [6] twierdzą, że chropowatość powierzchni kształtuje proces obróbki poprzez stereometryczno-kinematyczne odwzorowanie krawędzi ostrza na powierzchni materiału obrabianego, co bezpośrednio związane jest z parametrami skrawania. Uwzględniają oni również czynnik zakłócający idealny proces usuwania materiału w postaci przemieszczeń względnych pomiędzy narzędziem a przedmiotem obrabianym, które są wynikiem błędów wrzeciona i drgań maszyny (rys. 3).

Praca [5] przedstawia zestawienie dziewiętnastu czynników wpływających na chropowatość powierzchni. Czynniki zostały podzielone na cztery grupy obejmujące parametry obróbki (siedem zmiennych) gdzie autorzy uwzględniają wpływ parametrów skrawania, dobranej strategii obróbki oraz zastosowanego chłodzenia.



Rys. 3. Czynniki wpływające na proces generowania chropowości powierzchni wg [6]



Rys. 4. Diagram przedstawiający czynniki oddziałujące na strukturę geometryczną powierzchni podczas procesu obróbki skrawaniem [5]

Druga grupa związana jest z właściwościami narzędzia (cztery zmienne) uwzględniająca geometrię narzędzia i jej błędy oraz materiał z jakiego narzędzie zostało wykonane. Kolejne czynniki zostały sklasyfikowane w grupie związanej z materiałem obrabianym, dla którego istotne są wymiary gabarytowe oraz twardość. Ostatnia grupa to zjawiska towarzyszące procesowi skrawania (pięć zmiennych). Zawiera ona czynniki związane z drganiami układu obróbkowego, tarcieniem i formowaniem wióra oraz siłami skrawania. Zestawienie czynników prezentuje rys. 4.

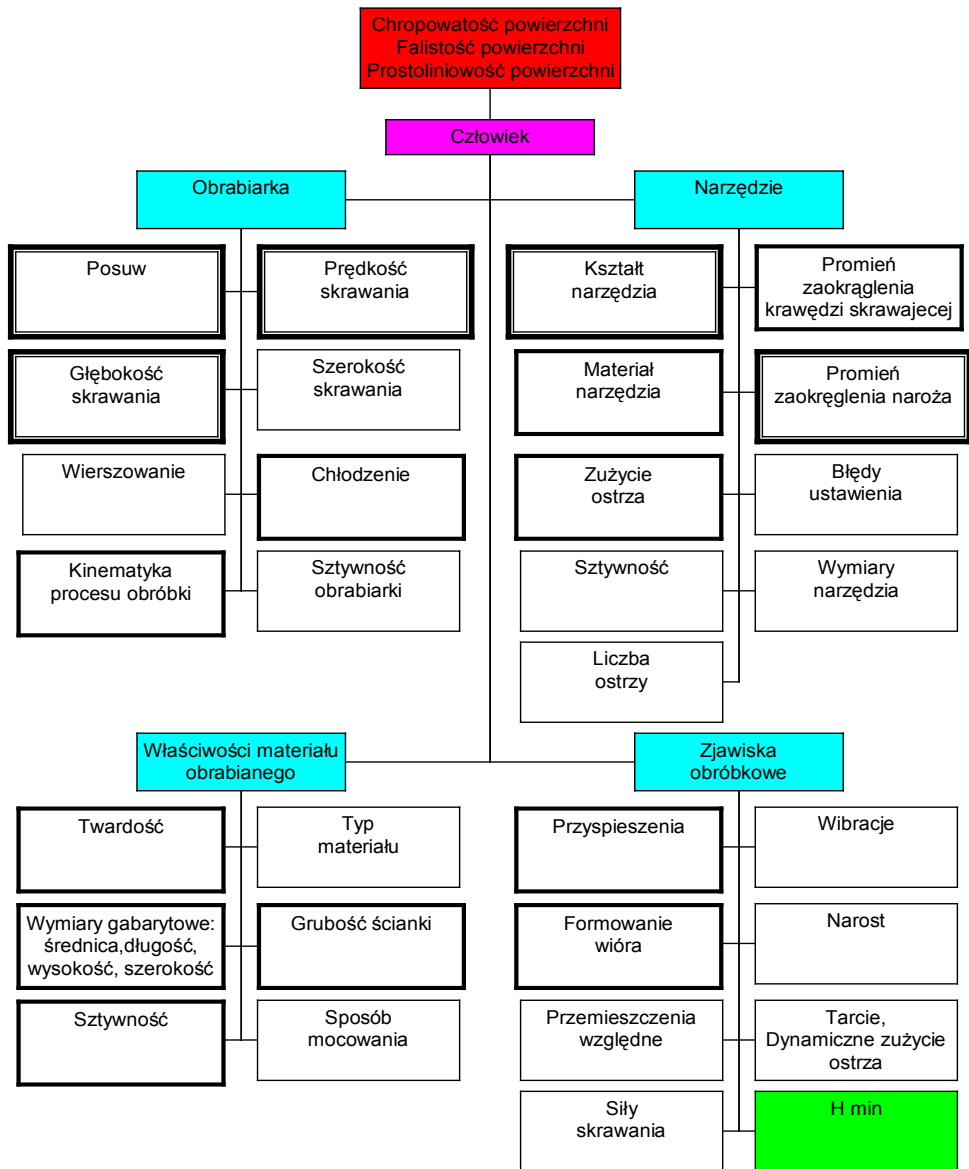
Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury [1÷5] stwierdzono, że istniejące zestawienia czynników wpływających na proces powstawania struktury geometrycznej powierzchni nie są spójne oraz nie uwzględniają wszystkich istotnych czynników. Każdy z autorów prezentuje swoje podejście do problemu konstytuowania struktury geometrycznej powierzchni. Częścią wspólną wszystkich opracowanych zestawień czynników wpływających na proces powstawania struktury geometrycznej powierzchni jest grupa czynników związanych z parametrami skrawania oraz geometrią narzędzia, które w pierwszej kolejności brane są pod uwagę przez wszystkich badaczy. W następnej kolejności brane pod uwagę były materiał narzędzia, przedmiotu obrabianego ich właściwości i wymiary oraz zużycie i sposób chłodzenia. W ostatniej kolejności uwzględniane były czynniki towarzyszące procesowi skrawania.

