

Przemysław J. BORKOWSKI¹

Józef A. BORKOWSKI²

Mariusz O. JĘDRYSEK³

PODSTAWY STOSOWANIA WYSOKOCIŚNIENIOWEJ STRUGI WODNO-LODOWEJ DO WYDOBYWANIA KONKREKCI POLIMETALICZNYCH Z DNA OCEANU

W pracy scharakteryzowano konkrecje polimetaliczne zalegające dno oceaniczne oraz ich zasoby i miejsca występowania, zwłaszcza w przyznanym Polsce obszarze pomiędzy uskoki dła pacyficznego o nazwie Clarion-Clipperton. Zaprezentowano koncepcję zastosowania wysokociśnieniowej strugi wodnej, wspomaganą fizycznym oddziaływaniem granulek suchego lodu CO₂, do podmorskiego urobku takich konkrecji. Wskazano na bardzo przydatną cechę zastosowanego lodu, dzięki której jego cząstki nie podlegają zbrylaniu się w środowisku wodnym. Ponadto granulki takiego lodu pod wpływem mechanicznych uderzeń, występujących w strefie obróbki, ulegają gwałtownej sublimacji. Objętość pęcherzyków fazy gazowej CO₂, powstających z częściowego przesublimowania granulek suchego lodu w warunkach panujących na dnie oceanicznym, jest bardzo niewielka. Największe pęcherzyki mają średnice od 1,7 do 2,1 mm. Ich ogromna mnogość sprawia jednak, że strefa robocza staje się obszarem agresywnej erozji, zbliżonej do kawitacji. W artykule tym przedstawiono także podstawy hydropneumatycznego transportu konkrecji polimetalicznych na powierzchnię, określając, na jakiej głębokości należy włączać do rury sprężone powietrze w celu zapewnienia odpowiedniej wydajności tego procesu. Scharakteryzowano także struktury przepływów występujących w różnych przekrojach rury transportowej oraz określono odpowiednie zależności teoretyczne. Przedstawione zależności pozwalają na dokonywanie wyboru najważniejszych parametrów, które decydują o skuteczności opracowanej metody. Przedstawione teoretyczne podstawy odpajania i wydobywania konkrecji polimetalicznych z dna oceanicznego, oparte na wykorzystaniu erozyjnych właściwości wysokociśnieniowej strugi wodno-lodowej CO₂ oraz transportowania urobku metodą iniekcji pneumatycznej powinny w istotnym stopniu przyczynić się do zwiększenia skuteczności wydobywania tych konkrecji.

Słowa kluczowe: konkrecje polimetaliczne, wysokociśnieniowa struga wodno-lodowa, suchy lód CO₂, transport hydropneumatyczny

BASIS OF HIGH-PRESSURE WATER-ICE JET IMPLEMENTATION FOR POLYMETALLIC CONCRETIONS OUTPUT FROM THE OCEAN'S BOTTOM

Summary

The paper presents characteristics of polymetallic concretions deposited on the bottom of the ocean and their resources as well as areas of deposition, especially in the Clarion-Clipperton area, the Pacific zone of Polish concession. The concept of high-pressure waterjet implementation, supported with physical influence of CO₂ dry ice pellets for concretions' output is presented. A very useful feature of ice used in the process that causes relatively neglected effect of clumping in the water environment is pointed out. Moreover, CO₂ pellets, undergoing mechanical impact occurred in the machining zone, sublimate violently. The volume of CO₂ gas bubbles at the bottom of the ocean is very small. The largest ones are 1.7 up to 2.1 mm in diameter. However, the huge number of those bubbles causes that the work area undergoes aggressive erosion similar to cavitation effect. The basis of concretions' hydro-pneumatic transportation from the ocean bottom is given too, pointing out the issue of air pressure inlet depth to the main transportation tube, in order to achieve proper efficiency. The flow structures in respective cross-sections of the tube, as well as theoretical analysis of the problem are also characterized in this paper.

Presented relations allow to choose important parameters, deciding about a quality of the developed method. Finally, the theoretical basis presented in this paper, based on erosive properties of high-pressure water-ice (CO₂) jet technique of exploitation should essentially contribute to an increase in the efficiency of poly-metallic concretions output.

Keywords: polymetallic concretions, high-pressure water-ice jet, CO₂ dry ice, hydro-pneumatic transportation

DOI: 10.7862/rm.2017.39

Przesłano do redakcji: 14.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Przemysław J. Borkowski, Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel.: 224592515, e-mail: przemys-law.borkowski@pgi.gov.pl

² Józef A. Borkowski, Politechnika Koszalińska, e-mail: jozef-borkowski@wp.pl

³ Mariusz O. Jędrysek, Uniwersytet Wrocławski, e-mail: mariusz.jedrysek@uwr.edu.pl

Jan BUREK⁴
Joanna LISOWICZ⁵
Tomasz RYDZAK⁶
Artur SZAJNA⁷

PROBLEMY KSZTAŁTOWANIA UBYTKOWEGO MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH – ROZWIĄZANIA OFEROWANE PRZEZ FIRMY NARZĘDZIOWE

Charakterystyczne właściwości materiałów kompozytowych, takie jak wysoka wytrzymałość i sztywność, przy jednoczesnym zmniejszeniu masy sprawiają, że zyskują coraz większe znaczenie jako materiały konstrukcyjne. Elementy kompozytowe często wymagają wykonania wykańczających operacji z zastosowaniem obróbki ubytkowej, takiej jak frezowanie lub wiercenie. Okazuje się jednak, że kształtowanie ubytkowe kompozytów – materiałów niejednorodnych i anizotropowych przysparza sporo trudności. Najczęściej napotykanym problemem jest zjawisko delaminacji, czyli rozdzielenia sąsiadujących warstw osnowy. Producenci narzędzi skrawających proponują coraz większy wybór narzędzi do obróbki kompozytów, które pozwolą na uniknięcie lub minimalizację niekorzystnych zjawisk towarzyszących obróbce materiałów kompozytowych.

