Nr 5 ISSN 1509-5878 5/2011
AUTOBUSY
Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe

Jan BARAN, Jarosław PLICHTA

INNOWACYJNE ŚCIERNICE HYBRYDOWE Z OBROTOWYMI SEGNEMTAMI ŚCIERNYMI DO SZLIFOWANIA OTWORÓW I POWIERZCHNI PŁASKICH

Streszczenie

W artykule omówiony został innowacyjny system szlifowania dużych otworów oraz powierzchni płaskich, za pomocą specjalnych hybrydowych ściernic z obrotowymi segmentami ściernymi. Ściernice te przeznaczone są przede wszystkim do szlifowania tworzyw sztucznych, występujących coraz częściej jako materiały innowacyjne w budowie maszyn. Celem projektowania takich głowic, jest uzyskanie nowych powierzchni obrabianych o różnym kształcie zarysu oraz wyeliminowanie kosztów ściernic o dużym gabarycie, zastępując małymi segmentami ściernymi.

WSTĘP

Materiały wykorzystywane w budowie współczesnego samochodu osobowego to: metale żelazne, które stanowią ok. 68% zastosowanych materiałów, materiały i kompozyty polimerowe – 12%, metale nieżelazne (aluminium, cynk, miedź, magnez) – 9%, guma – 4%, szkło – 3% i inne materiały (np. tekstylia). Tak znaczny zakres wykorzystania tworzyw w budowie samochodu wynika z możliwości kształtowania z nich estetycznych elementów wpływających na wzrost komfortu i bezpieczeństwa w trakcie użytkowania pojazdu, a ponadto przyczyniają się do obniżania kosztów produkcji.

Tworzywo sztuczne to jedno z najbardziej innowacyjnych materiałów stosowanych w budowie samochodów. Struktura wykorzystania materiałów w budowie samochodu zmieniała się na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat. Tendencje do budowania samochodów coraz bardziej komfortowych, bezpiecznych, lżejszych, a co za tym idzie bardziej ekonomicznych podczas użytkowania spowodowały znaczący wzrost wykorzystania materiałów polimerowych w przemyśle motoryzacyjnym. Obecnie w produkowanych samochodach stosowanych jest ponad 700 części wykonanych z tworzyw sztucznych, średni ich udział masowy wynosi ok. 10% [2].

W obróbce materiałów trudnoobrabialnych, dobrze są znane zalety ściernic o nieciągłych powierzchniach czynnych. Do zalet tych należą m.in.: obniżenie energii cieplnej i mechanicznej w strefie szlifowania, lepsze doprowadzenie cieczy chłodząco-smarującej do tej strefy oraz lepsze odprowadzenie wiórów i produktów zużycia ściernicy. Nieciągłości tego rodzaju, o różnym kształcie i konfiguracji, są kreowane przez odpowiednie tworzenie form do prasowania ściernic, za pomocą frezowania lub wygniatania, a także w procesie erozji wysokoci-

śnieniową strugą wodno-ścierną. Innym rozwiązaniem jest budowa segmentowa narzędzi ściernych składanych.

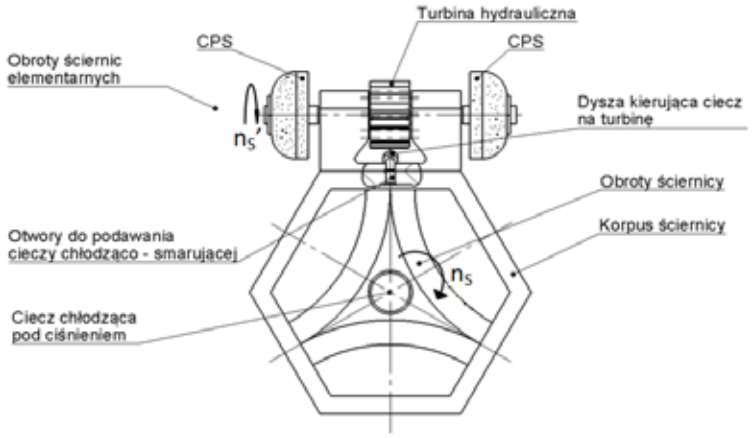
Powyższe rozwiązania umożliwiają takie ukształtowanie czynnej powierzchni ściernic, w której jej fragmenty robocze są ściśle związane z bryłą ściernicy lub stanowią jej dodatkowe elementy. Mogą więc posiadać taką prędkość roboczą, jak ruch głowicy narzędzia. Dlatego też ślady obróbkowe powstające na powierzchni obrabianej są zawsze zgodne z kierunkiem obrotu narzędzia, co umożliwia tworzenie tylko jednego rodzaju struktury powierzchni.

