

Mariusz Kosin

ANALIZA WPŁYWU NOWEJ FORMY GEOMETRYCZNEJ NA SKUTECZNOŚĆ JEJ ODDZIAŁYWANIA NA OBRABIANĄ POWIERZCHNIĘ

Wstęp

W budownictwie coraz więcej uwagi poświęca się doskonaleniu technologii wykonywania posadzek i okładzin elewacyjnych z materiałów mineralnych w celu zwiększenia ich trwałości i wyeliminowania defektów podczas ich eksploatacji. Elementy tego typu w okresie eksploatacji poddawane są różnym czynnikom, np. intensywnemu ścieraniu, agresji chemicznej czy wietrzeniu. Parametry te są pośrednio związane z jakością powierzchni, określaną jako równomierność szorstkości powierzchni.

Zapewnienie odpowiedniej jakości, gładkości powierzchni mineralnych ma znaczenie dla:

- otrzymania wymaganych parametrów fizykomechanicznych (ścieranie), co ma istotny wpływ na okres eksploatacji i związane z tym koszty utrzymania,
- utrzymania czystości powierzchni, co skraca czas sprzątania i koszty utrzymania.

Szorstkość powierzchni mineralnych można wyznaczać różnymi metodami i przyrządami, np.:

- metodą płamy piaskowej,
- igłoskopem Weingrabela,
- przyrządami jednoigłowymi ze wskaźnikami zegarowymi,
- metodą optoelektroniczną.

Istotne znaczenie dla optymalizacji procesów obróbki mechanicznej powierzchni mineralnych za pomocą tarczowych narzędzi roboczych ma ustalenie wpływu formy geometrycznej, rozmiarów i rozmieszczenia elementów roboczych na powierzchni nośnej tarczy na skuteczność ich oddziaływania na obrabianą powierzchnię. Analiza tych zależności przeprowadzona została na modelu oddziaływania i jego rozwiązania z wykorzystaniem opracowanego w Zakładzie Technologii i Organizacji Procesów Budowlanych Wydziału Budownictwa Politechniki Częstochowskiej programu komputerowego modelowania struktury tarczowych narzędzi roboczych z uwzględnieniem prędkości i tras ich ruchu po obrabianej powierzchni.

Wyjściowym narzędziem roboczym w modelowaniu geometrycznej konstrukcji tarczowych narzędzi roboczych jest tarcza pełna. Elementy robocze, wpisywane w okrąg tarczy, mogą przybierać różną formę geometryczną, zmieniać rozmiary i rozmieszczenie na powierzchni tarczy wyjściowej. W programie komputerowym występują one jako trąca charakterystyka narzędzia roboczego, natomiast miejsca dysku niezajęte trącą powierzchnią nazwane zostały wysepkami [1].

1. Ogólna skuteczność oddziaływania

Efektywność oddziaływania zależy od tzw. skuteczności oddziaływania elementu roboczego.

W celu umożliwienia analizy pracy elementów roboczych dla różnych rodzajów ruchów narzędzia roboczego i właściwego doboru danych technologicznych dla projektowania nowych systemów rozwiązań konstrukcyjnych ocena zdolności szlifującej tarczy określona została długością linii (drogi) kontaktu, na jakiej powierzchnia narzędzia roboczego oddziałuje na każdy punkt obrabianej powierzchni mineralnej. Długość tej linii określona jako S [m] odpowiada śladowi, jaki pozostawia punkt powierzchni elementarnego wycinka obrabianej powierzchni na powierzchni poruszającego się narzędzia roboczego (tarczy) [2]. Tak więc skuteczność narzędzia roboczego określamy jako długość linii kontaktu elementarnej powierzchni tarczy z obrabianą elementarną powierzchnią obrabianego materiału.

Dla sprecyzowania celu zadania wprowadzono pojęcie skuteczności geometrycznej oddziaływania elementu roboczego. Skutecznością geometryczną narzędzia roboczego względem obrabianej powierzchni nazywamy sumę długości krzywych, jakie wykreśla punkt obrabianej powierzchni na powierzchni elementu roboczego.