Słowa kluczowe: kompozyty, problemy obróbki kompozytów, delaminacja, narzędzia do obróbki kompozytów

PROBLEMS OF MACHINING OF COMPOSITE MATERIALS – SOLUTIONS OFFERED BY TOOL COMPANIES

Summary

The characteristic properties of composite materials, such as high strength and stiffness while reducing weight, make them increasingly important as construction materials. Composite components often require finishing operations, such as milling and drilling. However, the loss shaping of composites – nonhomogeneous and anisotropic materials – turns out to be problematic and difficult. The most common problem is the phenomenon of delamination – the separation of adjacent warp plies.

Cutting tool manufacturers offer an increasing choice of composite processing tools to avoid or minimize the disadvantageous effects associated with composite materials processing.

Keywords: composites, problems with composites machining, delamination, tools for composites machining

DOI: 10.7862/rm.2017.40

Przesłano do redakcji: 11.08.2017
Przyjęto do druku: 10.10.2017

⁴ Autor do korespondencji/corresponding author: Jan Burek, Politechnika Rzeszowska, ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel.: 178651499, e-mail: jburek@prz.edu.pl
⁵ Joanna Lisowicz, Politechnika Rzeszowska, e-mail: j.lisowicz@prz.edu.pl
⁶ Tomasz Rydzak, Politechnika Rzeszowska, e-mail: t.rydzak@prz.edu.pl
⁷ Artur Szajna, Politechnika Rzeszowska, e-mail: a.szajna@prz.edu.pl

Jan BUREK⁸
Paweł SUŁKOWICZ⁹
Robert BABIARZ¹⁰
Marcin PŁODZIEN¹¹

SZLIFOWANIE WZDŁUŻNO-KSZTAŁTOWE WAŁKÓW ŚCIERNICĄ PROFILOWĄ TYPU 1F1

Obróbka wykończeniowa części walcowych może być prowadzona na wiele sposobów. W zależności od typu obrabianego przedmiotu najczęściej są stosowane procesy szlifowania wzdłużnego, wglębnego oraz kształtowego. W pracy zaprezentowano metodę szlifowania wzdłużno-kształtowego, która polega na obróbce przedmiotów z zastosowaniem wąskiej ściernicy walcowej bądź profilowej, która porusza się po zaprogramowanym torze w układzie CNC. Metoda ta jest szczególnie przydatna w obróbce elementów o skomplikowanej geometrii. Przeprowadzono badania szlifowania wzdłużno-kształtowego wałka zawierającego powierzchnie walcowe, stożkowe oraz wklęsłe i wypukłe promienie zaokrąglenia, z użyciem ściernicy profilowej typu 1F1 z różnymi parametrami szlifowania. Przedstawiono przebiegi składowych siły szlifowania oraz emisji akustycznej. Przeanalizowano dokładność szlifowania części, w szczególności wartość odchyłki kształtu i chropowatość powierzchni.

Słowa kluczowe: szlifowanie wzdłużno-kształtowe, szlifowanie CPCG, ściernica profilowa, szlifowanie wałków

TRAVERSE-CONTOUR GRINDING OF SHAFTS USING 1F1 TYPE PROFILE GRINDING WHEEL

Summary

Finishing machining of cylindrical parts may be conducted in many different ways. Depending on the type of workpiece, the commonly used methods include traverse grinding, plunge grinding and shape grinding. This paper presents a method of traverse-contour grinding, which consists of machining workpieces using a narrow, cylindrical or profile grinding wheel, that moves along a CNC-programmed path. This method is especially useful for machining parts with complicated geometry. Traverse-contour grinding tests of workpiece characterised by cylindrical, conical and also convex as well as concave surfaces were conducted using a 1F1 profile grinding wheel at varying grinding parameters. Values of grinding force components as well as acoustic emission were presented. Grinding accuracy was analysed focusing on shape deviation and surface roughness.

Keywords: traverse-contour grinding, CPCG grinding, profile grinding wheel, cylindrical grinding

DOI: 10.7862/rm.2017.41

Przesłano do redakcji: 11.08.2017

Przyjęto do druku: 10.10.2017

⁸ Jan Burek, Politechnika Rzeszowska, e-mail: jburek@prz.edu.pl

⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Paweł Sułkowicz, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, tel.: 178651207, e-mail: sulkowicz@prz.edu.pl

¹⁰ Robert Babiarez, Politechnika Rzeszowska, e-mail: robertb@prz.edu.pl

¹¹ Marcin Płodzień, Politechnika Rzeszowska, e-mail: plodzien@prz.edu.pl

Bożena CIAŁKOWSKA¹²
Magdalena WIŚNIEWSKA¹³
Patryk ANDRZEJEWSKI

PROBLEMATYKA PRZECINANIA WYBRANYCH MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH STRUNĄ ZBROJONĄ TRWALE

W artykule omówiono nowoczesne materiały kompozytowe, ich podział, budowę oraz obszary zastosowań. Opisano możliwości ich obróbki i jej problematykę, ze szczególnym uwzględnieniem metod ściernych. Zaprezentowano efekty, jakie można uzyskać w procesie przecinania strunowego wybranych kompozytów oraz przedstawiono zagadnienie temperatury w strefie cięcia.

