

Dr hab. inż. Marian BARTOSZUK (Politechnika Opolska),
inż. Adam PIRÓG (KOMET-URPOL Sp. z o. o.):

WYBRANE ZAGADNIENIA MINIMALIZACJI WYPŁYWKI POJAWIAJĄCEJ SIĘ PRZY WIERCENIU OTWORÓW PRZELOTOWYCH

Streszczenie

Stała i silna konkurencja na rynku wytwórców części maszyn wymusza ciągły postęp i doskonalenie zarówno narzędzi skrawających, jak i procesów wytwarzania. W artykule pokazano – na przykładzie wiercenia otworów przelotowych – wybrane sposoby usuwania lub minimalizowania wypłytki. Autorzy opierali się na wieloletnim doświadczeniu i praktycznych rozwiązaniach wdrażanych w przemyśle przez firmę KOMET-URPOL.

Słowa kluczowe: wiercenie, wypływka, geometria wiertła

SOME ISSUES OF MITIGATE BURRS APPEARING AT DRILLING THE THROUGH-HOLES

Abstract

Constant and strong competition in the market forces manufacturers of machine parts for continuous progress and improvement both cutting tools and manufacturing processes. In this article, the example of through-holes are shown as an examples of ways to remove or minimize burrs. This article based on years of experience and practical solutions for years implemented in the industry by KOMET - URPOL company.

Keywords: drilling, burrs, the geometry of the drill

WYBRANE ZAGADNIENIA MINIMALIZACJI WYPŁYWKI POJAWIAJĄCEJ SIĘ PRZY WIERCENIU OTWORÓW PRZELOTOWYCH

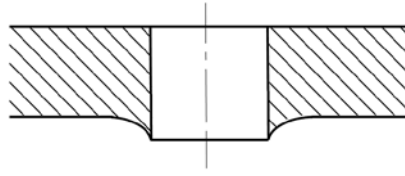
Marian BARTOSZUK¹, Adam PIRÓG²

1. WPROWADZIENIE

Obecny stan wiedzy umożliwia wytwarzanie elementów z różnych materiałów w sposób bardzo precyzyjny. Dysponujemy szeregiem technologii pozwalających na wytwarzanie części maszyn o bardzo zawężonych tolerancjach, niejednokrotnie określanych mikrometrami. Na przestrzeni lat rozwinęliśmy szeroką gamę różnych technologii wytwarzania. Jednak podstawową technologią wytwarzania wciąż pozostaje obróbka skrawaniem czyli toczenie, frezowanie i wiercenie itp. Większość elementów obrabianych posiada otwory pod śruby, kołki, sworznie, szpilki gwintowane i inne. Niektóre z nich to otwory ślepe, jednak w praktyce to właśnie otwory przelotowe narażają więcej problemów technologicznych. Jednym z największych problemów jest powstawanie wypływkii na wyjściu otworu (rys. 1). Wypływka stanowi duże wyzwanie, ponieważ utworzona jest przez ostre, nieregularne krawędzie znacząco zmniejszające walory użytkowe oraz estetyczne produktu [9, 10]. Często wypływka uniemożliwia zamontowanie części w zespole maszyny we właściwy sposób. Z tego powodu w procesie produkcyjnym wypływkii należy usuwać. W przypadku wiercenia den sitowych do wymienników ciepła proces usuwania wypływkii wymaga dużego dodatkowego nakładu pracy, gdyż w jednym dnie sitowym jest od kilkunastu do kilku tysięcy otworów. Są jednak przypadki, w których usunięcie wypływkii jest niemożliwe. Jako przykład można tu przytoczyć krzyżujące się otwory w elementach przeznaczonych do urządzeń pneumatycznych i hydraulicznych.

¹ Politechnika Opolska, Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji, 45-758 Opole, ul. Prószkowska 76

² Komet Urlop Sp. z o.o., 47-225 Kędzierzyn-Koźle, ul. Przyjaźni 47B



Rys. 1. Przykład wypływki powstałej u wylotu przelotowego otworu wierconego

Z wyżej wymienionych powodów dąży się do minimalizacji zjawiska powstawania wypływki. W praktyce znanych jest kilka sposobów minimalizacji (usuwania) wypływki. Ogólnie można je podzielić na dwie grupy. Pierwszą grupę stanowią sposoby mechanicznego usuwania powstałej już wypływki, a drugą grupę – sposoby prowadzenia obróbki narzędziami o geometrii, która zapewnia minimalizację lub zanik zjawiska powstawania wypływki [2, 3].

2. STRATEGIE USUWANIA/MINIMALIZACJI WYPŁYWKI

We współczesnym przemyśle metody usuwania bądź minimalizacji wypływki sprowadzają się w zasadzie do mechanicznego jej usuwania. W większości są to procesy prowadzone mechanicznie. Zdarzają się jednak przypadki, zwłaszcza w obróbce jednostkowej, ręcznego usuwania wypływki.

