

POŁĄCZENIA KONSTRUKCYJNE W NARZĘDZIACH TARCZOWYCH DO SZLIFOWANIA NA DOCIERARKACH

Structural connections in disc tools for grinding on lapping machines

Adam BARYLSKI

Streszczenie: Przedstawiono przykłady projektów konstrukcji narzędzi tarczowych do szlifowania powierzchni płaskich na docierarkach jednotarczowych. Zastosowano zróżnicowane sposoby łączenia wkładek ściernych z korpusem narzędzia. Przeprowadzono analizę punktową technologiczności konstrukcji czterech opracowanych wariantów narzędzi.

Słowa kluczowe: narzędzia tarczowe, budowa składana, szlifowanie, docierarka jednotarczowa

Abstract: Examples of the construction of disc tools for grinding flat surfaces on single-disk lapping machines were presented. Diversified manners of the join of abrasive fillers were applied with the corps of the tool. Technological analysis was conducted for structure of four variants of the tools.

Key words: disc tools, structure folded up, grinding, single-disk lapping tool

Wstęp

W standardowym docieraniu jednotarczowym powierzchni płaskich, zawiesina ścierna podawana jest w strefę obróbki kropłowo w sposób ciągły. Możliwe jest też dawkowanie odpowiedniej porcji pasty ścierniej ręcznie na docierak – pomiędzy poszczególnymi wypełnieniami separatorów przedmiotami obrabianymi. W takich przypadkach, w dowolnym momencie docierania, na sumę cząstek ściernych w strefie obróbki składają się (rys. 1) [1]:

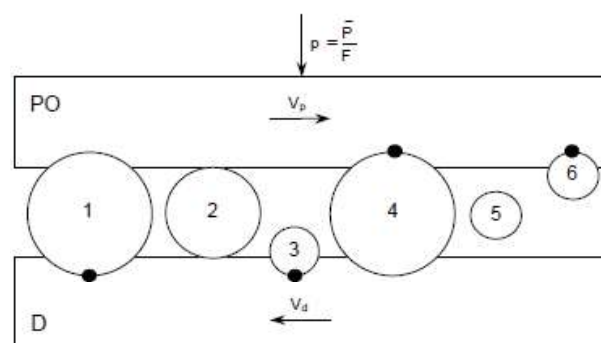
- 1 – mikroziarna wgniezione w powierzchnię docieraka D, powodujące mikroskrawanie i odkształcenie materiału obrabianego PO,
- 2 – mikroziarna toczące się, powodujące mikroskrawanie lub odkształcanie materiału obrabianego i docieraka,
- 3 – mikroziarna osadzone w docieraku, nieoddziałujące na przedmiot obrabiany,
- 4 – mikroziarna wgniezione w powierzchnie docieraną, powodujące mikroskrawanie lub odkształcanie materiału docieraka,
- 5 – mikroziarna bierne, nieuczestniczące w procesie skrawania,
- 6 – mikroziarna wgniezione w powierzchnię obrabianą, nieoddziałujące na docierak.

W praktyce, dawkowanie zawiesiny ścierniej (cząstek ściernych) jest zbyt obfite, co powoduje, że część mikroziaren w ogóle nie bierze udziału w skrawaniu i zostają usunięte przez poruszające się w układzie kinematycznym docierarki pierścienie prowadzące (rys. 2). Wprowadzone na rys. 2a oznaczenia to: 1 – pierścienie

prowadzące, 2 – docierak, 3 – dozownik zawiesiny ścierniej, 4 – rolka prowadząca, 5 – czujniki odbiciowe SCOO-1002P obrotomierza.