Zaproponowane nowe rozwiązanie konstrukcyjne ściernicy z obracającymi się segmentami ściernymi, stwarza nowe możliwości budowy ściernic o nieciągłej powierzchni czynnej. W wyniku złożenia ruchu głównego ściernicy i ruchów obrotowych segmentów ściernych, można uzyskać zmianę kinematyki procesu szlifowania, sposób pracy ziaren ściernych i mechanizm tworzenia wióra, a w konsekwencji sposób kształtowania powierzchni obrabianej.

Tego typu ściernice mogą być stosowane we wszystkich podstawowych operacjach szlifowania w układzie czołowym i obwodowym w przemyśle motoryzacyjnym [1].

1. BUDOWA ŚCIERNICY Z OBROTOWYMI SEGMENTAMI ŚCIERNYMI

Konstrukcja ściernicy bazuje na sześciokątnym korpusie z wybraniem wewnętrznym, do którego płaszczyzn jest umocowanych sześć wsporników w kształcie litery U.
W ramionach wspornika, na ułożyskowanej osi, osadzone są dwie ściernice elementarne o małych gabarytach (np. ściernice trzpieniowe). Wsporniki z zespołem ściernic mogą być usytuowane pod różnym kątem względem obrotu ściernicy hybrydowej. Cała ściernica jest bezpośrednio osadzona na wrzecionie lub elektrowrzecionie szlifierki (rys. 1).



Rys. 1. Budowa ściernicy hybrydowej z obrotowymi ściernicami elementarnymi

Źródło: Opracowanie własne.

W celu nadania ruchu obrotowego ściernicom elementarnym n_S', zastosowano turbinę hydrauliczną, zamocowaną na poszczególnych osiach zespołów roboczych. Turbiny te są napędzane cieczą chłodząco-smarującą, która jest podawana pod dużym ciśnieniem do korpusu ściernicy i kierowany na turbiny przez odpowiednio rozmieszczone otwory.

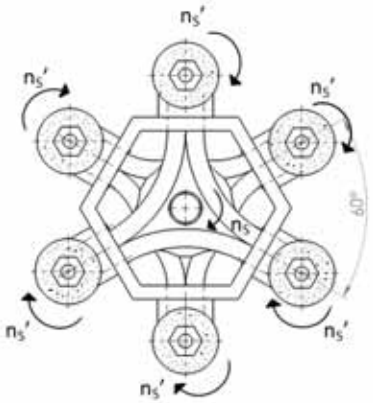
Kierunek obrotów ściernic roboczych może być zmieniany, za pomocą odpowiedniego (zmiennego) położenia otworu wlotowego cieczy na łopatki turbiny. Natomiast prędkość obrotową tych ściernic można regulować za pomocą zmiany ciśnienia i wydatku cieczy chłodząco-smarującej, przy uwzględnieniu siły odśrodkowej na nią działającej, przy określonej prędkości obrotowej całej ściernicy. Wydostający się z turbiny płyn będzie jednocześnie kierowany do strefy szlifowania.

Złożenie ruchu obrotowego ściernic roboczych n_s' oraz ruchu obwodowego n_s korpusu ściernicy umożliwia regulowanie mechanizmu formowania wióra, obciążenie strefy skrawa-

nia oraz intensywności zużycia czynnych powierzchni ściernic. Dobierając odpowiednio prędkości obrotowe obu tych ruchów, można w konsekwencji w sposób optymalny określić warunki do obróbki określonego rodzaju materiałów, zarówno z uwagi na efektywność obróbki, jak i strukturę geometryczną powierzchni obrotowej oraz jej chropowatość [1].

