

Streszczenie

W rozprawie doktorskiej zaprezentowana została problematyka związana z odpowiednim zaplanowaniem hybrydowego procesu technologicznego integrującego frezowanie i nagniatanie. Przedstawiono rezultaty badań nad doborem parametrów technologicznych obu zabiegów ze względu na uzyskanie powierzchni o niskich nierównościach, niskich wartościach zredukowanych głębokości dolin oraz korzystnym stosunkiem izotropowości powierzchni po nagniataniu do izotropowości powierzchni po frezowaniu. W części teoretycznej został przedstawiony przegląd stanu wiedzy dotyczący hybrydowych technik wytwarzania i propozycji ich klasyfikacji prezentowanych przez największe ośrodki naukowe na świecie. Wyjaśniona została konieczność integracji realizowanych w produkcji procesów technologicznych w perspektywie rozwoju przemysłu 4.0. Przedstawiono zalety integracji obróbki ubytekowej i plastycznej w celu uzyskania gładkich powierzchni. Omówiono najnowsze trendy w ocenie 3D SGP.

Badania podzielone zostały na kilka etapów. W pierwszym, dokonano wyboru materiału i zakresu zmienności wybranych parametrów technologicznych frezowania i nagniatania (f_w oraz F_n). Następnie przeprowadzono badania topografii powierzchni wytworzonych próbek i wyznaczono wartości wybranych parametrów SGP 3D z grupy parametrów wysokościowych (Sa, Sz, Sq), przestrzennych (Sal, Str, Std), rdzenia chropowatości powierzchni (Svk, Sk) oraz objętościowych (Vm, Vv). Po tym etapie możliwe było wyznaczenie modeli matematycznych dla wybranych parametrów SGP 3D (Sa, Sq, Sk, Svk, Vm, Vv). Następnie rozpoczęto pracę nad wyznaczeniem autorskiego wskaźnika Stex i opracowano dla niego model matematyczny. Ostatnim etapem był wielokryterialny dobór optymalnych parametrów technologicznych zaprojektowanego procesu łączącego frezowanie i nagniatanie. Do badań wykorzystany został materiał konstrukcyjny używany do produkcji m.in. matryc i form wtryskowych (stal 42CrMo4). Próbki zostały wykonane na centrum obróbkowym przy wykorzystaniu specjalnie zaprojektowanych narzędzi do nagniatania o średnicy kulki nagniatającej $d_k=10\text{mm}$ (Polski opis patentowy. 220528. Opubl. 30.11.2015).

Przeprowadzone badania oraz ich analiza potwierdzają słuszność postawionej tezy mówiącej, że połączenie frezowania kształtującego i nagniatania wykończeniowego w jednej operacji technologicznej umożliwia osiągnięcie wymaganego przez technologa stanu i właściwości funkcjonalnych powierzchni. Potwierdzona została także druga teza wskazująca, że możliwym jest wyznaczenie zależności wiążącej parametry SGP 3D pochodzące z różnych grup, umożliwiającej dobór parametrów technologicznych podczas zintegrowanej obróbki łączącej frezowanie i nagniatanie.

Na podstawie zgromadzonej literatury oraz przeprowadzonych badań własnych sformułowano wnioski poznawcze i utylitarne. Przeprowadzone badania integrują kilka aspektów przygotowania procesu produkcyjnego, tj. wyznaczenie parametrów technologicznych, opracowanie metody kontroli, a także optymalizację i usprawnianie istniejącego procesu. To czyni je utylitarnymi w kontekście współczesnej koncepcji projektowania i zarządzania procesem produkcyjnym w przemyśle 4.0.

Łódź, 29-10-2021

Drdańska Sara

Abstract

The doctoral thesis presents issues related to the appropriate planning of a hybrid technological process integrating milling and burnishing. The research results on the technological parameters selection of both treatments due to obtaining low values of height surface texture parameters and a favorable ratio of surface isotropy after burnishing to surface isotropy after milling. The theoretical part presents a review of the current knowledge state regarding hybrid manufacturing techniques and proposals for their classification presented by the largest scientific centers in the world. The necessity of integration of technological processes in the perspective of industry 4.0 development was explained. The advantages of cutting and plastic treatment integration in order to obtain smooth surfaces were presented. The newest trends in 3D surface assessment were also discussed.

The research was divided into several stages. In the first steps, the material and variability range of chosen technological parameters of milling and burnishing (f_{wf} and F_n) were selected. Then, surface topography tests of the produced samples were carried out and the values of selected 3D surface texture parameters were determined: height parameters (Sa, Sz, Sq), spatial (Sal, Str, Std), parameters based on a graphical construction on the Abbott-Firestone curve (Svk, Sk) and volume parameters (Vm, Vv). After that, it was possible to determine mathematical models for selected 3D surface texture parameters (Sa, Sq, Sk, Svk, Vm, Vv). Then, the research on determining the Stex parameter began. In this step the mathematical model of Stex parameter was developed. The final stage was the multi-criteria selection of optimal parameters of the process combining milling and burnishing. During researches the material for injection molds (42CrMo4 steel) has been used. The samples were made on a machining center using specially designed tool for burnishing with burnishing ball (PL patent 220528).

The conducted tests and their analysis confirm the correctness of the thesis saying that the combination of shaping milling and finishing burnishing in one technological operation enables achieving the appropriate functional properties of the surface required by the technologist. The second thesis stating that it is possible to determine the relationship between surface texture parameters from different groups, enabling the selection of technological parameters during the integrated machining combining milling and burnishing has been also confirmed.

Cognitive and utilitarian conclusions were formulated on the basis of the literature analysis and own research. The research integrates several aspects of production process design, i.e. determination of technological parameters, development of the control method as well as process optimization and improvement. This makes them utilitarian in the context of the modern concept of design and management of the production process in industry 4.0.

Gawęin, 29-10-2021

Judzińska Małgorzata