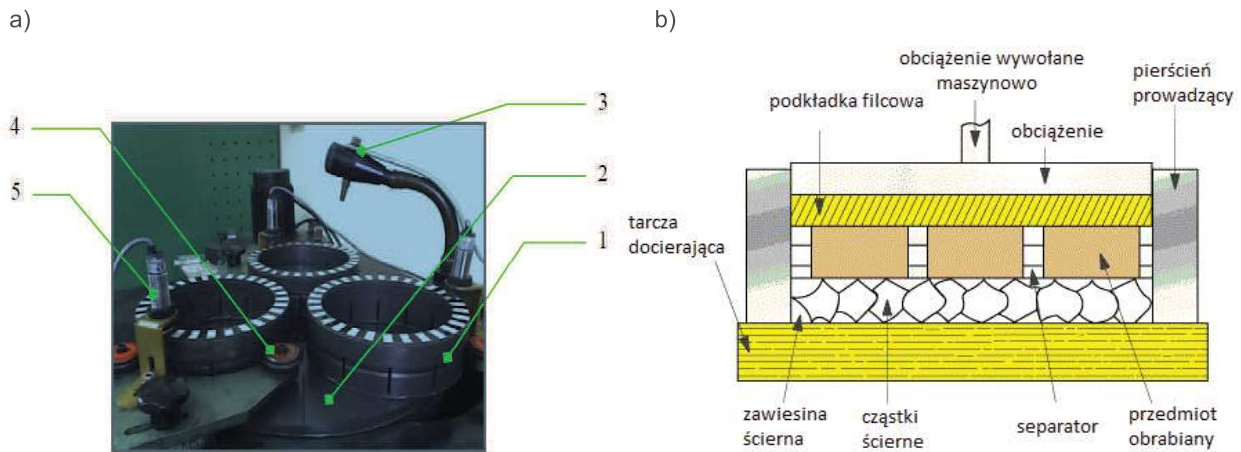
Wada ta nie wystąpi, gdy zamiast metalowej (najczęściej żeliwnej) tarczy docierającej (rys. 3a) zastosujemy narzędzia składane, zbudowane ze stalowego korpusu i odpowiednich wkładek ściernych (rys. 3b).

Ścierne narzędzia segmentowe umożliwiają szlifowanie powierzchni płaskich na docierarkach, zapewniając nie tylko zmniejszenie wydatku zawiesiny, ale i minimalizację skażenia powierzchni ścierniwem, ułatwiając przy tym mycie elementów po obróbce. Podczas operacji podawany jest jedynie kropłowo płyn roboczy.



Rys. 1. Położenie mikroziaren ściernych podczas docierania (v_p – prędkość przedmiotu obrabianego, v_d – prędkość docieraka, p – nacisk jednostkowy)

Fig. 1. Location of abrasive micrograins during lapping (v_p – speed of the lapping tool v_d – speed of lapping tool, p – unit pressure)



Rys. 2. Zasada docierania jednotarczowego powierzchni płaskich: a) układ wykonawczy docierarki ABRALAP 380 [2], b) schemat wypełnienia pierścienia prowadzącego [6]
 Fig. 2. Principle of single-disk machining of flat surfaces: a) execution unit of lapping tool ABRALAP 380 [2], b) outline of filling the leading ring [6]



Rys. 3. Przykłady konstrukcji: a) tarczy docierającej gładkiej i rowkowanej spiralnie [5], b) narzędzia ścierno-metalowego [3]
 Fig. 3. Examples of the construction: a) of reaching smooth and grooved spirally shield [5], b) of abrasive-metal tool [3]

Budowa narzędzi

Opracowane projekty narzędzi ścierno-metalowych [7] mogą być przeznaczone do szlifowania powierzchni płytek z ceramiki Al_2O_3 (o wymiarach $60 \times 60 \times 10$ mm) na docierarce Kemet 24 OPEN FACE (średnica tarczy 610 mm, liczba pierścieni prowadzących 3, średnica wewnętrzna pierścienia 248 mm, prędkość obrotowa narzędzia 58 min^{-1} , moc silnika głównego 1,5 kW), co obrazuje rys. 4.

Opracowano cztery warianty konstrukcyjne narzędzi, które po ocenie ich technologiczności będą przedmiotem dalszych prac. Po wyborze najwyższej ocenionej koncepcji, opracowana zostanie dokumentacja konstrukcyjna i technologiczna, zaś po wykonaniu prototypu – przeprowadzone badania, które będą miały na celu wyznaczenie charakterystyki techniczno-eksploatacyjnej oraz wniesienie ewentualnych zmian konstrukcyjnych w tym innowacyjnym narzędziu ściernym. Ważnym zadaniem jest m.in. określenie pasowań pomiędzy elementami, w tym wkładka ścierna – korpus, mając na uwadze możliwości producentów segmentów ściernych. Należy też rozpatrzyć zasadę indywidualnego

dopasowania elementów w montażu narzędzia i późniejszą jego eksploatację w warunkach obecności produktów obróbki (szlamu).



