

## ZADZIORY JAKO PROBLEM TECHNOLOGICZNY W OPERACJACH MONTAŻU

### Streszczenie

Wymagania dotyczące jakości i dokładności geometrycznej wykonanych przedmiotów, stawiane przez projektantów stale rosną. Dosyć istotnym tutaj aspektem jest jakość krawędzi obrabianego przedmiotu, a dokładniej zjawisko formowania się zadziorów. Zadziory bowiem mogą stwarzać problemy podczas montażu pasowanych części, jak również w czasie użytkowania wyrobu. W nowoczesnych konstrukcjach staranne usuwanie zadziorów jest ważnym zagadnieniem technologicznym, a dosyć często istotnym czynnikiem decydującym o technologiczności konstrukcji, zwłaszcza w procesach montażowych.

W artykule przedstawiono mechanizm formowania się zadziorów powstających w procesie frezowania czołowego wybranego stopu aluminium, a także zaprezentowano wpływ poszczególnych parametrów obróbki na wielkość powstających zadziorów.

### WSTĘP

Wymagania stawiane przez projektantów na wykonanie przedmiotów i ich funkcjonalność stale rosną. Dlatego też kluczowym aspektem staje się tu stan krawędzi obrabianego przedmiotu. Podczas gdy geometria tworzona przez konstruktorów w systemach CAD, bądź też na rysunku technicznym teoretycznie jest "prosta" i "czysta", w rzeczywistości krawędzie poszczególnych części w dużej mierze zdeterminowane są przez tworzenie się zadziorów w końcowym procesie produkcyjnym.

Zadziory określane są jako niepożądane wystające pozostałości materiału obrabianego, powstałe w wyniku jego plastycznego płynięcia podczas operacji cięcia i ścinania [3].

W wielu przypadkach, aby zapewnić wymaganą funkcjonalność części, muszą być zastosowane dosyć czasochłonne i kosztowne procesy usuwania zadziorów.

Niektóre analizy [4] wykazały, że zadziory mogą powodować różnorodne zakłócenia związane ze znacznymi, dodatkowymi kosztami produkcji - mogą one powodować średnio zwiększenie kosztów nawet o 30%.

Co prawda operacje usuwania zadziorów, (tzw. gratowanie) nie przynoszą wartości dodanej, jednak w wielu przypadkach są głównym czynnikiem wpływającym na zużycie narzędzi, co prowadzi do ich wcześniejszej wymiany.

Nawet jeśli zadziory nie muszą być usuwane z obrabianego przedmiotu z powodów funkcjonalnych, to istnieją jeszcze dwa pozostałe zagrożenia.

Przede wszystkim zadziory mogą powodować duże trudności w automatyzacji procesów obróbki skrawaniem. Mogą one stwarzać problemy zarówno podczas montażu pasowanych części, jak również w czasie użytkowania wyrobu. Zadziory, które początkowo przyklejają się do części, podczas eksploatacji produktu mogą się poluzować i spowodować jego uszkodzenie bądź awarię. Dosyć dobrym przykładem obrazującym istotę problemu są zadziory powstające podczas operacji wiercenia w głowicach cylindrów silnika. Powstałe zadziory są wówczas umieszczone dosyć luźno w kanałach systemu chłodzącego. Podczas pracy silnika, poprzez płyn chłodzący mogą one być przenoszone do różnych miejsc w silniku - co potencjalnie może przyczynić się do całkowitej awarii silnika.

Kolejnym problemem jest bezpieczeństwo pracy. Zadziory mają dosyć często ostre krawędzie i mogą prowadzić do pokaleczenia

rąk zarówno w procesach wytwarzania, montażu jak i w czasie użytkowania przedmiotu.

Ponieważ tworzenie się zadziorów poobróbkowych jest nierozłącznie związane z procesem skrawania, zasadniczym celem staje wskazanie sposobów minimalizacji wybranych wielkości charakterystycznych zadziory.

### 1. METODYKA BADAŃ

Celem nadrzędnym przeprowadzonych badań było wyznaczenie wielkości zadziorów powstających podczas obróbki frezowania w funkcji wybranych parametrów obróbkowych.

