

Praca nr 1

Zastosowanie emisji akustycznej do monitorowania procesu frezowania stopu aluminium AW-7020

Praca dyplomowa ukazuje analizę przeprowadzonych badań za pomocą emisji akustycznej przy frezowaniu rowka w elemencie ze stopu aluminium AW – 7020. Praca zawiera podział właściwości i klasyfikacji aluminium wykorzystywanych w budownictwie okrętowym jak również w innych konstrukcjach. Zostały przedstawione zjawiska towarzyszące skrawaniu, zwłaszcza siły i mechanika tworzenia powierzchni obrabianej oraz rodzaje frezów. Frezowanie to dynamiczny proces, w którym interakcja między przedmiotem obrabianym, a narzędziem jest różna. Podczas obróbki wydziela się ciepło, które tworzy pole temperatur zmieniając właściwości obrabianego materiału. Zjawiska zachodzące w strefie skrawania oddziałują na siebie, ponieważ występują na niewielkim obszarze, przy dużej prędkości i przy wysokiej temperaturze, trudno jest je badać konwencjonalnymi metodami.

Zawarto opis komputerowego sterowania urządzeniami numerycznymi, które zostały omówione ze względu na sposób działania. Frezowanie CNC to precyzyjny proces obróbki, w którym proces frezowania jest obsługiwany przez zintegrowany mikrokomputer z częścią sterującą maszyny. Zasada obróbki frezarkami sterowanymi numerycznie jest taka sama jak we frezowaniu konwencjonalnym. We frezowaniu konwencjonalnym funkcje takie jak: ustawienie posuwów i pozycji narzędzia, włączenie/wyłączenie chłodziwa, pobranie narzędzia z magazynu i zamontowanie go w imaku narzędziowym, wybór prędkości obrotowej wrzeciona oraz uruchomienie wykonuje operator frezarki. Ogólny udział obróbki skrawaniem w przemyśle budowy maszyn szacuje się na około 50%, a Międzynarodowa Akademia Inżynierii Produkcji (CIRP) prognozuje, że udział ten pozostanie znaczący. Wynika to z rosnącego potencjału zastosowań skrawania, a także z dokładności wymiarowej i uzyskiwanej jakości powierzchni.

Wspomniano też o charakterystyce metod badań nieniszczących oraz ich zastosowaniu. Stosowanie badań nieniszczących wymaga gruntownej wiedzy od operatorów badań, na temat umiejętności wykrywania nieciągłości w różnych obiektach, przy użyciu różnych metod badań nieniszczących, aparatury i narzędzi do badań oraz informacji uzyskanych z badań. Wiedza z tego zakresu umożliwia wykonywanie badań, stawianie i uzgadnianie realistycznych wymagań w stosunku do prowadzenia badań i przedstawiania wyników badań. Scharakteryzowano zakres i sposób stosowania emisji akustycznej w różnych środowiskach

technicznych. Omówiono wpływ czynników zewnętrznych na interpretację sygnałów emisji akustycznej. Przedstawiono środowisko i metodykę monitorowania metodą emisji akustycznej frezowania rowka w materiale ze stopu AW – 7020 dla różnych parametrów procesu skrawania. Badanie diagnostyczne miało na celu określić możliwość i prawidłowość zastosowania emisji akustycznej w monitorowaniu procesu frezowania.

Celem pracy jest pokazanie w jaki sposób za pomocą emisji akustycznej można zbadać proces frezowania rowka w materiale AW – 7020. Monitorowanie procesu odbyło się za pomocą rejestracji sygnałów emisji akustycznej wytwarzanych w momencie obróbki. Przyjęcie takiej strategii umożliwiło wyodrębnienie zjawisk zachodzących w trakcie frezowania rowka takich jak: wjazd narzędzia w materiał, docieranie narzędzia, stępienie narzędzia, uszkodzenie narzędzia, wejście wióra pod ostrze itd., oraz określenie stopnia przydatności emisji akustycznej podczas frezowania rowka w elemencie wykonanym ze stopu aluminium AW - 7020. Założenie takie ma na celu usprawnienie diagnostyki współpracujących ze sobą elementów. Główny nacisk położono na analizę sygnałów emisji akustycznej podczas frezowania rowka w elemencie ze stopu AW – 7020.

Monitorowanie i sterowanie procesami skrawania metali jest podstawowym zadaniem w każdej nowoczesnej, precyzyjnej i efektywnej narzędziowni zajmującej się np. frezowaniem. Wdrożenie właściwego procesu monitorowania procesu obróbki prowadzi do obiecujących wyników w zakresie trwałości narzędzi skrawających, kosztów obróbki oraz pozwala na znaczące zwiększenie wskaźników produkcji.

Podczas procesów obróbki narzędzia skrawające napotykać pewne trudne zjawiska takie jak ścinanie, złamania, drgania i narost na ostrzu. Dlatego monitorowanie tych zjawisk ma kluczowe znaczenie, ponieważ może zapewnić dobrą charakterystykę procesu, aby zmaksymalizować wydajność produkcji.

Sygnały AE podczas procesu obróbki dzieli się na dwie główne kategorie: ciągłe i impulsowe (ang. burst). Można zauważyć ciągłą AE podczas cięcia materiałów ciągliwych w strefie odkształcenia plastycznego podczas gdy fale impulsowe można zaobserwować podczas narastania pęknięcia materiału obrabianego, taki jak kontakt z krawędzią skrawającą i łamanie wiórów, drgania i splątanie wiórów.