Słowa kluczowe: kompozyty, laminaty, przecinanie, struna zbrojona trwale

PROBLEMS OF ABRASIVE DIAMOND WIRE SAW CUTTING OF SELECTED COMPOSITE MATERIALS

Summary

In these article modern composite materials, their division, construction and area of application were described. The possibilities and problems of machining the composite materials with particular emphasis on abrasive methods were described. Effects that can be obtained in diamond wire cutting of selected composites were introduced. Furthermore, temperature aspect in the cutting zone was presented.

Keywords: composites, laminates, cutting, abrasive diamond wire

DOI: 10.7862/rm.2017.42

Przesłano do redakcji: 24.07.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

¹²Autor do korespondencji/corresponding author: Bożena Ciałkowska, Politechnika Wroclawska, ul. Łukasiewicza 5, 50-371 Wrocław, tel.: 713202075, e-mail: bozena.cialkowska@pwr.edu.pl

¹³ Magdalena Wiśniewska, Politechnika Wroclawska, e-mail: m.wisniewska@pwr.edu.pl

Piotr CICHOSZ¹
Maciej KOWALSKI²
Paweł KAROLCZAK³
Marek KOŁODZIEJ⁴
Hubert SKOWRONEK⁵
Kamil WASZCZUK⁶

FAZOWNIK SAMOCZYNNY Z OSTRZEM NAPINANYM SPRĘŻYNĄ PIÓROWĄ

Problemem, który może generować znaczne koszty oraz zwiększać czasochłonność procesów technologicznych, są czynności związane z fazowaniem i gratowaniem krawędzi obrabianych wcześniej przedmiotów. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku obróbki masowej, kiedy ważne jest utrzymanie wysokiej efektywności wytwarzania. Dotychczas stosowane narzędzia do fazowania krawędzi, których konstrukcja opiera się na sprężysto umocowanych ostrzach, mają tę wadę, że wielkość i regularność wykonywanej fazy są uzależnione od zakłóceń losowych, np. zmiennych właściwości materiału półfabrykatu. Problem ten nasila się w przypadku kształtowania przedmiotów z materiałów plastycznych lub kompozytowych w obecności nieregularnych wypływek i zadziorów. W pracy omówiono proces konstrukcji i finalną wersję narzędzia do fazowania, wykonanego w wariantcie z ostrzem ze zintegrowaną płożą ślizgową i napinanego sprężyną piórową. Omówiono wybrane wyniki fazowania tym narzędziem.

Słowa kluczowe: narzędzie skrawające, fazowanie, krawędź, element ślizgowy

THE SELF-ACTING CHAMFERING TOOL WITH BLADE TENSIONED BY LEAF SPRING

Summary

One of the problems that generate significant costs and increase the time consuming process of the process is the chamfering and deburring the edges of previously machined objects. In the case of mass processing it is particularly important to maintain high efficiency of production. The size and regularity of the made phase subjected to random disturbances such as the variable properties of the material of the semi-finished product are indicated as disadvantages of existing tools for chamfering the edges which design is based on the elastically mounted blades. This problem arises when objects made from plastic or composite materials are machined in the presence of irregular spikes and burrs. This article discusses the construction process and presents the final version of the chamfering tool with a blade with integrated sliding skid tensioned by leaf spring. The selected chamfering results obtained with this tool are discussed.

Keywords: cutting tool, chamfering, edge, sliding element

DOI: 10.7862/rm.2017.43

Przesłano do redakcji: 24.07.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

Piotr CICHOSZ¹
Paweł KAROLCZAK²
Maciej KOWALSKI³
Marek KOŁODZIEJ⁴
Hubert SKOWRONEK⁵
Kamil WASZCZUK⁶

FAZOWNIK SAMOCZYNNY Z OSTRZEM NAPINANYM SPRĘŻYNĄ ŚRUBOWĄ

Współczesna technologia dąży do maksymalnej efektywności wytwarzania z zachowaniem odpowiedniej dokładności wytwarzanych elementów. Załamywanie krawędzi realizowane standardowymi metodami może być czasochłonne. Fazowanie narzędziami samoczynnymi, dostępnymi na rynku, nie gwarantuje odpowiedniej dokładności wymiarów i właściwości fazek, szczególnie w produkcji seryjnej. W pracy przedstawiono ideę fazowania narzędziem posiadającym ostrze z płożą ślizgową, napinane sprężyną śrubową. Pokazano proces konstrukcji tego narzędzia. Zaprezentowano jego końcową wersję oraz wybrane wyniki fazowania tym narzędziem.

Pokazano główne zalety takiego fazownika wraz z jego wadami, a także zasugerowano możliwe dalsze usprawnienia konstrukcji narzędzia, które mogą wady te wyeliminować.

Słowa kluczowe: narzędzie skrawające, płoża ślizgowa, krawędź, fazowanie

THE SELF-ACTING CHAMFERING TOOL WITH BLADE TENSIONED BY HELICAL SPRING

Summary

Modern technology strives to maximum productivity while maintaining the correct accuracy of manufactured components. Chamfering of the edges by standard methods increases the production time. Chamfering with self-acting tools available on the market does not guarantee the proper dimensions and properties of the chamfer, especially in mass production. This paper presents the idea of chamfering by the tool with a sliding blade and tensioned with helical spring. The construction processes of this tool have been shown. Its final version and selected chamfering results are presented. The main advantages of such a chamfer with its disadvantages are shown, and further possible improvements to the design of the tool, which can eliminate disadvantages, are suggested.