Ręczne usunięcie wypływki polega zazwyczaj na zniwelowaniu jej za pomocą pogłębiacza stożkowego (rysunek 2) zamocowanego w wiertarce ręcznej o nastawnej prędkości obrotowej, lub napędzanej ręcznie. Przy okazji często tworzona jest fazka technologiczna ułatwiająca w przyszłości na przykład montaż [4]. Operacja ręcznego usuwania wypływki wymaga jednak zaangażowanie dodatkowego pracownika, sprzętu i oczywiście czasu, a jakość fazowanych krawędzi często pozostawia wiele do życzenia. Ponadto, ze względu na czynnik ludzki, operacja ręcznego usuwania wypływki cechuje się małą powtarzalnością. Zaznaczyć jednak należy, że mimo wielu swoich wad metoda ta posiada istotną zaletę, mianowicie daje ona pewność że wypływka została skutecznie usunięta.



Rys. 2. Przykładowy pogłębiacz stożkowy HSS DIN 335 C 90° Ruko [11]

Wraz z rozwojem przemysłu, a co za tym idzie zaczęto gratować otwory maszynowo. Zaletą takiego rozwiązania jest duża powtarzalność wymiarów, a co ważniejsze możliwość sterowania wymiarem fazy, która powstaje po usunięciu wypływki [6].

Zdarza się jednak, że czas przeprowadzenia operacji maszynowego usuwania wypłytki jest nieporównywalnie większy niż ręcznego gratowania. Dzieje się tak w przypadku dużych i wiotkich przedmiotów, jak na przykład dna sitowe wymienników ciepła. Wydłużenie czasu produkcji spowodowane jest wówczas koniecznością zdjęcia obrabianego przedmiotu z maszyny, obrócenia go, powtórnego ustawienia i zamocowania na obrabiarce. Zabieg usuwania wypłytki lub wykonywania fazki można przeprowadzać również przy jednym ustawieniu i jednym zamocowaniu przedmiotu obrabianego. Najpierw wykonywany jest przelotowy otwór, na przykład katalogowymi wiertłami krętymi. Następnie do pracy wprowadzane jest trzpieniowe narzędzie specjalne lub wytaczadło. Wytaczadło do otworu wprowadza się mimośrodowo, potem centruje i wykonuje tak zwaną „fazkę wsteczną”. Jako przykład takiego rozwiązania podać można narzędzie wykorzystywane w firmie FAMET do fazowania otworów o dużych średnicach (rys 3). Rozwiązanie to stosowane jest przy obróbce przelotowych otworów o średnicach ϕ 50 mm i więcej.



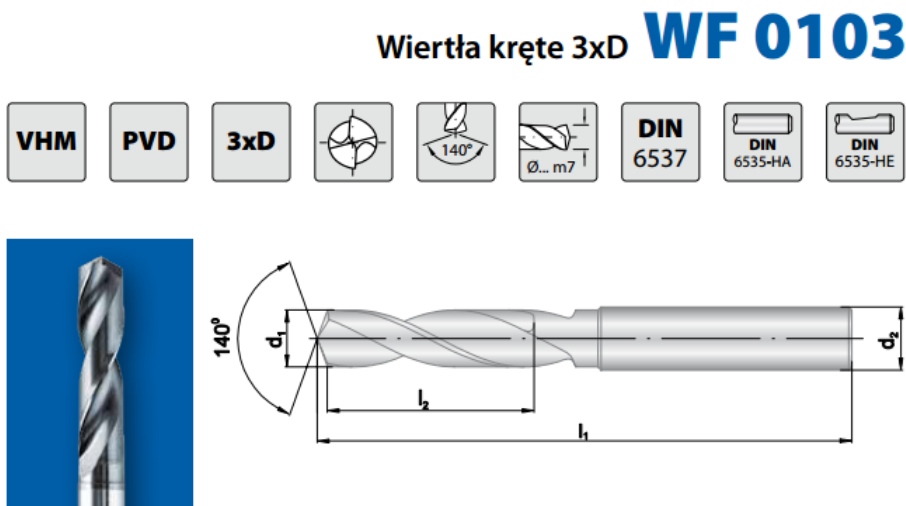
Rys. 3. Wytaczadło do wykonywania fazy wstecznej

Narzędzia specjalne są droższe od katalogowych, ponieważ wykonywane są na specjalne zamówienie klienta. Jednak wiele firm posiadających możliwości techniczne do pracy takimi wiertłami decyduje się na ich zakup. Decyduje o tym przede wszystkim korzyść płynąca za znacznego skrócenia sumarycznego czasu produkcji, gdyż zarówno otwór jak i fazę wykonuje się tym samym narzędziem. Proces obróbki wówczas przebiega następująco:

- przewiercenie otworu "na wylot",
- wycofanie wiertła tak aby faza wsteczna znalazła się na wysokości dolnej krawędzi otworu,
- frezowanie wypłytki z wykorzystaniem interpolacji kołowej,
- powrót wiertła do pozycji współosiowej z otworem,
- wyprowadzenie wiertła z otworu.