2. ŚCIERNICE DO SZLIFOWANIA OBWODOWEGO

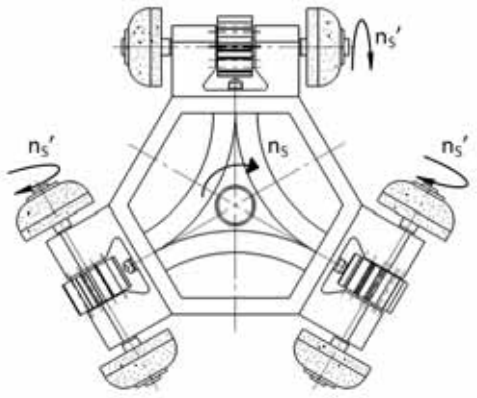
W przypadku szlifowania obwodowego, podstawowa konfiguracja ściernicy hybrydowej charakteryzuje się tym, że osie obrotu ściernic elementarnych i oś obrotu ściernicy mają ten sam kierunek (rys. 2). Przy takim rozwiązaniu czynna powierzchnia ściernic elementarnych jest walcowa, a liczba zespołów roboczych wynosi 6 (co 60°). Od położenia otworów kierujących ciecz chłodząco-smarującą na turbiny napędzające poszczególne zespoły ściernic roboczych, mogą one obracać się wszystkie w kierunku współbieżnym lub przeciwbieżnym w stosunku do ruchu całej ściernicy. Mogą mieć one nawet promienne kierunki obrotów dla kolejnych zespołów roboczych, co dodatkowo może wpływać na warunki pracy ziaren ściernych i struktur oraz chropowatości powierzchni obrobionej.



Rys. 2. Podstawowa konfiguracja ściernicy do szlifowania obwodowego o osiach równoległych

Źródło: Opracowanie własne.

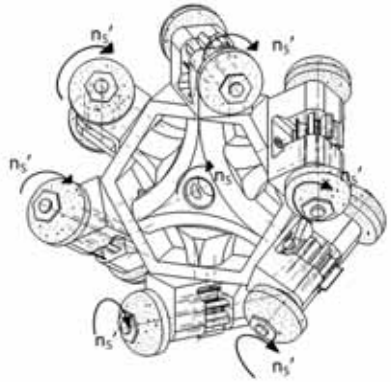
Kolejna konfiguracja zespołów roboczych zachodzi wówczas, gdy zespoły robocze ściernic i osie ich obrotu są ustawione prostopadle do osi obrotu całej ściernicy (rys. 3). W takim układzie czynna powierzchnia ściernic (CPS) elementarnych ma zarys promieniowy, a liczba zespołów roboczych wynosi 3. Promieniowy zarys ściernicy można w prosty sposób uzyskać w zabiegu obciągania.



Rys. 3. Konfiguracja ściernicy do szlifowania obwodowego o osiach prostopadłych

Źródło: Opracowanie własne.

Najbardziej złożone rozwiązanie uzyskuje się przy skoszeniu zespołów roboczych o pewien kąt (np. 45°) w stosunku do osi obrotu całej ściernicy. Jest to rozwiązanie problemu, jakie występuje w kołach omnikierunkowych (rys. 4). To rozwiązanie umożliwia umieszczenie sześciu zespołów roboczych i styk liniowy ściernic elementarnych z płaską powierzchnią obrabianą. Wymaga jednak precyzyjnego określenia zarysu poszczególnych ściernic i skomplikowanego urządzenia do obciągania. Stwarza również nowe możliwości kinematyczne obróbki i kształtowania powierzchni obrobionej.

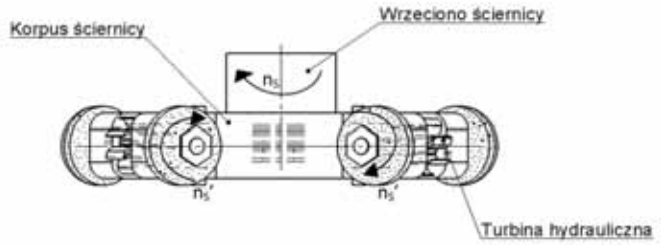


Rys. 4. Konfiguracja ściernicy do szlifowania obwodowego o osiach usytuowanych pod różnym kątem
Źródło: Opracowanie własne.

Należy podkreślić, że przedstawione rozwiązanie ściernic do szlifowania obwodowego, może być stosowane zarówno do szlifowania płaszczyzn, jak i wałków oraz otworów.