Keywords: cutting tool, sliding skid, edge, chamfering

DOI: 10.7862/rm.2017.44

Przesłano do redakcji: 24.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

Piotr LÖSCHNER¹⁴
Piotr NIEŚLONY¹⁵
Krzysztof JAROSZ¹⁶

WPLYW PRZEMIESZCZENIA NISZCZĄCEGO NA WYNIKI SYMULACJI NUMERYCZNEJ MES

W artykule przedstawiono wpływ parametru przemieszczenia niszczącego U_f na wyniki symulacji numerycznej procesu skrawania w programie Abaqus/CAE. W symulacji wykorzystano model konstytutywny Johnsona-Cooka, opracowany dla stopu tytanu Ti6Al4V. Omówiono warunki brzegowe oraz wpływ zmiękczenia termicznego stopu tytanu przy różnych prędkościach skrawania na wyniki symulacji MES. Wykazano znaczący wpływ przemieszczenia niszczącego U_f na przebieg dekohezji i kształtowanie wióra.

Słowa kluczowe: prędkość odkształcenia, MES, przemieszczenie niszczące

THE EFFECT OF DISPLACEMENT AT FAILURE ON THE RESULTS OF FEM NUMERICAL SIMULATION

Summary

In the article the effect of displacement at failure U_f on the simulation results of machining process conducted in Abaqus/CAE program is presented. A Johnson-Cook constitutive model with parameters adequate for Ti6Al4V titanium alloy was used in the simulation. Boundary conditions and the effects of thermal softening at different cutting speeds on the simulation results were described. The results shows a substantial effect of displacement at failure value on decohesion and chip formation.

Keywords: strain rate, FEM, displacement at failure

DOI: 10.7862/rm.2017.45

Przesłano do redakcji: 12.08.2017
Przyjęto do druku: 18.10.2017

¹⁴Autor do korespondencji/corresponding author: Piotr Löschner, Politechnika Opolska, ul. S. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole, tel.: 725162237, e-mail: pleszner1@gmail.com

¹⁵ Piotr Niesłony, Politechnika Opolska, e-mail: p.nieslony@po.opole.pl

¹⁶ Krzysztof Jarosz, Politechnika Opolska, e-mail: jarosz.krzysztof91@gmail.com

ANALIZA MES WPLYWU ZUZYCIA POWIERZCHNI PRZYLOZENIA NARZĘDZIA NA JEGO OBCIĄŻENIE W SKRAWANIU ORTOGONALNYM STALI 42CrMo4

W artykule przedstawiono analizę wpływu zużycia powierzchni przyłożenia (wskaźnik VB_B) na składowe siły całkowitej oraz rozkład nacisków na ostrzu podczas toczenia ortogonalnego. Dane eksperymentalne uzyskano, mierząc składowe siły całkowitej siłomierzem tensometrycznym oraz przez rejestrację wartości reakcji ostrza w modelu MES procesu formowania wióra. Badania eksperymentalne posłużyły do walidacji modeli numerycznych przygotowanych w programie ABAQUS. Określone pasmo zużycia zostało zamodelowane geometrycznie na powierzchni przyłożenia, a wpływ tego zużycia został oceniony w niezależnych symulacjach. Model numeryczny formowania wióra wykorzystuje równanie konstytutywne Johnsona-Cooka do opisu wartości i rozkładu naprężeń w przedmiocie obrabianym, a ostrze z zamodelowanym zużyciem zostało opisane jako ciało idealnie sztywne. Mechanikę procesu skrawania przedstawiono, odwołując się do modelu Merchanta skrawania ortogonalnego, nanosząc wykreślnie wektory przyrostu składowych siły całkowitej obliczone MES na tle zamodelowanego konturu strefy skrawania. Wyniki pomiarów i symulacji wskazują, że wzrost zużycia określony wskaźnikiem VB_B wpływa bezpośrednio na wzrost składowych siły całkowitej.

Słowa kluczowe: metoda elementów skończonych, zużycie narzędzia, modelowanie, rozkład nacisków, składowe siły całkowitej

FINITE ELEMENT METHOD ANALYSIS OF THE EFFECT OF TOOL FLANK WEAR ON TOOL LOADING IN ORTHOGONAL CUTTING OF 42CrMo4 STEEL

Summary

In this paper an analysis of influence of flank wear (VB_B index) on total force components and pressure distribution in orthogonal cutting is presented. The experimental results were obtained based on the measurement of total force components using force gauge and values of reaction of the blade in the finite element model of the chip formation process. The experimental investigations were used in validation of the numerical models prepared in ABAQUS program. The determined range of wear has been modeled on the flank and their influence has been assessed by independent simulations. The numerical models of chip formation utilized Johnson-Cook equation to calculate the value and stress distribution in the workpiece. The blade with modeled wear was assumed as a rigid body. The mechanics of cutting process is presented based on the Merchant model of orthogonal cutting. The vectors of increments of total force components determined by FEM were geometrically drawn up to scale on cutting zone stress contour plot. The results indicated that increasing of wear described by VB_B index has a direct effect on increasing of components of total force.

Keywords: finite element method, tool wear, modeling, pressure distribution, total force components

DOI: 10.7862/rm.2017.46

Przesłano do redakcji: 21.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

¹⁷Autor do korespondencji/corresponding author: Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, tel.: 616652723, e-mail: marek.w.madajewski@doctorate.put.poznan.pl

¹⁸Zbigniew Nowakowski, Politechnika Poznańska, e-mail: zbigniew.nowakowski@put.poznan.pl

¹⁹Natalia Znojkiwicz, Politechnika Poznańska, e-mail: natalia.w.znojkiwicz@doctorate.put.poznan.pl