Oczywiście proponowane podejście nie jest pozbawione wad. Jako wady tego rozwiązania wymienić należy konieczność posiadania obrabiarki CNC oraz brak możliwości obróbki niektórych materiałów.

Innym sposobem minimalizowania wypłytki jest stosowanie narzędzi niestandardowych, których geometria części skrawającej jest tak ukształtowana, aby zmniejszyć do akceptowalnego poziomu zjawisko powstawania wypłytki przy wyjściu z otworu [1, 8]. Jako przykład takiego rozwiązania można podać tutaj wiertło kręte o dużym kącie wierzchołkowym firmy KOMET (rys. 4).



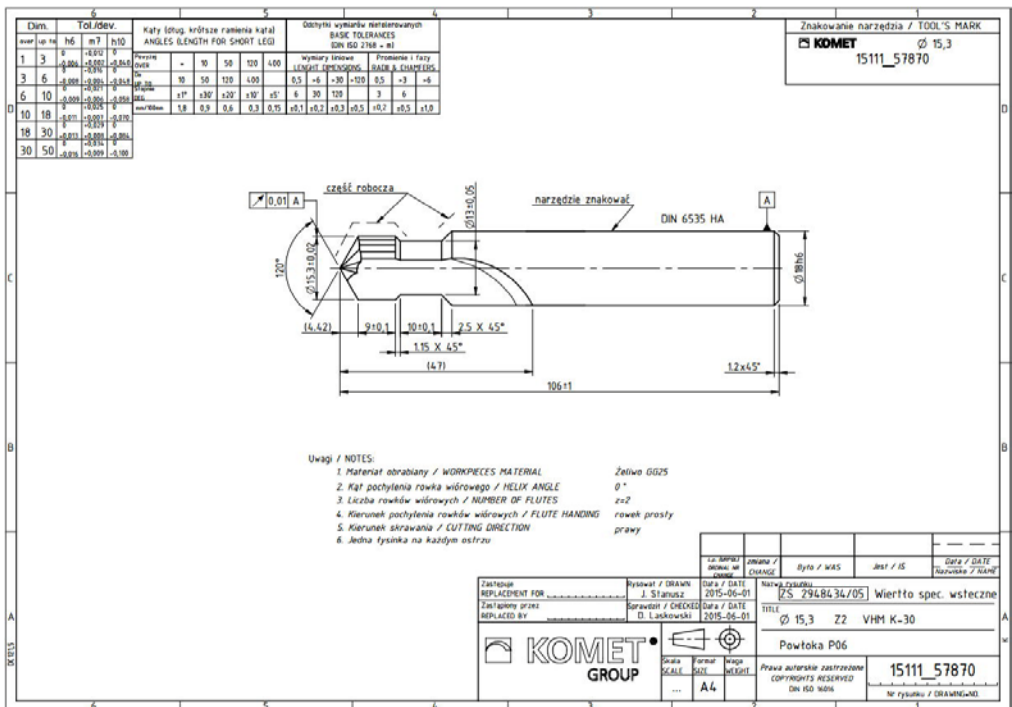
Rys. 4. Wiertło katalogowe firmy KOMET przeznaczone do obróbki stali [7]

Niewątpliwą zaletą tego sposobu minimalizowania wypłytki jest brak konieczności prowadzenia innych dodatkowych operacji minimalizujących czy usuwających wypływkę. Przekłada się to bezpośrednio na krótki czas jednostkowy produkcji. Tak jak w każdym rozwiązaniu tak i tutaj zauważyć można pewne wady. Zaliczyć do nich można przede wszystkim stosunkowo krótką żywotność narzędzia, zwłaszcza gdy kryterium żywotności stanowi moment pojawienia się wypłytki. Dzieje się tak na skutek stopienia krawędzi skrawających wiertła, gdyż pojawienie się nawet niewielkiego promienia zużycia narodzi wiertła skutkuje pojawieniem się wypłytki. Za inną wadę tego rozwiązania uznać można konieczność dopasowania geometrii narzędzia do konkretnego zastosowania.

W przypadkach, gdy pojawienie się wypłytki jest niedopuszczalne firmy narzędziowe proponują narzędzia specjalne, dostosowane do indywidualnych potrzeb użytkownika [1, 5, 8]. Rozwiązania takie stanowią zazwyczaj tajemnicę firmy.

