

Poznań, 10.10.2024

mgr inż. Bartłomiej Krawczyk

Tytuł: Metodyka pomiaru gwintów zewnętrznych na tokarkach CNC

### **Streszczenie**

Celem pracy było opracowanie nowoczesnej metody pomiaru gwintów zewnętrznych bezpośrednio na tokarce CNC, co miało w konsekwencji pozwolić na automatyczną korekcję nastaw narzędzi w trakcie procesu obróbki, a tym samym przyczynić się do poprawy jakości produkowanych części. Przeprowadzona analiza literatury wykazała, że obecnie stosowane metody pomiarowe, zwłaszcza manualne, są nieefektywne w kontekście nowoczesnych linii produkcyjnych, wymagających minimalnej ingerencji operatora oraz dużej precyzji. W szczególności w branży lotniczej, gdzie gwinty trapezowe niesymetryczne muszą spełniać wyjątkowo wysokie wymagania jakościowe, automatyzacja pomiarów może znacznie usprawnić proces produkcji.

W ramach badań wstępnych przeanalizowano różne metody pomiarowe, takie jak techniki optyczne oraz sondy stykowe, w celu określenia ich przydatności do pomiaru gwintów na tokarce CNC. Badania zasadnicze wykazały, że sondy tensometryczne charakteryzują się wysoką precyzją i powtarzalnością pomiarów nawet w trudnych warunkach panujących wewnątrz obrabiarek. Pomimo że metody laserowe mają ograniczenia przy powierzchniach błyszczących, możliwe jest ich wykorzystanie przy odpowiedniej konfiguracji. Stabilizacja termiczna maszyn okazała się kluczowa dla zapewnienia stabilności i dokładności pomiarów, co jest istotne w produkcji elementów z materiałów trudnoobrabialnych, takich jak Inconel 718.

Opracowana metoda pozwala na zintegrowanie pomiarów bezpośrednio w procesie obróbki, co znacząco skraca czas produkcji poprzez eliminowanie przestojów obrabiarki oraz eliminuje konieczność transportu elementów na stanowiska pomiarowe. Dzięki temu możliwa jest bieżąca kontrola jakości i automatyczne korekty procesu, co wpisuje się w nowoczesną koncepcję Przemysłu 4.0 i „closed door manufacturing”, zapewniając jednocześnie wyższą jakość oraz efektywność produkcji. Weryfikacja opracowanego rozwiązania wykazała silną korelację liniową z wynikami otrzymywanymi za pomocą metody trójwałeczkowej, a wartość błędów pomiaru zależy w dużej mierze od wielkości kąta zarysu gwintowego. Wartość niepewności pomiarowej zaproponowanej metody wynosi niespełna 0,01 mm.

Poznań, 10.10.2024

mgr inż. Bartłomiej Krawczyk

Title: Methodology of external threads measurement on CNC lathes

### **Abstract**

The aim of this study was to develop a modern method for measuring external threads directly on a CNC lathe, enabling the automatic correction of tool settings during the machining process. This, in turn, would contribute to improving the quality of the produced parts. A review of the literature revealed that current measurement methods, particularly manual ones, are inefficient in the context of modern production lines, which require minimal operator intervention and high precision. This is especially true in the aerospace industry, where asymmetrical trapezoidal threads must meet exceptionally high-quality standards. Automating the measurement process can significantly streamline production in such contexts.

In preliminary research, various measurement methods, including optical techniques and contact probes, were analyzed to assess their suitability for thread measurement on a CNC lathe. The core investigations demonstrated that strain gauge probes offer high precision and repeatability, even under challenging conditions inside machine tools. Although laser methods face limitations when applied to reflective surfaces, they can be utilized with proper configuration. Thermal stabilization of machines proved critical for ensuring the stability and accuracy of measurements, particularly important when machining components from hard-to-machine materials such as Inconel 718.

The developed method integrates measurements directly into the machining process, significantly reducing production time by eliminating machine downtime and the need to transport parts to measurement stations. This allows for In-process quality control and automatic process adjustments, aligning with the modern concept of Industry 4.0 and “closed-door manufacturing,” while simultaneously ensuring higher production quality and efficiency. Validation of the proposed solution demonstrated a strong linear correlation with results obtained using the three-wire method, with measurement errors largely dependent on the thread angle. The measurement uncertainty of the proposed method is less than 0.01 mm.