ANALIZA SIŁ W PROCESIE OBRÓBKİ KRAWĘDZI SZCZOTKAMI CERAMICZNYMI

Zjawisko formowania się zadziorów jest nieodzownym elementem procesu skrawania. Narzędziami przeznaczonymi do usuwania zadziorów są szczotki z włóknami ceramicznymi. Istnieje wiele czynników zmiennych związanych z konstrukcją szczotek ceramicznych, które dobiera się w zależności od rodzaju materiału obrabianego, wielkości zadziorów i spodziewanych efektów obróbki. Do czynników zmiennych zalicza się: rodzaj włókna ceramicznego, wartość wysunięcia włókien z tulei korpusu, sztywność sprężyny uchwytu kompensacyjnego. Poza zmiennymi wynikającymi z konstrukcji szczotek, podczas procesu można dodatkowo sterować parametrami technologicznymi (prędkość posuwu, prędkość skrawania i dosuw). W pracy analizowano wpływ wybranych czynników konstrukcyjnych szczotek ceramicznych na siłę osiową w procesie szczotkowania. Do badań użyto próbek prostopadłościennych wykonanych ze stopu aluminium 7075. Badania przeprowadzono na autorskim siłomierzu tensometrycznym o częstotliwości próbkowania 80 Hz. Szczotkowano płaską powierzchnię próbek ustawioną prostopadle do osi narzędzia. Wykazano, że dla ustalonych w eksperymencie warunków procesu w większym stopniu na wartość siły osiowej wpływa rodzaj zastosowanej sprężyny w uchwycie kompensacyjnym niż rodzaj zastosowanego włókna.

Słowa kluczowe: zadziory, siła skrawania, szczotki ceramiczne, amplituda siły

FORCE ANALYSIS DURING EDGE MACHINING USING CERAMIC BRUSH

Summary

The formation of burrs is an inevitable part of the cutting process. Dedicated tools for deburring are brushes with ceramic fibres. There are many variable factors relating to the construction of ceramic brushes, which are selected depending on the type of the workpiece, the size of burrs and the expected machining effects. Variable factors include the type of ceramic fibre, projection of ceramic fibre from sleeve, the spring stiffness of the floating holder. In addition to variables related to the construction of the brushes, the process parameters (feed rate, cutting speed and depth of cut) can be controlled during the process. The article analyzes the influence of selected ceramic brush construction factors on the axial force in the brushing process. Cuboid samples made of 7075 aluminium alloy were used during the studies. The tests were carried out on a strain gauge with a sampling frequency of 80 Hz. Flat surfaces of specimens perpendicular to the tool axis were subjected to brushing. It has been shown that the type of spring used in the floating holder has a greater effect on the value of axial force than the type of fibre used.

Keywords: burrs, cutting force, ceramic brushes, force amplitude

DOI: 10.7862/rm.2017.47

Przesłano do redakcji: 24.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

²⁰ Autor do korespondencji/corresponding author: Jakub Matuszak, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, tel.: 815384707, e-mail: j.matuszak@pollub.pl

²¹ Kazimierz Zaleski, Politechnika Lubelska, e-mail: k.zaleski@pollub.pl

ANALIZA DRGAŃ WŁASNYCH PRZEKŁADNI ZĘBATEJ MAŁEJ MOCY

W artykule omówiono drgania własne przekładni zębatej małej mocy, dedykowanej do współpracy z pompą hydrauliczną stoiska hamownianego. W procesie analizy wykorzystano metodę elementów skończonych i komercyjne oprogramowanie ANSYS. Analizę drgań omawianego układu prowadzono dwuetapowo. W pierwszej kolejności wyznaczono częstotliwości własne drgań poprzecznych kół zębatach z uwzględnieniem rotacji kół. Następnie, wykorzystując opracowane wykresy Campbella, wyznaczono prędkości wzbudzenia poszczególnych częstotliwości drgań własnych poprzecznych omawianych kół. W dalszej kolejności analizowano drgania własne korpusu reduktora. Rozważono dwa przypadki obliczeniowe. W pierwszym przypadku uwzględniono tylko masę i geometrię korpusu zasadniczego i pokrywy. W drugim przypadku uwzględniono dodatkowo masę poszczególnych kół oraz ich geometryczny rozkład. Na podstawie opracowanych modeli numerycznych wyznaczono pierwszych dziesięć częstotliwości drgań własnych i odpowiadające im formy własne korpusu reduktora. Następnie wyniki te wykorzystano do oszacowania poziomu naprężeń w ściankach korpusu dla dopuszczalnej wartości przyspieszenia. Prezentowana w pracy metodyka może być pomocna inżynierom zajmującym się analizą drgań przekładni zębatach.

Słowa kluczowe: drgania poprzeczne, częstotliwości rezonansowe, formy własne, przekładnie zębate

FREE VIBRATION ANALYSIS OF A LOW-POWER GEAR

Summary

This paper discusses the free vibrations of the low-power gear which is dedicated to cooperate with the hydraulic pump of the test rig. The finite element (FE) method and the commercial ANSYS software are employed. The vibration analysis of the discussed system is performed in two stages. Firstly the natural frequencies of the free transverse vibration of the gears are obtained with including the centrifugal effect. Next, on the basis of the elaborated Campbell diagrams, the excitation speeds for selected natural frequencies of the analyzed wheels are obtained. Then, the free vibrations of the reduction gear are analyzed and two computational cases are discussed. In the first computing case, only the mass and geometry of all parts of the body are taken into account. In the second case, the mass of the toothed gears is also included. Based on the elaborated FE models, the first ten natural frequencies and natural mode shapes of the reduction gear are obtained. Then, these results are used to estimate the stress level in the walls of the body for the permissible acceleration value. Presented investigation can be attractive for design engineers dealing with the dynamics of complex systems.