3. ŚCIERNICE DO SZLIFOWANIA CZOŁOWEGO

W przypadku czołowego szlifowania powierzchni płaskich, ściernica jest identycznie zbudowania, jak na rys. 3, tylko oś obrotu ściernicy jest ustawiona w kierunku prostopadłym do szlifowanej powierzchni (rys. 5). W tym udziale zarysy czynnych powierzchni ściernic są prostokątne i ich kształtowanie w zabiegu obciągania nie nastręcza większych trudności. Można tu niestety umieścić 3 zespoły robocze, ale ze ściernicami elementarnymi o relatywnie dużych wysokościach (długościach).



Rys. 5. Konfiguracja ściernicy do czołowego szlifowania płaszczyzn
Źródło: Opracowanie własne.

4. ZALETY ŚCIERNIC Z OBROTOWYMI SEGMENTAMI ŚCIERNYMI

Ściernice hybrydowe, składające się z zespołów obrotowych ściernic elementarnych, posiadają szereg zalet, do których można zaliczyć:

- możliwość użycia jednego korpusu ściernicy i zbioru zespołów ściernic elementarnych do szlifowania płaszczyzn, otworów i wałków w kinematyce szlifowania czołowego i obwodowego,
- do napędu ruchu obrotowego ściernic elementarnych jest stosowana ciecz chłodząco-smarująca znajdująca się w układzie chłodzenia danej szlifierki,

– możliwość stosowania na konwencjonalnych szlifierkach,
– szeroki zakres sterowania kinematyką szlifowania, obciążeniem cieplnym i mechanicznym ziaren ściernych oraz intensywnością zużycia ściernic roboczych,
– sterowanie strukturą geometryczną powierzchni obrobionej oraz jej chropowatości za pomocą regulacji prędkości obrotowej ściernicy i ściernic elementarnych,
– duże nieciągłości czynnej powierzchni ściernicy, co sprzyja dobremu doprowadzeniu cieczy do strefy obróbki, prawidłowemu odprowadzeniu ciepła i wiórów.

PODSUMOWANIE

Opracowane koncepcje nowej generacji ściernic z obrotowymi segmentami ściernymi, stanowią nowe możliwości szlifowania, zwłaszcza otworów o dużych średnicach.

Napęd turbinowy poszczególnych zespołów ściernic jest bardzo prostym narzędziem, niewymagającym stosowania przekładni mechanicznych. Charakteryzuje się on dużą efektywnością. Do zasilania turbin może być stosowana zarówno ciecz chłodząco-smarująca, jak i sprężone powietrze, co potwierdzają badania rozpoznawcze.

Taki rodzaj napędu stwarza też szerokie możliwości regulowania prędkości obrotowej ściernic poprzez zmianę ciśnienia cieczy lub sprężonego powietrza, co umożliwia z kolei sterowanie warunkami obróbki, a w efekcie sterowania jakością powierzchni obrobionej. Ponadto, media te mogą być bezpośrednio wykorzystane do chłodzenia powierzchni obrabianej.

W przemyśle motoryzacyjnym takie ściernice można wykorzystać do szlifowania, np. części silników (wały korbowe, planowanie głowic, cylindrów itp.).

Ściernice te są aktualnie projektowane i będą przedmiotem dalszych badań i publikacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Gundlach W. R.: *Podstawy maszyn przepływowych i ich systemów energetycznych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2008.
2. Saechtling: *Tworzywa sztuczne*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000.

INNOVATIVE HYBRID GRINDING WHEELS WITH ROTARY CUTTER PARTS FOR INTERNAL CYLINDICAL GRINDING AND FLAT SURFACES GRINDING

Abstract

The article presents an innovative system of grinding large holes and flat surfaces, using special hybrid holes with rotary wheels and abrasive segments. Abrasive is intended primarily for grinding plastics, occurring more frequently as innovative materials in construction machinery. The aim of the design of such heads, is obtain new machined surfaces with different shape outline and eliminating the cost of grinding wheels with high dimensions, replacing them by small abrasive segments.

***Autorzy**:*

mgr inż. **Jan Baran** – Politechnika Koszalińska

prof. dr hab. inż. **Jarosław Plichta** – Politechnika Koszalińska