W badaniach wykorzystano próbki ze stopu aluminium Al-Si10Mg, (bardzo popularny stop aluminium wykorzystywany w przemyśle maszynowym i lotniczym). Próbki poddano obróbce frezowania czołowego na pionowym centrum obróbkowym FV 580A przy użyciu płynów chłodząco-smarujących.

Do obróbki prostopadłościennych elementów wykorzystano 2-ostrzowy frez pełnowęglkowy o symbolu H10F i średnicy  $\varnothing 12$ , dedykowany do obróbki stopów Al.

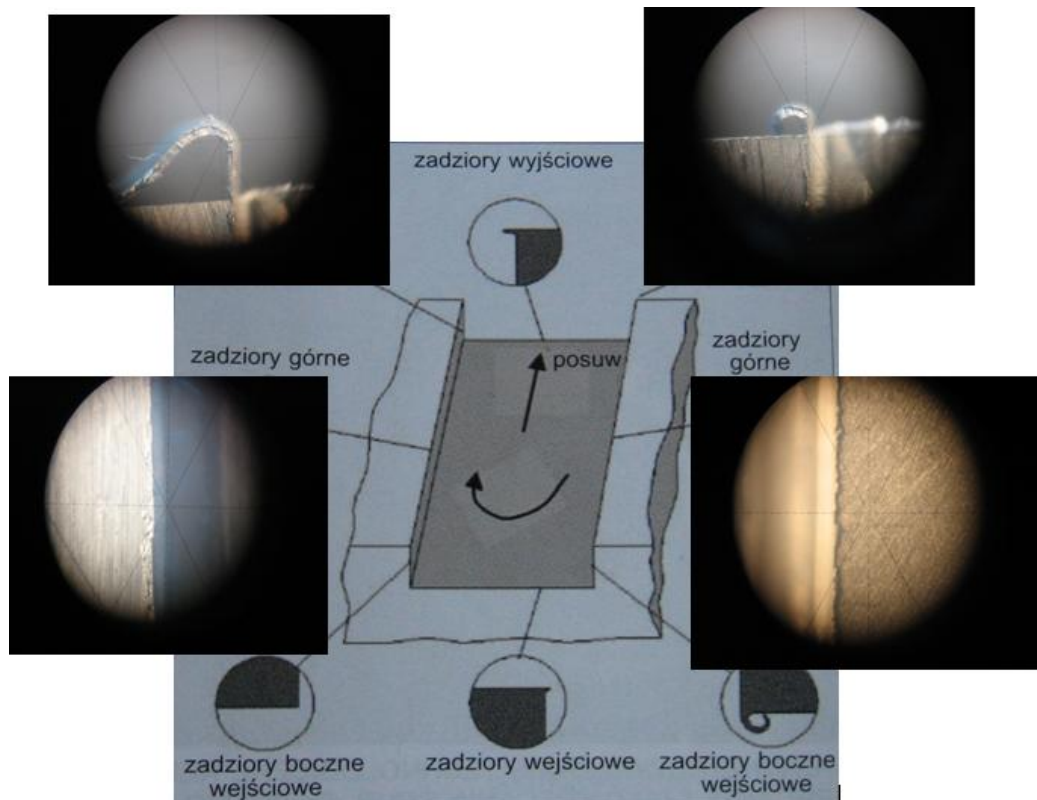
Dla każdej części wykonano pomiar podstawowych wielkości geometrycznych zadziorów, a także zbadano wpływ poszczególnych parametrów na skłonność do ich powstawania. Do pomiaru geometrii zadziorów zastosowano czujnik elektryczny, którym dokonano pomiaru wysokości zadziorów górnych oraz mikroskop optyczny przy użyciu którego zmierzono takie wielkości jak: wysokość, szerokość i grubość podstawy zadziorów wyjściowych. Promień zaokrąglenia zadzioru został określony przy wykorzystaniu programu Solid Edge.

