

Poznań, 29.09.2025 r.

STRESZCZENIE

Problemem naukowym niniejszej pracy doktorskiej była identyfikacja relacji między parametrami technologicznymi i warunkami skrawania, a dokładnością wykonania i wybranymi cechami warstwy wierzchniej podczas skrawania wewnętrznych powierzchni osiowo – symetrycznych cienkościennych części o dużej smukłości wykonywanych z materiału trudnoskrawalnego. Luką badawczą, którą należało wypełnić było określenie wpływu wysięgu narzędzia skrawającego oraz ciśnienia cieczy chłodząco-smarującej na technologiczne efekty wykończeniowej obróbki skrawaniem w procesie toczenia wewnętrznych powierzchni cienkościennych elementów silnika lotniczego. Badania eksperymentalne przeprowadzano w odniesieniu do wału silnika lotniczego ze stopu Inconel 718.

W pierwszej kolejności badania podstawowe wykonywane na próbkach ze stopu Inconel 718 miały na celu określić kierunek, w jakim należy podążać, aby rozwiązać problem niedostatecznej trwałości ostrza w stosunku do wymaganej drogi skrawania. Ten etap testów skupiony był wokół oceny wpływu powłok przeciwzużyciowych płytek skrawających z węglików spiekanych na zużycie ostrza skrawającego, którego wielkość i charakter oddziałuje na wymaganą dokładność wymiarową, jakość powierzchni oraz mikrostrukturę warstwy wierzchniej powierzchni obrobionej. Przeprowadzone badania potwierdziły, iż niezależnie od metody nanoszenia powłok przeciwzużyciowych w badaniach zasadniczych powinny zostać zastosowane ostrza skrawające charakteryzujące się największą odpornością na ścieranie.

Badania zasadnicze przeprowadzone początkowo w sposób porównawczy na próbkach materiału, miały na celu określenie wpływu zestawu narzędziowego na zużycie ostrzy skrawających oraz na dokładność wymiarową, jakość powierzchni ocenianą parametrami chropowatości 2D i 3D, a także mikrostrukturę warstwy wierzchniej. W wyniku przeprowadzonych testów, trzy płytki skrawające o cechach VBGT 160408-UM S205, VBGT 160408LF KCS10B oraz VBMT 160408-LS MP9005, które dały najlepsze rezultaty, biorąc pod uwagę wspomniane wcześniej wymagania, zostały przeznaczone do dalszych badań wykonywanych na wybrakowanych częściach produkcyjnych.

Wykonane testy na częściach produkcyjnych pozwoliły wskazać rozwiązanie technologiczne przeznaczone do wdrożenia w postaci parametrów obróbki i płytki skrawającej VBGT

160408LF KCS10B, które przyniosło najkorzystniejsze wyniki pod względem wymaganej dokładności wymiarowej, chropowatości powierzchni, mikrostruktury warstwy wierzchniej powierzchni obrobionej oraz zużycia ostrza.

Na podstawie wykonanych badań udowodniono, że przy doborze odpowiednich wartości parametrów skrawania, zastosowanie oprawki narzędziowej wyposażonej w tłumik drgań korzystnie wpływa na spowolnienie zużywania ostrza skrawającego.

Wdrożenie do produkcji opracowanego rozwiązania umożliwiło racjonalizację procesu technologicznego wspomnianego komponentu, szczególnie pod względem wymaganej jakości. Wyprodukowano dwadzieścia zgodnych części spełniających przyjętą wartość kryterium, jakim była tolerancja wykonania średnicy otworu wału, a także spełniających wymagania dotyczące chropowatości powierzchni ocenianej parametrem *Ra*. Opracowane rozwiązanie technologiczne zostało wdrożone do produkcji seryjnej.

ABSTRACT

The scientific problem addressed in this doctoral dissertation was the identification of the relationship between technological parameters and cutting conditions, and the resulting dimensional accuracy and selected characteristics of the surface layer during the machining of internal surfaces of axially symmetric, thin-walled components with high slenderness, manufactured from a difficult-to-cut material. The research gap to be filled concerned the determination of the influence of cutting tool overhang and cutting fluid pressure on the technological outcomes of finishing turning operations of the internal surfaces of thin-walled aircraft engine components. The experimental investigations were conducted on an aircraft engine shaft made of Inconel 718 alloy.

In the first stage, the fundamental investigations carried out on Inconel 718 specimens were intended to indicate the direction to be pursued in order to address the problem of insufficient cutting edge durability relative to the required cutting length. This phase of testing focused on assessing the influence of wear-resistant coatings applied to cemented carbide inserts on cutting edge wear, the extent and character of which directly affect dimensional accuracy, surface quality, and the microstructure of the machined surface layer. The results confirmed that, irrespective of the coating deposition method, the principal experiments should employ cutting tools characterized by the highest resistance to abrasive wear.

The principal experiments, initially performed in a comparative manner on material specimens, were aimed at determining the influence of tool assembly overhang on cutting edge wear, dimensional accuracy, surface quality assessed by 2D and 3D roughness parameters, and the microstructure of the surface layer. As a result of these tests, three cutting inserts VBGT 160408-UM S205, VBGT 160408LF KCS10B, and VBMT 160408-LS MP9005 which delivered the most favorable outcomes with respect to the aforementioned requirements, were selected for further investigations conducted on rejected production components.

The tests conducted on production components made it possible to identify a technological solution for implementation, consisting of machining parameters and the VBGT 160408LF KCS10B cutting insert. This solution yielded the most advantageous results in terms of the required dimensional accuracy, surface roughness, microstructure of the machined surface layer, and cutting edge wear.

Based on the conducted investigations, it was demonstrated that, with appropriately selected cutting parameters, the use of a tool holder equipped with a vibration damper has a beneficial effect on reducing the rate of cutting edge wear.

The implementation of the developed solution enabled the rationalization of the technological process of the aforementioned component, particularly with respect to the required quality. Twenty compliant parts were produced, meeting the adopted criterion of shaft bore diameter tolerance as well as the requirements for surface roughness evaluated by the Ra parameter. The developed technological solution was subsequently introduced into serial production.