W celu umożliwienia opisanego parametru skuteczności oddziaływania opracowano program „sensor linii”, umożliwiający obliczenie skuteczności geometrycznej dla dowolnego punktu powierzchni określonego współrzędnymi x , y . Obliczenia mogą być prowadzone jednocześnie dla dowolnej liczby punktów o dowolnych współrzędnych. Element roboczy może być zdefiniowany jako suma lub różnica figur prostych lub wieloboków o dowolnej liczbie wierzchołków. Tor ruchu może być zdefiniowany jako suma torów prostoliniowych o dowolnej liczbie wierzchołków. W każdym wierzchołku toru definiowana jest prędkość postępową i obrotową tarczy. W przypadku gdy prędkości początkowe i końcowe są różne, tarcza porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym [3].

2. Określenie wartości skuteczności geometrycznej

Skuteczność geometryczną S_g obracającej i jednocześnie przesuwałej się tarczy z elementami roboczymi po obrabianej powierzchni można określić jako funkcję trzech zmiennych: prędkości postępowej, prędkości obrotowej i geometrii tarczy.

Skuteczność geometryczną oddziaływania można określić ogólną zależnością [2]:

$$S_g = f(V_p, \omega_o, B), m$$

gdzie:

V_p - prędkość postępową tarczy,

ω_o - prędkość obrotowa tarczy,

B - parametry związane z geometrią elementów roboczych i ich rozmieszczeniem.

3. Kryterium jakości doboru geometrii elementu roboczego

Elementy robocze do szlifowania materiałów mineralnych można racjonalizować według różnych kryteriów, np.:

- polepszenia jakości obrabianej powierzchni (szorstkości),
- zmniejszenia pracochłonności,
- zmniejszenia kosztów eksploatacji.

4. Funkcja celu

Jako funkcję celu przyjęto minimalizację wskaźnika zmienności odchylenia standardowego skuteczności geometrycznej. Funkcja ta ma bezpośredni wpływ na:

- zwiększenie równomierności obróbki, a co za tym idzie - jakość powierzchni, równomierność szorstkości,
- zmniejszenie pracochłonności obróbki.

5. Cel i elementy metodyki modelowania cyfrowego

Badania symulacyjne na modelach systemów rzeczywistych prowadzi się w celu:

- wyznaczenia charakterystyk pracy systemu w określonych warunkach przy określonych regułach pracy,
- zbadania wpływu zmian warunków pracy systemu na jego charakterystyki,
- ułatwienia zrozumienia funkcjonowania systemu i umożliwienia wskazania tych zasobów, których zmiana pozwoli na skuteczniejszą pracę.

6. Charakterystyka modelu komputerowego do określania wartości i rozkładu skuteczności geometrycznej

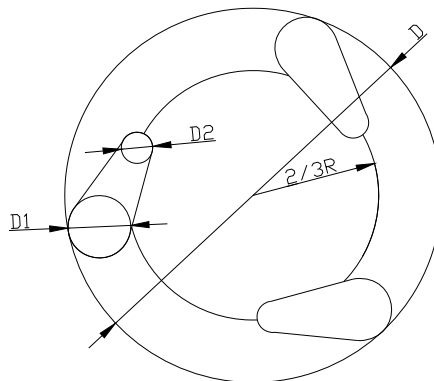
Program komputerowy został przygotowany w ten sposób, aby umożliwić analizę szerokiego spektrum zagadnień związanych z badaniem skuteczności geometrii tarczy o dowolnej złożoności i dowolnych charakterystykach ruchu.