Keywords: transverse vibrations, resonance frequencies, normal modes, gears

DOI: 10.7862/rm.2017.48

Przesłano do redakcji: 17.09.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

²²Autor do korespondencji/corresponding author: Stanisław Noga, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel.: 178651639, e-mail: noga@prz.edu.pl

²³Tadeusz Markowski, Politechnika Rzeszowska, e-mail: tmarkow@prz.edu.pl

Adrian NOSOL²⁴
Marian BARTOSZUK²⁵
Przemysław WINIARSKI²⁶

BADANIA ENERGOCHŁONNOŚCI PROCESU TOCZENIA

W obecnej dobie energochłonność procesu wytwarzania często jest czynnikiem decydującym o pozycji wytwórcy na rynku. Konsumpcja energii jest w dużym stopniu uzależniona od parku maszynowego wytwórcy. Dąży się zatem do poszukiwania innowacyjnych strategii obróbki zmniejszających energochłonność wytwarzania. Niniejszy artykuł jest poświęcony analizie energochłonności przykładowego procesu toczenia. Rozważaniom poddano konsumpcję energii biernej w odniesieniu do całkowitej energii pobieranej z sieci dla procesu toczenia narzędziami konwencjonalnymi. Wykazano, że istnieje możliwość minimalizowania strat związanych z produkcją energii biernej przez umiejętny dobór narzędzi skrawających oraz stosowanie nowych strategii obróbki.

Słowa kluczowe: energochłonność, moc bierna, moc czynna, toczenie

A STUDY OF THE ENERGY CONSUMPTION OF THE TURNING PROCESS

Summary

In the present day, the energy consumption of the manufacturing process is often the decisive factor for the manufacturer's position on the market. Energy consumption depends to a large extent on the manufacturer's machine stock. It is therefore industry sought to seek innovative machining strategies that reduce the energy intensity of production. This article is devoted to an analysis of the energy consumption of an exemplary turning process. Passive energy consumption was investigated for total energy drawn from the grid for the conventional tool turning process. It has been shown that there is the possibility of minimizing losses associated with the production of passive energy through the skillful selection of cutting tools and the application of new machining strategies.

Keywords: energy consumption, passive power, active power, turning

DOI: 10.7862/rm.2017.49

Przesłano do redakcji: 14.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

²⁴Autor do korespondencji/corresponding author: Adrian Nosol, Politechnika Opolska, 45-272 Opole, ul. Sosnkowskiego 31, tel.: +48 774498672, e-mail: a.nosol@po.opole.pl

²⁵ Marian Bartoszuk, Politechnika Opolska, e-mail: m.bartoszuk@po.opole.pl

²⁶ Przemysław Winiarski, Politechnika Opolska, e-mail: winiarski.przemyslaw@gmail.com

WPLYW OBCIĄGANIA ŚCIERNICY NA DOKŁADNOŚĆ UŻĘBIENIA SZLIFOWANEGO METODĄ KSZTAŁTOWĄ

W pracy przedstawiono badania wpływu liczby obciągnięć ściernicy na dokładność szlifowanego uzębienia metodą kształtowo-podziałową. Operacji szlifowania na szlifierce RAPID 2000 firmy Höfler poddano koła zębate wykonane ze stali C55 po frezowaniu obwiedniowym i hartowaniu indukcyjnym, o następującej charakterystyce: $m = 5$ mm, $z = 68$, $d_p = 345,131$ mm. Obciążanie ściernicy prowadzono po wyszlifowaniu 9, 13, 17 wrębów koła zębatego. Dla kół zębatach po szlifowaniu ściernicą z różną liczbą obciągnięć wykonano pomiary na współrzędnościowej maszynie pomiarowej następujących odchylek: odchyłki całkowitej zarysu F_α , odchyłki kształtu zarysu $f_{f\alpha}$, odchyłki położenia zarysu $f_{H\alpha}$, odchyłki całkowitej linii zęba F_β , odchyłki kształtu linii zęba $f_{f\beta}$, odchyłki położenia linii zęba $f_{H\beta}$, odchyłki podziałki f_p , odchyłki sumarycznej podziałki koła F_p , odchyłki bicia promieniowego F_r .

Słowa kluczowe: koła zębate, szlifowanie kształtowo-podziałowe, dokładność uzębienia

EFFECT OF TRUING OF GRINDING WHEEL ON ACCURACY OF GEAR TEETH GRINDED WITH THE USE OF PROFILE METHOD

Summary

In this paper the results of investigations concerning the effects of number of truing operations of a grinding wheel on accuracy of gear wheel grinded with the use of profile dividing method are presented. The grinding operation was performed on the gear wheels made of hobbed and induction hardened C55 steel on grinding machine of RAPID 2000 made by Höfler Company. The gear wheels parameters were as follows: $m = 5$ mm, $z = 68$, $d_p = 345,131$ mm. Truing of the grinding wheel was performed after grinding of 9, 13, 17 tooth spaces of the gear wheel. The measurements of deviations of gear wheels were conducted on coordinate measuring machine. Following deviations are measured: total profile deviation F_α , profile form deviation $f_{f\alpha}$, profile slope deviation $f_{H\alpha}$, total helix deviation F_β , helix form deviation $f_{f\beta}$, helix slope deviation $f_{H\beta}$, single pitch deviation f_p , total cumulative pitch deviation F_p , radial runout deviation F_r .