Wybór odpowiedniej techniki przetwarzania sygnałów AE jest kluczowym czynnikiem w procesie postprocessingu zarejestrowanych sygnałów AE, które mogą pozwolić wykryć, zjawiska towarzyszące obróbce. Analiza wskazuje na stosowanie wielu różnych technik np: analizy dziedzinie częstotliwości z wykorzystaniem szybkiej transformaty Fouriera (FFT), gęstość widmowa mocy (PSD) zarejestrowanych zdarzeń, analiza w dziedzinie czasu lub

dziedzinie prędkości obrotowej narzędzia skrawającego (tzw. analiza rzędów), transformacja Falkowa (WT). Część z tych technik została wykorzystana w tej pracy. W czasie badań emisji akustycznej (AE) generowanej w trakcie frezowania rowka w elemencie ze stopu AW - 7020, realizowanym na stanowisku badawczym, zarejestrowano szereg parametrów, które poddano analizie. Do tych parametrów należą między innymi: amplituda sygnału, liczba zdarzeń, całkowity czas frezowania, wartość skuteczną sygnału (RMS). Analizę wspomnianych wcześniej wielkości przeprowadzono przy użyciu programu Physical Acoustics. Próbę powtarzano dwukrotnie dla każdego z frezu, zmieniając szybkość posuwu.

W celu określenia okresu sygnału zastosowano analizę spektralną opartą na dekompozycji Fouriera zrekonstruowanego sygnału AE. W celu sprawdzenia adekwatności i dokładności procesu dokonuje się porównania z widmem wypadkowej siły skrawania. Zastosowana technika może zostać wykorzystana również, gdy spodziewamy się w zarejestrowanym sygnale pewnych znanych zakłóceń. Dzięki analizie widm częstotliwościowych w łatwy sposób możemy dobrać odpowiedni filtr który, pozwoli nam oczyścić sygnał z niepotrzebnych składowych.

Podsumowanie

Celem zaprezentowanej pracy było przeprowadzenie analizy sygnałów emisji akustycznej zarejestrowanych podczas frezowania rowka w elemencie ze stopu AW – 7020. Badania przeprowadzono przy stałej prędkości obrotowej $n = 400$ obr/min i niezmienniej głębokości skrawania $a_p = 3$ mm. Frezy palcowe o średnicy 12 mm były stosowane w trzech stopniach zużycia: nowym, stępionymi z wyłamanym jednym z czterech ostrzy.

Technika pomiaru AE opiera się na generowaniu fal akustycznych (naprężeń sprężystych lub ciśnienia) poprzez szybkie rozchodzenie się procesów mikrouszkodzeń lub innych źródeł. Jednym z takich źródeł są uszkodzenia materiału wynikające z normalnej pracy narzędzi skrawających. Bardzo czułe, zwykle pasywne przetworniki piezoelektryczne wykrywają te fale poprzez dynamiczny ruch powierzchni w skali sub-nanometrowej i przekształcają je w sygnał elektryczny. Zakres częstotliwości pomiaru wynosi zwykle około 50 kHz do 1 MHz. Niższe częstotliwości są często związane z zewnętrznymi źródłami hałasu lub efektami rezonansowymi obudowy przetwornika i powinny zostać zidentyfikowane przed analizą. Wyższe częstotliwości są tłumione przez materiał obrabiany i stąd te części fal o wysokiej częstotliwości są przenoszone na odległość nie większą niż kilka centymetrów od miejsca źródła, co było przyczyną odsunięcia czujnika pomiarowego od linii frezowania.

W trakcie badań zaobserwowano, że w pierwszej fazie frezowania nowym narzędziem generowane wartości RMS sygnału emisji akustycznej były wyraźnie wyższe w porównaniu z późniejszą fazą normalnej pracy. Po pewnym czasie pracy nowym narzędziem wartość RMS rejestrowanego sygnału uległa zmniejszeniu. Wynikało to prawdopodobnie z procesu docierania się narzędzia. Parametry sygnału rejestrowanego podczas frezowania zarówno tęnym narzędziem, jak i bez jednego z ostrzy były na niższym poziomie w porównaniu z nowym. Analiza uzyskanych wyników badań wykazała, że brak jednej krawędzi skrawającej w narzędziu nie ma wpływu na stabilność obróbki. Pozostałe 3 krawędzie skrawające były wystarczające, przy wybranych parametrach obróbkowych. Stosunkowo prostym i skutecznym do wykrywania zużycia i uszkodzenia narzędzia skrawającego wydaje się być również analiza statystyczna wartości amplitud występujących podczas frezowania zdarzeń emisji akustycznej. Końcowe określenie wartości granicznych wymaga z pewnością przeprowadzenia badań, w których materiał obrabiany posiadał będzie określone znane defekty, co umożliwi rejestrację sygnałów w przypadku kontaktu narzędzia z nieciągłością materiału obrabianego. Takie podejście spowodują minimalizację sygnałów fałszywych niezwiązanych z uszkodzeniem lub końcowy zużyciem frezu.

Na zakończenie należy podkreślić że czułość systemu emisji akustycznej jest często ograniczona poziomem pobliskiego szumu tła. Hałas w testach AE odnosi się do wszelkich niepożądanych sygnałów wykrytych przez czujniki. Najpopularniejszym rozwiązaniem stosowanym do kompensacji skutków szumu tła jest ustawienie odpowiedniej wartości progu rejestracji. Ten próg jest granicą, po przekroczeniu której system akwizycji uwzględni odpowiednią serię i zarejestruje ją, umożliwiając późniejszą obróbkę danych.