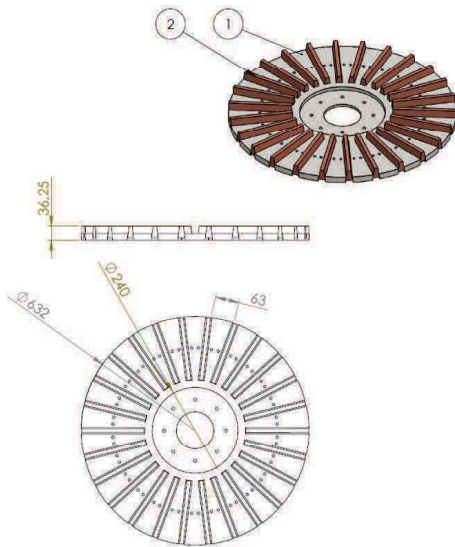
Rys. 4. Docierarka jednotarczowa Kemet 24 OPEN FACE [4]
 Fig. 4. Single-disk lapping tool Kemet 24 OPEN FACE [4]

Wariant I

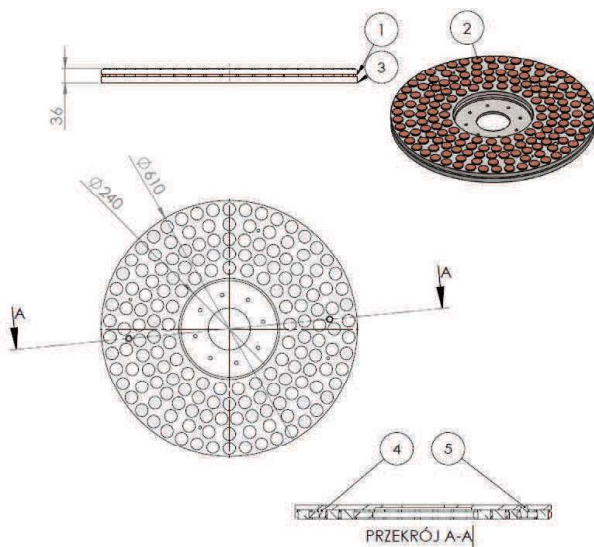
Narzędzie składane nie umożliwia regulacji wysunięcia wkładek ściernych z korpusu (rys. 5). Elementy robocze 2 (26 wkładek) mocowane są na metalowej tarczy 1 (ze stali S275) za pomocą rozdzielających je żeliwnych segmentów (dwoma śrubami M8 każdy).

Wariant II

W tym rozwiązaniu zastosowano kołowe pastylki ściernie 2, umieszczone w otworach tarczy 1 (rys. 6).



Rys. 5. Narzędzie składane – wariant I
Fig. 5. Folding tool – variant I

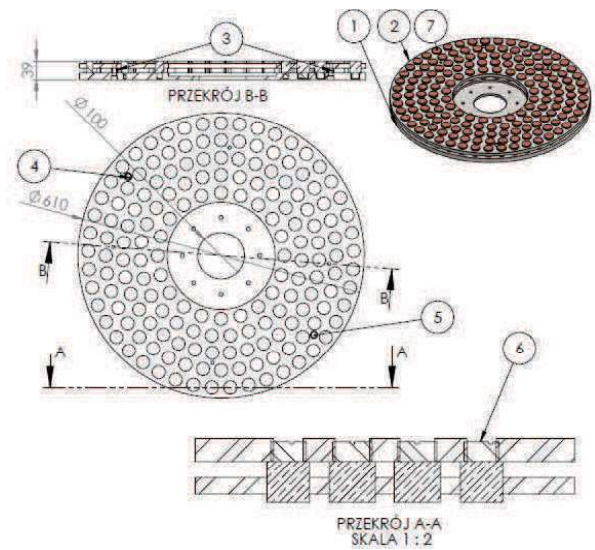


Rys. 6. Narzędzie składane – wariant II
Fig. 6. Folding tool – variant II

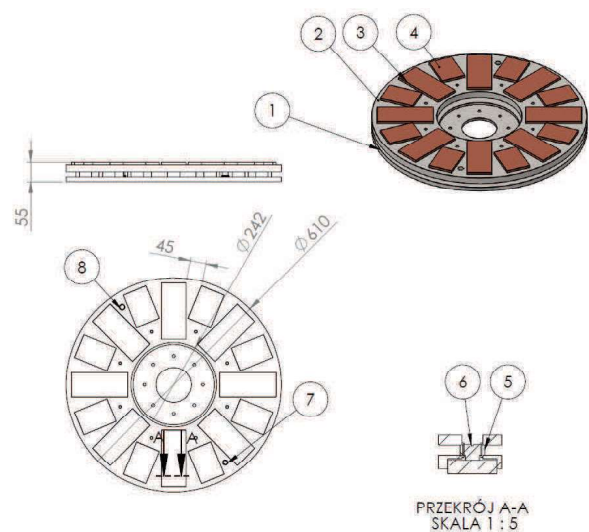
Tarcza otworowa 1 połączona jest z tarczą nośną 3 czterema śrubami 4, zaś ustalona kołkami 5. W tym przykładzie można rozmieścić 166 pastylek roboczych.