Keywords: gear wheels, profile dividing grinding, accuracy of toothing

DOI: 10.7862/rm.2017.50

Przesłano do redakcji: 22.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

²⁷Autor do korespondencji/corresponding author: Stanisław Płonka, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała, ul. Willowa 2, 43-309, tel.: 338279213, e-mail: splonka@ath.bielsko.pl

²⁸Piotr Zyzak, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała, e-mail: pzyzak@ath.bielsko.pl

²⁹Paweł Kobiela, Fabryka Reduktorów i Motoreduktorów BEFARED Spółka Akcyjna, Bielsko-Biała, e-mail: pawel.kobiela@befared.pl

BADANIA WPLYWU GŁĘBOKOŚCI SKRAWANIA NA CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI STOPU INCONEL 718 PODCZAS TOCZENIA WYKOŃCZENIOWEGO

Celem badań było określenie wpływu głębokości skrawania podczas wytaczania otworu w materiale Inconel 718 na chropowatość powierzchni obrobionej. Zbadano również w porównywalnych warunkach uzyskane chropowatości powierzchni po toczeniu wzdłużnym i wytaczaniu. Otrzymane wyniki wskazują na sensowność stosowania mniejszych wartości głębokości skrawania, ze względu na szybsze zużycie ostrza skrawającego, na co ma bezpośredni wpływ ograniczone chłodzenie w strefie skrawania. Przy najmniej korzystnych warunkach podczas wytaczania ostrze szybciej ulega zużyciu, co powoduje pogorszenie jakości powierzchni obrobionej. Ograniczona ilość cieczy chłodząco-smarującej w strefie skrawania jest efektem kłębiących się wiórów, które w przypadku małych średnic obrabianych otworów trudno usunąć z obrabianego przedmiotu. Takie same parametry, jakie stosowano w próbie, gdzie uzyskano najwyższą wartość chropowatości, zastosowano podczas toczenia wzdłużnego. W tym przypadku wiór swobodnie spływający po obrabianej części nie ograniczał ilości dostarczanego chłodziwa w strefie skrawania, czego efektem było mniejsze zużycie ostrza oraz mniejsza wartość chropowatości powierzchni.

Słowa kluczowe: trwałość ostrza, mikronierówność, wióry

STUDY OF EFFECT OF THE CUTTING DEPTH ON SURFACE ROUGHNESS OF INCONEL 718 ALLOY DURING FINISH TURNING

Summary

The aim of this study was to determine the impact of the depth of cut while boring a hole in the Inconel 718 on the roughness of the machined surface. The surface roughness after longitudinal turning and boring at comparable conditions were also measured. The obtained results indicated the meaningfulness of the application of lower cutting depth values, due to the faster wear of the cutting edge, which is directly affected by limited cooling in the cutting zone. With unfavorable conditions while boring, the cutting edge wears faster, resulting in deterioration in the quality of the work surface. The limited amount of cutting fluid in the cutting zone is the result of curling of chips, which, in the case of small workpiece diameters, are difficult to remove from the workpiece. The same parameters used in the trial where the highest roughness was obtained were applied during longitudinal turning. In this case, the free-flow chip after the machined part did not limit the amount of coolant supplied in the cutting zone, resulting in less cutting edge wear and less surface roughness.

Keywords: tool life, microroughness, chips

DOI: 10.7862/rm.2017.51

Przesłano do redakcji: 14.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

³⁰Autor do korespondencji/corresponding author: Piotr Szablewski, Pratt & Whitney Kalisz / PWSZ Kalisz, ul. Elektryczna 4a, tel.: 667681866, e-mail: piotr.szablewski@pwk.com.pl

³¹Tomasz Dobrowolski, Pratt & Whitney, Kalisz, e-mail: tomasz.dobrowolski@pwk.com.pl

³²Piotr Kieruj, Politechnika Poznańska, e-mail: piotr.kieruj@put.poznan.pl

Stanisław ZABORSKI³³
Tomasz STECHNIJ³⁴
Jan MASALSKI³⁵
Dariusz POROŚ³⁶

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE POWIERZCHNI WYBRANYCH MATERIAŁÓW PO OBRÓBCE STRUMIENIOWO-ŚCIERNEJ

Celem prezentowanych wyników badań jest ocena stanu warstwy powierzchniowej stali oraz metali lekkich w kontekście parametrów obróbki strumieniowej. Referat zawiera wyniki pomiarów, takich jak: odporność na korozję, chropowatość i mikro-twardość. Praca przez analizę materiałów prowadzi do oceny właściwości użytkowych wyrobów produkowanych z blach.

Słowa kluczowe: obróbka strumieniowo-ścierna, kształtowanie powierzchni izotropowych, odporność korozyjna

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SURFACE OF SELECTED MATERIALS AFTER ABRASIVE BLASTING

S u m m a r y

The aim of presented results of the investigations is the assessment of the state of the surface layer of steels and light metals in the context of the parameters of the blasting. This article contains the results of measurements of resistance to corrosion, roughness and microhardness. This work, through material analysis, leads to the assessment of the performance of sheet metal products.

Keywords: abrasive blasting, the formation of an isotropic surfaces, resistance to corrosion

DOI: 10.7862/rm.2017.52

Przesłano do redakcji: 22.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

³³ Autor do korespondencji/corresponding author: Stanisław Zaborski, Politechnika Wrocławska, ul. I. Łukasiewicza 5, 50-370 Wrocław, tel.: 713202075, e-mail: stanislaw.zaborski@pwr.wroc.pl

³⁴ Tomasz Stechnij, Politechnika Wrocławska, e-mail: tomasz.stechnij@pwr.wroc.pl

³⁵ Jan Masalski, Politechnika Wrocławska, e-mail: jan.masalski@pwr.wroc.pl

³⁶ Dariusz Poroś, Politechnika Wrocławska, e-mail: dariusz.poros@pwr.wroc.pl

BADANIA PORÓWNAWCZE WPLYWU PARAMETRÓW TECHNOLOGICZNYCH FREZOWANIA WYBRANYCH STOPÓW TYTANU NA MOMENT SKRAWANIA I CHROPOWATOŚĆ OBROBIONEJ POWIERZCHNI