Znając wszystkie charakterystyczne parametry zadzioru, jego wielkość wyznaczono z zależności [1,5]:

$$g = \frac{4 \cdot b_r + 2 \cdot r_f + b_g + h_0}{8} \quad (1)$$

gdzie:

- $b_r$  - szerokość podstawy zadzioru
- $h_0$  - wysokość zadzioru
- $b_g$  - grubość zadzioru
- $r_f$  - promień podstawy



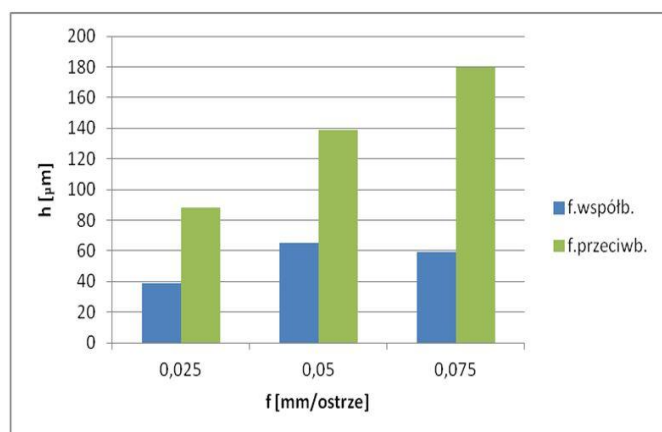
Rys. 1. Przykładowe zadziory powstałe po obróbce frezowaniem [opracowanie własne]

W celu określenia wpływu parametrów technologicznych na skłonność do powstawania zadziorów podczas frezowania stopu AISi10Mg, zmieniano dwa parametry obróbki: posuw i prędkość obrotową. W pierwszym wariacie zmienną wielkością był posuw  $f_z$  (0,025-0,15 mm/ostrze), przy zachowaniu stałej głębokości skrawania  $a_p$  i prędkości obrotowej  $n$ . W drugim zaś zmieniano prędkość obrotową  $n$  (2000 - 8000 obr/min), zachowując stałą głębokość skrawania  $a_p$  i stały posuw  $f_z$ .

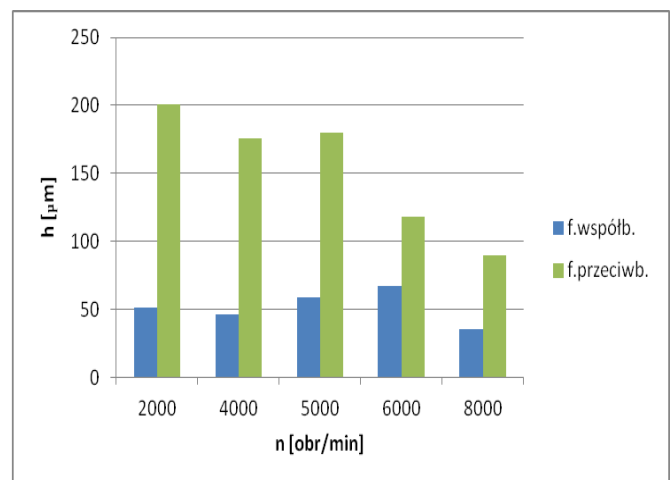
## 2. WYNIKI BADAŃ

Podczas obróbki frezowaniem zadziory mogą pojawiać się w różnych miejscach. Poniżej przedstawiono typowe zadziory powstałe po obróbce frezowaniem w trakcie przeprowadzonych badań.

Otrzymane wyniki poddano odpowiedniej analizie i na ich to podstawie sporządzono wykresy obrazujące zależności poszczególnych wielkości. Przykładowe analizy przedstawiono na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Wpływ posuwu na ostrze, na wysokość zadziorów ( $n=500$  obr/min,  $a_p=2$  mm) [opracowanie własne]



Rys. 3. Wpływ prędkości skrawania na wysokość zadziorów ( $f_z=0,15$  mm/ostrze,  $a_p=2$  mm) [opracowanie własne]

Jak można zauważyć wielkość i kształt zadziorów jest dość różnorodna. Zależy ona przede wszystkim od sposobu obróbki, kształtu i położenia krawędzi, własności obrabianego materiału, jakości użytych narzędzi oraz warunków obróbki.