W wyniku przeprowadzonej analizy literatury i doświadczeń autorów opracowano własne zestawienie czynników, które oddziałują na proces kształtowania struktury geometrycznej powierzchni.

Nowa klasyfikacja (rys. 5) uwzględnia 32 czynniki, podzielone na pięć grup związanych z:

- obrabiarką,
- narzędziem,
- właściwościami materiału obrabianego,
- zjawiskami obróbkowymi towarzyszącymi procesowi skrawania,
- czynnikiem ludzkim.

Dziewiętnaście czynników jest znanych przed rozpoczęciem procesu skrawania, dwanaście trzeba monitorować podczas obróbki. Sposób obramowania wyróżniającego wybrane czynniki oznacza jak często brane były one pod uwagę przez innych autorów opracowujących podobne zestawienia. Analizując literaturę stwierdzono, że w żadnym z opracowanych zestawień czynników wpływających na SGP nie natrafiono na ten, który w opracowanym zestawieniu zaznaczono kolorem zielonym, czyli minimalną grubość warstwy skrawanej pomimo tego, że w pracy [8] wykorzystywana ona jest do prognozowania parametru Ra.



Rys. 5. Zestawienie czynników, które oddziałują na proces kształtowania struktury geometrycznej powierzchni wg autorów

3. WNIOSKI

Reasumując należy stwierdzić, że:

1. Proces powstawania struktury geometrycznej powierzchni w wyniku obróbki skrawaniem jest bardzo złożony i wpływa na niego wiele czynników oraz oddziaływanie poszczególnych elementów układu obróbkowego.
2. Istniejące zestawienia czynników wpływających na proces powstawania struktury geometrycznej powierzchni nie są spójne oraz nie uwzględniają wszystkich czynników, które mogą wpływać na proces generowania struktury geometrycznej powierzchni.
3. Analizując literaturę w żadnym z opracowanych zestawień czynników wpływających na SGP nie natrafiono na parametr minimalnej grubości warstwy skrawanej pomimo tego, że w pracy [8] wykorzystywana ona jest do prognozowania parametru Ra.
4. Autorzy proponują podział składający się z 5 grup związanych z obrabiarką, narzędziem, właściwościami materiału obrabianego, zjawiskami obróbkowymi towarzyszącymi procesowi skrawania, czynnikiem ludzkim.
5. Opracowane zestawienie czynników wpływających na proces powstawania struktury geometrycznej powierzchni uwzględnia 32 czynniki, z których 19 jest znanych przed rozpoczęciem obróbki, a 13 trzeba monitorować w czasie obróbki.

LITERATURA

- [1] ADAMCZAK S.: *Pomiary Geometryczne Powierzchni. Zarysy Kształtu, Falistość i Chropowatość*. Warszawa. WNT 2009.
- [2] Alauddin M., El Baradie M. A., HaShmi M. S. J.: Optimization of surface finish in end milling inconel 718. *Journal of Material Processing Technology* 56 1996, s. 54-65.
- [3] Altinas Y., Engin S.: Generalized modeling of mechanics and Dynamics of milling cutters. *Annals of the CIRP*, vol. 50/1 2001, s. 25-30.
- [4] Basuray P.K., Misra B.K., Lal G.K.: Transition from ploughing to cutting during machining with blunt tools. *Wear* 43 1977, s. 341-349.
- [5] Benardos P. G., Vosniakos G. C.: Predicting surface roughness in machining: a review. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 43 2003, s. 833-844.
- [6] Cheung C.F., Lee W.B.: A theoretical and experimental investigation of surface roughness formation in ultra-precision diamond turning. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 40 2000, s. 979-1002.
- [7] Cieloszyk J., Olszak W., Skrodziewicz E., Sobkowiak E.: Stan geometryczny powierzchni frezowanej czołowo z dużymi posuwami. *Materiały Konferencji I Forum Prac Badawczych „Kształtowanie części maszyn przez usuwanie materiału”*. Koszalin 1994, s. 46-55.
- [8] Miko E.: Konstytuowanie mikronierówności powierzchni metalowych obrabianych narzędziem o zdefiniowanej stereometrii ostrzy. *Monografie, studia, rozprawy* 46. Kielce 2004.
- [9] Radziszewski L.: Intrusive effect of a contact transducer on testing results, *Metrology and Measurement Systems* Vol. XI, Nr 1/2004 s.31 – 43 Warszawa 2004.