3. NARZĘDZIE SPECJALNE DO USUWANIA WYPŁYWKI

W przemyśle często wykonuje się otwory w przegrodach i dnach sitowych, gdzie stosunek długości otworu do jego średnicy jest niewielki. Obróbka takich otworów (wiercenie i fazowanie) wciąż nastęrcza wielu problemów. Związane jest to głównie z wymiarami obrabianych przedmiotów, ich sztywnością oraz ilością obrabianych otworów. Producenci narzędzi skrawających zalecają w takich przypadkach różne rozwiązania specjalne. Ciekawym przykładem takiego narzędzia specjalnego, dedykowanego do wykonywania fazek u wylotu otworu, jest węglikowe wiertło specjalne umożliwiającego wykonanie w jednym zabiegu otworu przelotowego oraz tzw. „fazy wstecznej” (rys 5). Wiertło takie po wykonaniu otworu przelotowego nie jest wycyfowane ponad powierzchnię przedmiotu obrabianego lecz ustawiane na właściwą głębokość celem wykonania fazki. Fazka u wylotu z otworu („faza wsteczna”) wykonywana jest wtedy z wykorzystaniem interpolacji kołowej.



Rys. 5. Wiertło specjalne firmy KOMET posiadające możliwość wykonywania „fazy wstecznej” usuwającej wypływkę

Po zakończeniu obróbki wiertło jest centrowane po czyn następuje jego ewakuacja z otworu. Niewątpliwą zaletą tak prowadzonej obróbki jest znaczące skrócenie czasu wykonania gotowego otworu, gdyż obróbka odbywa się tutaj przy jednym zamocowa-

niu przedmiotu obrabianego i z wykorzystaniem tylko jednego narzędzia. Z kolei wadą takiego rozwiązania jest konieczność posiadania obrabiarki z układem sterowania CNC. Przykładem takiego narzędzia specjalnego, produkowanego komercyjnie, jest pokazane na rysunku 5 wiertło specjalne firmy KOMET.

4. PODSUMOWANIE

W świetle przedstawionych faktów stwierdzić można, że obecnie dysponujemy szerokim wachlarzem możliwości usuwania wypływkę lub minimalizowania jej. Stale rozwijający się przemysł krajowy coraz chętniej wykorzystuje narzędzia specjalne dedykowane do konkretnych zagadnień obróbkowych, w tym też narzędzia specjalne przeznaczone na przykład do wykonywania „fazki wstecznej” w otworach przelotowych. Dążenia te wspomagane są stałą obecnością na rynku producentów części maszyn silnej konkurencji. Bezspornym faktem jest, że narzędzia specjalne nie należą do tanich. Jednakże duża powtarzalność wymiarów, trwałość narzędzi, skuteczność działania oraz maksymalne skrócenie czasu obróbki gwarantują ekonomiczność zastosowania tego rozwiązania.

LITERATURA

- [1] Cichosz P., *Narzędzia skrawające*, WNT, Warszawa 2009.
- [2] Cichosz P., Kuzinovski M., *Metody wykonywania fazek i gratowania krawędzi*, Cz. 1., *Mechanik* 7/2011, s. 553-559.
- [3] Cichosz P., Kuzinovski M., *Metody wykonywania fazek i gratowania krawędzi*, Cz. 2., *Mechanik* 7/2011, s. 647-681.
- [4] Czekanowski B., *Poradnik ślusarza narzędziowego wzorczarza*, WNT, Warszawa 1989.
- [5] Górski E., *Narzędzia skrawające kształtowe: noże, przeciągacze, frezy*, WNT, Warszawa 1971.
- [6] Grzesik W., Niesłony P., Bartoszek M., *Programowanie obrabiarek NC/CNC*, WNT, Warszawa 2010.
- [7] Komet . *Katalog - Narzędzia pełnowęglkowe*.
- [8] Kunstetter S., *Narzędzia skrawające do metali: konstrukcja*, WNT, Warszawa 1973.
- [9] Matuszak J., Zaleski K., *Badania stanu krawędzi przedmiotów ze stopów aluminium po procesie usuwania zadziorów*, SOS 6 – Obróbka Skrawaniem Efektywne Wytwarzania, Wrocławska Drukarnia Naukowa PAN Sp z o.o., Wrocław 2012, s. 191-198.
- [10] Preś P., Skoczyński W., Stembalski M., *Badania eksperymentalne i modelowanie numeryczne mechanizmu odkształcenia materiału na krawędzi przedmiotu obrabianego*, SOS 6 – Obróbka Skrawaniem Efektywne Wytwarzania, Wrocławska Drukarnia Naukowa PAN Sp z o.o., Wrocław 2012, s. 241-248.
- [11] strona internetowa firmy PROFITECHNIK: <http://www.profittechnik.pl/product/poglebiacz-stozkowy-hss-din-335-c-90.html>.