Niewłaściwy dobór parametrów obróbki (np. zbyt duże posuwy) powoduje powstawanie dużych zadziorów.

## 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analizując parametry obróbki mogące mieć potencjalny wpływ na wielkość zadziorów wykazano, że jednym z najistotniejszych jest wartość posuwu, wraz z którego wzrostem wzrasta intensywność tworzenia się zadziorów. Następnie wykazano, że wysokość zadziorów górnych zmniejsza się wraz ze wzrostem prędkości skrawania. Dostatecznie istotne znaczenie ma również kierunek ruchu ostrza narzędzia.

dzia w stosunku do powstającej krawędzi przedmiotu oraz ukształtowanie jego końcowej powierzchni. Przy frezowaniu przeciwbieżnym rowka, zadziory powstają na krawędziach wykonywanego rowka, a także na krawędziach zarysu rowka w miejscu wyjścia ostrzy narzędzia z materiału. Natomiast przy frezowaniu współbieżnym zadziory powstają na krawędziach rowka w miejscu rozpoczęcia frezowania. Można zatem stwierdzić, że frezowanie współbieżne jest bardziej korzystne od frezowania przeciwbieżnego pod względem jakości obrabianej powierzchni.

Reasumując identyfikacja wybranej wielkości charakterystycznej zadziorów pozwala podjąć decyzję zarówno o konieczności przeprowadzenia operacji usuwania zadziorów, jak i o sposobie jej przeprowadzenia.

## WNIOSKI

W nowoczesnych konstrukcjach dokładne usuwanie zadziorów jest dosyć ważnym zagadnieniem technologicznym, a dosyć często istotnym czynnikiem decydującym o technologiczności konstrukcji, zwłaszcza w procesach montażowych. Niewłaściwie przygotowane krawędzie mogą utrudniać, a nawet uniemożliwiać prace montażowe, przyczyniać się do uszkodzenia powierzchni współpracujących elementów, bądź wpływać niekorzystnie na przebieg ich eksploatacji, jak również stwarzać ryzyko pokaleczenia rąk pracowników. Z pozoru prosta czynność gratowania może być przyczyną znacznego zwiększenia kosztów wytwarzania, jeśli nie jest ona racjonalnie przeprowadzona.

Dobre metody diagnostyczne, identyfikujące zadziory, charakterystyczne wielkości opisujące ich cechy geometryczne oraz skuteczne technologie ich usuwania to ważne czynniki w procesach wytwarzania elementów maszyn i ich montażu.

## BIBLIOGRAFIA

1. Aurich J.C., Dornfeld D., Arrazola P.J., *Burrs-Analysis, control and removal*, CIRP Annals- Manufacturing Technology 58, 2009.
2. Falkowicz K., Wpływ technologicznych parametrów obróbki stopu AlSi10Mg na skłonność do powstawania zadziorów, praca dyplomowa, 2011.
3. International Standard ISO 13715:2000, Technical drawings – Edges of undefined shape – Vocabulary and indications.
4. Oczóś K. E., *Unikanie i usuwanie zadziorów*. Mechanik, nr 11/2010, str. 467÷474.
5. Schäfer F., *Entgraten*, Krausskopfverlag, Mainz, 1975.



INNOWACYJNA  
GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



## BURR FORMATION AS A TECHNOLOGICAL PROBLEM IN ASSEMBLY OPERATIONS

### Abstract

*Requirements for element's quality and geometric precision made by the designers still growing. Quite important aspect is the quality of the workpiece edge, and more particularly a phenomenon of formation of burrs. The burrs may cause problems during assembly of parts, as well as during use of the product. In modern designs deburring technology is an important issue, and quite often an important factor in determining the manufacturability design, especially in the processes of assembly.*

*The purpose of this paper is to study the burr formation mechanisms in face milling process of selected aluminum alloy, and to investigate the influence of machining parameters on burr formation.*

Autor:

**Falkowicz Katarzyna** - Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn i Mechatroniki, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin [k.falkowicz@pollub.pl](mailto:k.falkowicz@pollub.pl)

Praca realizowana w ramach projektu POIG 01.01.02—00-015/-08 Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (POIG) Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.