Wariant III

Konstrukcja pokazana na rys. 7 różni się od poprzednich tym, że możliwa jest regulacja wysunięcia wkładek ściernych 7 wkrętami 6, po odwróceniu tarczy 1. Tarcza górna 2 zapewnia odpowiednie prowadzenie i dystans pomiędzy wkładkami. Elementy 3, 4 i 5 umożliwiają wzajemne ustalenie tarcz 1 i 2.



Rys. 7. Narzędzie składane – wariant III
Fig. 7. Folding tool – variant III



Rys. 8. Narzędzie składane – wariant IV
Fig. 8. Folding tool – variant IV

Wariant IV

W tym rozwiązaniu konstrukcyjnym (podobnie jak w wariantcie III) możliwa jest regulacja wysunięcia wkładek ściernych 3 i 4 za pomocą śrub 6 (umieszczonych w tulejkach 5) ponad tarczę 2. Tarczę nośną 1 i górną 2 ustalają kołki 7 i 8, zaś skręca osiem śrub M8.

Analiza technologiczności konstrukcji

W tab. 1-4 zawarto wyniki analizy punktowej opracowanych narzędzi składanych. W ocenie przyjęto następującą skalę ocen: 5 – bardzo dobra, 4 – dobra, 3 – zadawalająca, 2 – zła, 1 – bardzo zła, 0 – dyskwalifikująca. Kryteria oceny przyjęto na podstawie wieloletnich doświadczeń własnych w projektowaniu narzędzi do obróbek bardzo dokładnych.

Jak wynika z przeprowadzonej analizy, najwyższą ocenę spośród opracowanych wariantów uzyskało narzędzie IV. Zdecydowała o tym stosunkowo mała liczba elementów składowych, względnie krótki czas montażu i możliwość regulacji wysunięcia elementów roboczych.

Podsumowanie

Konstruując narzędzie składane do szlifowania na docierakach należy mieć na uwadze wymiary i kształt obrabianych elementów. Uwaga ta jest szczególnie zasadną w przypadku przyjęcia rozwiązania, umożliwiającego wysuwanie wkładek ściernych ponad tarczę nośną.

Wymiana wkładek ściernych i możliwość ich indywidualnego rozmieszczenia na tarczy, jak i sama regulacja wysunięcia, to podstawowe zalety tego typu narzędzi do szlifowania na docierarkach. Dalsze prace nad rozwojem

Tabela 1. Ocena punktowa wariantu I konstrukcji narzędzia
Table 1. Point evaluation of variant I of tool construction

Lp.	Kryterium oceny	Liczba punktów P	Wskaźnik ważności Q	Iloczyn P*Q
1	Spełnienie założeń związanych z obrabianym przedmiotem	0	1	0
2	Koszt	5	0,5	2,5
3	Łatwość montażu	5	0,25	1,25
4	Stopień złożoności konstrukcji	4	0,25	1
5	Łatwość i prędkość obróbki mechanicznej	3	0,75	2,25
6	Dostępność zastosowanych materiałów	4	0,25	1
7	Niezawodność i trwałość (ocena z punktu widzenia rozwiązań konstrukcyjnych i użytych materiałów)	5	1	5
8	Wygoda i łatwość obsługi	4	0,75	3
9	Łatwość konserwacji i remontów (montaż i demontaż, dostęp do elementów nastawnych i punktów smarowania oraz oczyszczanie)	3	0,5	1,5
10	Łatwość naprawy i wymiany zużytych elementów	4	0,75	3
Suma				20,5

Tabela 2. Ocena punktowa wariantu II konstrukcji narzędzia
Table 2. Point evaluation of variant II of tool construction