Podstawowe założenia programu to [1, 4]:

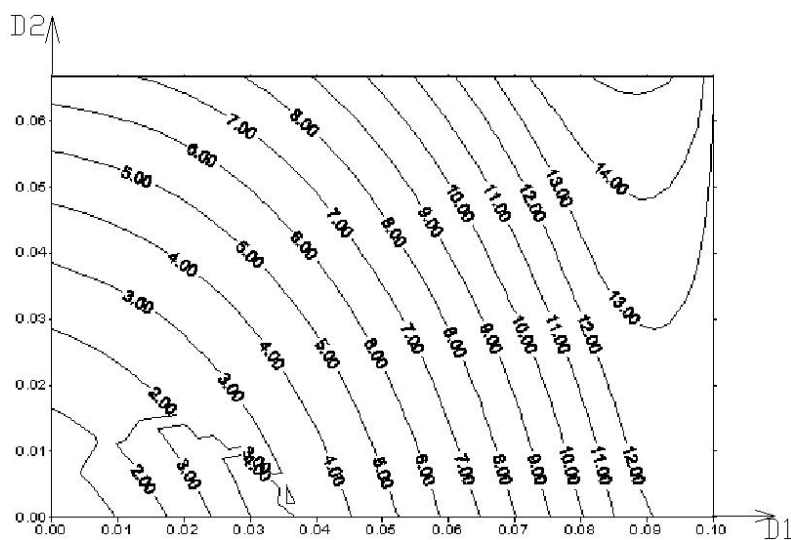
- krok czasowy może być narzucony lub automatycznie dostosowany do wymaganej dokładności,
- elementy robocze mogą być definiowane jako proste figury geometryczne lub wieloboki o dowolnej liczbie wierzchołków,
- figury mogą być dowolnie łączone z możliwością traktowania ich jako elementy robocze lub „wyspy”,
- skuteczność geometryczna jest obliczana dla punktu o dowolnym położeniu na powierzchni, który to punkt nazwany został w programie sensorem,
- tor ruchu i parametry kinematyczne narzędzia roboczego są definiowane przez dowolną liczbę odcinków prostych lub łuków, gdzie na początku i końcu każdego z odcinków określona jest prędkość postępowa i obrotowa,
- w przypadku użycia większej liczby sensorów, np. „linii sensorów”, program oblicza odchylenie standardowe i przeciętne skuteczności geometrycznej,
- dla toru prostoliniowego program wyznacza najkorzystniejsze wielkości przekryć ze względu na minimalizację wskaźnika odchylenia standardowego.

7. Nowa geometryczna forma narzędzia roboczego

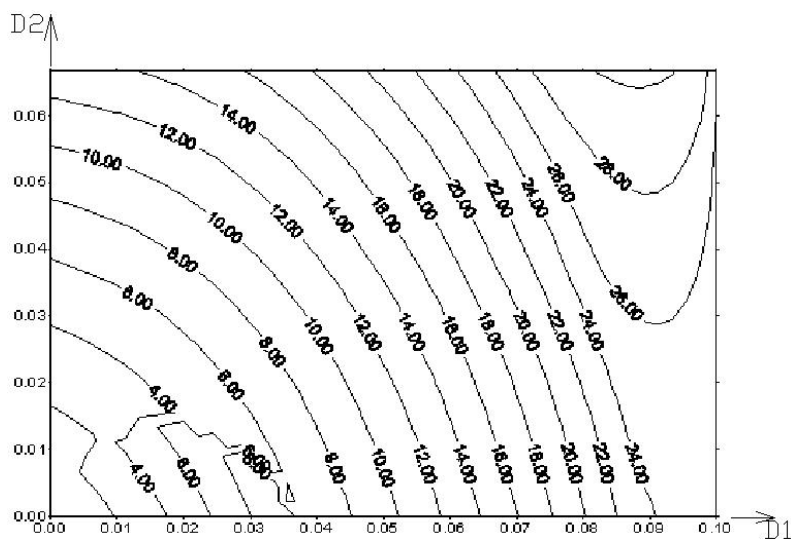
Nowa geometryczna forma narzędzia roboczego tworzy powierzchnię ścierną przedstawioną w postaci segmentów. Segment ścierny tworzy figura opisana z dwóch okręgów połączonych stycznymi, jeden o średnicy $D1 = 1/6D$ tarczy noszącej, a drugi o średnicy $D2 = 1/2 z 1/6D1$ oraz tym, że elementy ściernie tworzą trzy segmenty robocze rozmieszczone symetrycznie, w taki sposób, że oś części segmentu opisanego okręgiem $D2 = 1/2 z 1/6D1$ wpisana jest na promieniu $2/3R$ tarczy noszącej. Natomiast szersza część segmentu ściernego opisanego okręgiem $D1$ jest styczna do zewnętrznego obwodu tarczy noszącej (rys. 1). Takie rozwiązanie formy geometrycznej pozwala zwiększyć jakość w procesie efektywnej pracy, to jest przy zmniejszonej ilości przejść segmentów ściernych (skrócenie czasu obróbki i podwyższenie klasy gładkości powierzchni) [5].