Stopy tytanu znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Z uwagi na wymogi związane z dokładnością wymiarowo-kształtową i jakością powierzchni często są poddawane obróbce skrawaniem. Jednak ze względu na ich właściwości należą do grupy materiałów trudnoskrawalnych. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu prędkości skrawania v_c oraz posuwu na ostrze f_z na moment skrawania i jego amplitudę oraz chropowatość powierzchni podczas frezowania próbek wykonanych ze stopów tytanu Ti6Al4V, WT3-1, WT22 oraz OT4-1. Badania przeprowadzono na 3-osiowym centrum obróbkowym. Do pomiaru momentu skrawania użyto siłomierza obrotowego Kistler 9125A. Istnieje zakres prędkości skrawania v_c , dla którego chropowatość powierzchni jest najmniejsza. Wykazano, że wartości momentu skrawania oraz amplitudy są silnie skorelowane z właściwościami materiału.

Słowa kluczowe: stopy tytanu, moment skrawania, amplituda momentu, chropowatość powierzchni

COMPARATIVE STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF MILLING OF SELECTED TITANIUM ALLOYS ON CUTTING TORQUE AND SURFACE ROUGHNESS OF MACHINED SURFACE

Summary

Titanium alloys are widely used in many industries. Because of the shape and dimensional accuracy requirements and surface quality, they are often subject to finishing machining. However, due to their properties they are difficult-to-cut materials. This paper presents the results of studies on the effect of cutting speed v_c and feed per tooth f_z on cutting torque, torque amplitude and surface roughness during milling of samples made of Ti6Al4V, WT3-1, WT22 and OT4-1 titanium alloys. The research was carried out on a 3-axis machining centre. Kistler 9125A rotary dynamometer was used to measure the cutting torque. It was found that there is a range of cutting speeds v_c for which the surface roughness is the smallest. It has been also shown that both the values and amplitudes of cutting torque are strongly correlated with the properties of the material.

Keywords: titanium alloys, cutting torque, torque amplitude, surface roughness

DOI: 10.7862/rm.2017.53

Przesłano do redakcji: 14.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

³⁷Autor do korespondencji/corresponding author: Kazimierz Zaleski, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, tel.: 815384238, e-mail: k.zaleski@pollub.pl

³⁸ Jakub Matuszak, Politechnika Lubelska, e-mail: j.matuszak@pollub.pl

ANALIZA ZA POMOCĄ MES WPLYWU ZUŻYCIA OSTRZA NA TEMPERATURĘ SKRAWANIA

W artykule przedstawiono analizę metodą elementów skończonych wpływu stopnia zużycia powierzchni przyłożenia na temperaturę procesu, a także model formowania wióra. Symulację prowadzono dla modelu Johnsona-Cooka. Do analizy wybrano dwie płytki skrawające. Ostrza były zamodelowane jako bryły idealnie sztywne, dlatego nie definiowano dla nich opisu zachowania materiału w zakresie występowania odkształceń plastycznych. Badanie każdego z ostrzy zostało przeprowadzone dla stanów zużycia wynoszących $VB_B = 0,25$ mm, $VB_B = 0,40$ mm i dla przypadku nowego ostrza. Podczas symulacji ostrza zostały poddane operacji toczenia ortogonalnego. Przedmiot obrabiany jest definiowany jako warstwa wióra powierzchni nieobrobionej oraz powierzchni obrobionej. Wszystkie wartości temperatury zostały zapisane dla czasu symulacji $t = 1,0$ ms. W wyniku analizy zmierzono maksymalną wartość temperatury na przedmiocie obrabianym i na ostrzu. Dodatkowo, w analizie temperatury przyjęto arbitralne punkty referencyjne dla przedmiotu obrabianego i ostrza. Zamieszczono także wyniki symulacji dla zmiennej *HFL*, przedstawiającej gęstość strumienia ciepła i przedstawiono rozkłady pól temperatury.

Słowa kluczowe: symulacja MES, węgiel spiekany, model Johnsona-Cooka, zużycie ostrza, rozkład temperatury

FEM ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE TOOL WEAR ON THE MACHINING TEMPERATURE

Summary

This paper presents the finite element analysis of the influence of tool wear on the process temperature and on chip formation model behavior. The simulation was conducted for the Johnson-Cook constitutive model. Two cutting inserts were selected for the analysis. In the FE simulation the tool was modeled as a perfectly rigid body, therefore the stress-strain analysis was excluded from its domain. The simulations were carried out for the tool with wear $VB_B = 0.25$ mm, $VB_B = 0.40$ mm and for a new insert geometry. In the simulation, inserts were subjected to an orthogonal turning. The workpiece is defined as a chip layer, as well as non-machined and machined surface. All temperature values were recorded for the simulation time $t = 1.0$ ms. The maximum temperature values on the workpiece and the tool were measured. In addition, arbitrary reference points for the workpiece and cutting edge were taken into account in the temperature analysis. The simulation results of variable heat flux (HFL) density distribution and the distribution of temperature fields are also presented.

Keywords: FEM simulation, cemented carbide, Johnson-Cook model, tool wear, temperature distribution

DOI: 10.7862/rm.2017.54

Przesłano do redakcji: 14.08.2017

Przyjęto do druku: 18.10.2017

³⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Natalia Znojkiwicz, Politechnika Poznańska, Piotrowo 3, 60-965 Poznań, tel.: 616652723, e-mail: natalia.w.znojkiwicz@doctorate.put.poznan.pl

⁴⁰Marek Madajewski, Politechnika Poznańska, e-mail: marek.w.madajewski@doctorate.put.poznan.pl