Lp.	Kryterium oceny	Liczba punktów P	Wskaźnik ważności Q	Iloczyn P*Q
1	Spełnienie założeń związanych z obrabianym przedmiotem	5	1	5
2	Koszt	3	0,5	1,5
3	Łatwość montażu	3	0,25	0,75
4	Stopień złożoności konstrukcji	3	0,25	0,75
5	Łatwość i prędkość obróbki mechanicznej	3	0,75	2,25
6	Dostępność zastosowanych materiałów	4	0,25	1
7	Niezawodność i trwałość (ocena z punktu widzenia rozwiązań konstrukcyjnych i użytych materiałów)	5	1	5
8	Wygoda i łatwość obsługi	4	0,75	3
9	Łatwość konserwacji i remontów (montaż i demontaż, dostęp do elementów nastawnych i punktów smarowania oraz oczyszczanie)	3	0,5	1,5
10	Łatwość naprawy i wymiany zużytych elementów	4	0,75	3
Suma				23,75

Tabela 3. Ocena punktowa wariantu III konstrukcji narzędzia

Table 3. Point evaluation of variant III of tool construction

Lp.	Kryterium oceny	Liczba punktów P	Wskaźnik ważności Q	Iloczyn P*Q
1	Spełnienie założeń związanych z obrabianym przedmiotem	5	1	5
2	Koszt	3	0,5	1,5
3	Łatwość montażu	3	0,25	0,75
4	Stopień złożoności konstrukcji	3	0,25	0,75
5	Łatwość i prędkość obróbki mechanicznej	3	0,75	2,25
6	Dostępność zastosowanych materiałów	4	0,25	1
7	Niezawodność i trwałość (ocena z punktu widzenia rozwiązań konstrukcyjnych i użytych materiałów)	5	1	5
8	Wygoda i łatwość obsługi	3	0,75	2,25
9	Łatwość konserwacji i remontów (montaż i demontaż, dostęp do elementów nastawnych i punktów smarowania oraz oczyszczanie)	3	0,5	1,5
10	Łatwość naprawy i wymiany zużytych elementów	4	0,75	3
Suma				23

Tabela 4. Ocena punktowa wariantu IV konstrukcji narzędzia

Table 4. Point evaluation of variant IV of tool construction

Lp.	Kryterium oceny	Liczba punktów P	Wskaźnik ważności Q	Iloczyn P*Q
1	Spełnienie założeń związanych z obrabianym przedmiotem	5	1	5
2	Koszt	4	0,5	2
3	Łatwość montażu	4	0,25	1
4	Stopień złożoności konstrukcji	4	0,25	1
5	Łatwość i prędkość obróbki mechanicznej	5	0,75	3,75
6	Dostępność zastosowanych materiałów	4	0,25	1
7	Niezawodność i trwałość (ocena z punktu widzenia rozwiązań konstrukcyjnych i użytych materiałów)	5	1	5
8	Wygoda i łatwość obsługi	4	0,75	3
9	Łatwość konserwacji i remontów (montaż i demontaż, dostęp do elementów nastawnych i punktów smarowania oraz oczyszczanie)	4	0,5	2
10	Łatwość naprawy i wymiany zużytych elementów	4	0,75	3
Suma				26,75

ich konstrukcji powinny dotyczyć wyeliminowania demontażu narzędzia z obrabiarki w przypadku potrzeby wymiany wkładek ściernych na inne, m.in. z uwagi na rodzaj lub wielkość ziarna ściernego.

Oczywistym jest, iż dla takich zastosowań omawianych narzędzi, w których wymiana wkładek nie jest opłacalna lub konieczna, dobrym sposobem ich łączenia z metalowym korpusem jest klejenie.

Przedstawione koncepcje narzędzi są rozwiązaniami innowacyjnymi i będą dalej rozwijane.

LITERATURA

- [1] Barylski A. 1992. „Podstawy docierania jednotarczowego powierzchni płaskich”. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej (491), Mechanika (67).
- [2] Barylski A. 2013. „Obróbka powierzchni płaskich na docierarkach”. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- [3] <http://www.bjkshs.com/en/List.asp?n=50>, dostęp 05.01.2015 r.
- [4] <http://www.kemet.co.uk/products/flatlapping/kemet-24-diamond-lapping-machine>, dostęp 05.01.2015 r.
- [5] <http://www.kemet.co.uk/products/flatlapping/kemet-lapping-plates>, dostęp 05.01.2015 r.
- [6] http://www.lapping-polish.com/profile_001.htm, dostęp 05.01.2015 r.
- [7] Marciński M. 2015. „Projekt docieraka składanego do obróbki powierzchni płaskich”. Praca dyplomowa, Politechnika Gdańska.

Prof. dr hab. inż. Adam Barylski – kierownik Katedry Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji, Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, e-mail: abarylsk@pg.gda.pl