Rys. 1. Nowa geometria tarczy opisana za pomocą prostych i okręgów



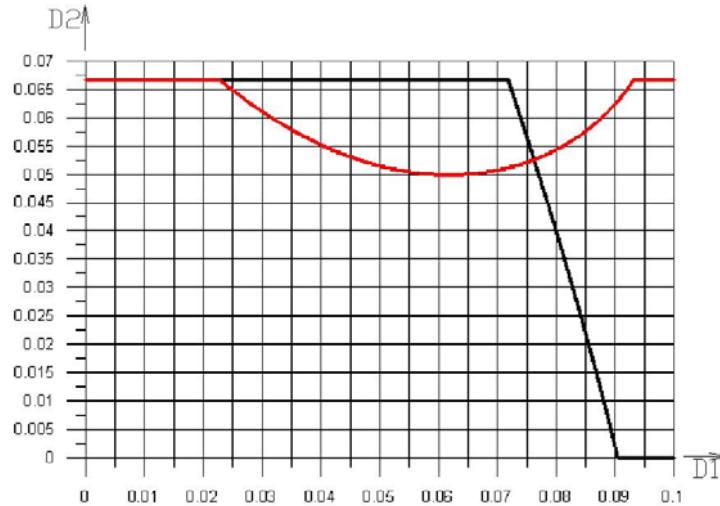
Rys. 2. Wykresy rozkładu skuteczności oddziaływania S_g przy jednokrotnym przejściu tarczy $D = 40$ cm w zależności od zmiany wielkości średnic okręgów D_1 i D_2 tworzących segment ścierny. Parametry ruchu tarczy elementu tarczowego $V_p = 0,1$ m/s, prędkość obrotowa $\omega = 366$ obr/min



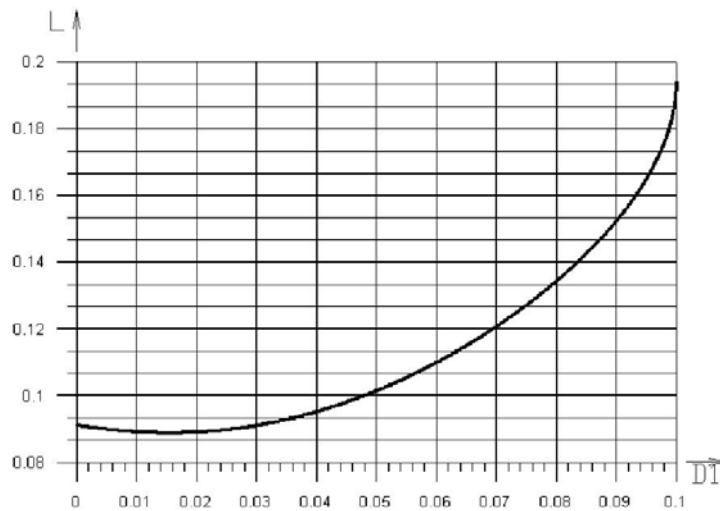
Rys. 3. Wykresy rozkładu skuteczności oddziaływania S_g przy jednokrotnym przejściu tarczy $D = 40$ cm w zależności od zmiany wielkości średnic okręgów D_1 i D_2 tworzących segment ścierny. Parametry ruchu tarczy elementu tarczowego $V_p = 0,1$ m/s, prędkość obrotowa $\omega = 732$ obr/min

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono wykresy skuteczności geometrycznej dla nowej geometrii tarczy. Na rysunku 2 przedstawiono wykresy dla pojedynczych przejść tarczy szlifującej z prędkością obrotową $\omega = 366$ obr/min, a na rysunku 3

dla $\omega = 732$ obr/min. Wykresy skuteczności geometrycznej uzyskane są w wyniku obliczeń za pomocą opracowanego programu komputerowego. Rysunek 4 pokazuje ograniczenia dla wielkości kół D1 i D2 elementów roboczych tak, aby elementy robocze nie zachodziły na siebie oraz zależności ograniczające wielkości kół wchodzących w skład jednego elementu roboczego tak, aby koła wchodzące w skład jednego elementu roboczego nie zachodziły na siebie.



Rys. 4. Zależność ograniczająca wielkości kół elementów roboczych tak, aby elementy robocze nie zachodziły na siebie (dozwolony obszar pod wykresem prostym) oraz zależność ograniczająca wielkości kół wchodzących w skład jednego elementu roboczego tak, aby nie zachodziły na siebie (dozwolony obszar pod wykresem łukowym)



Rys. 5. Odległości pomiędzy środkami kół D1 i D2 w elemencie roboczym w zależności od średnicy koła D1 (D1 - średnica koła D1, L - odległość pomiędzy środkami kół D1 i D2 elementu roboczego)

Na rysunku 5 przedstawiono wykres odległości pomiędzy środkami kół D1 i D2 w zależności od średnicy koła D1.

Wnioski

Analiza nowych konstrukcji tarczowych elementów obróbczych pozwala:

- na polepszenie wymaganych parametrów fizykomechanicznych (ścieranie), co ma istotny wpływ na okres eksploatacji i związane z tym koszty utrzymania,
- otrzymać oczekiwane wartości wskaźnika efektywności i dużą równomierność obróbki powierzchni,
- dzięki doborowi optymalnych parametrów geometrycznych i kinematycznych elementów roboczych uzyskać znaczące polepszenie jakości, trwałości i kosztów utrzymania obrabianych powierzchni,
- zoptymalizowane elementy robocze umożliwiają: uzyskanie większej równomierności obróbczej szlifowanej lub czyszczonej powierzchni, zmniejszenie mocy potrzebnej do napędu tarczy, a tym samym zmniejszenie zużycia energii, poprawę jakości obrabianej powierzchni i wydajności pracy.

Literatura

- [1] Rajczyk J., Podstawy naukowe doboru struktury i kinematyki tarczowych narzędzi roboczych maszyn do obróbki powierzchni betonu, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007.
- [2] Rajczyk J., Rajczyk M., Technologia robót kamieniarskich, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1997.
- [3] Rajczyk J., Rajczyk M., Kalinowski J., Effect of the geometrical form of the working elements of a surface treatment machine, Materiały konferencyjne: Technology & Economy in Industrial Reconversion, Virton, Belgia 2004, 348-352.
- [4] Rajczyk J., Kalinowski J., Badanie efektywności procesów obróbki zacierania powierzchni betonowych, Materiały konferencyjne Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2004, 321-330.
- [5] Rajczyk J., Rajczyk Z., Kosiń M., Nowe narzędzie robocze do obróbki powierzchni mineralnych, Biuletyn patentowy.

Streszczenie

W artykule omówiono metodykę konstruowania geometrii tarczowych i ich wpływ na obrabiane powierzchnie mineralne. Na wykresach przedstawiono wpływ formy geometrycznej na skuteczność oddziaływania na obrabianą powierzchnię. Analiza nowych konstrukcji tarczowych pozwala na uzyskanie większej równomierności obróbczej, zmniejszenie zużycia energii, poprawę jakości obrabianej powierzchni.

Analysis of influence at new geometric form on efficiency of its interaction on the processed surfaces

Abstract

The paper discuss the analysis of a new design of the circular grinding elements allows for greater uniformity of engineered, abraded or smoothed surface, reduction of energy consumption, quality improvement of the engineered surface and better work efficiency. The graphs exemplify the dependencies of particular geometric forms, sizes and speed of progression and the effectiveness on the processed surface.