

Wysoko wydajna obróbka stopów aluminium z wykorzystaniem chłodzenia MQL

High performance machining of aluminum alloys with MQL cooling

ROLAND MRUGALSKI
PIOTR OSIĄK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.371

Przedstawiono wybrane aspekty dotyczące wielkoseryjnej obróbki głowicy silnika spalinowego z wykorzystaniem chłodzenia mgłą olejową MQL. Omówiono wytyczne projektowania narzędzi i opravek narzędziowych w odniesieniu do zastosowanego systemu chłodzenia i smarowania oraz właściwości materiału obrabianego. Omówiono wyniki uzyskiwane dla wybranych rodzajów obróbki na bazie doświadczeń produkcyjnych zakładu Volkswagen Motor Polska w Polkowicach.

SŁOWA KLUCZOWE: mgła olejowa, skrawanie, stopy aluminium

The paper describes aspects occur during mass production of cylinder head of diesel engine with oil mist cooling (MQL). It demonstrate special tool and tool's chucks design in reference to used coolant system as well as machining material. The paper describes results of selected types of machining based on experience from VWMP plant in Polkowice.

KEYWORDS: MQL, machining, Aluminum alloys

Od kilkunastu lat obserwuje się systematyczny rozwój technik obróbki skrawaniem z wykorzystaniem chłodzenia mgłą olejową, zwłaszcza w zakładach specjalizujących się w obróbce wielkoseryjnej. To tam oszczędności powstałe w wyniku eliminacji chłodzenia tradycyjnego emulsją będą najbardziej widoczne. Obecnie poziom oszczędności w wyniku zastąpienia chłodzenia tradycyjnego na wykorzystujące minimalne ilości środka smarującego szacuje się na ok 15% całkowitych kosztów produkcji.

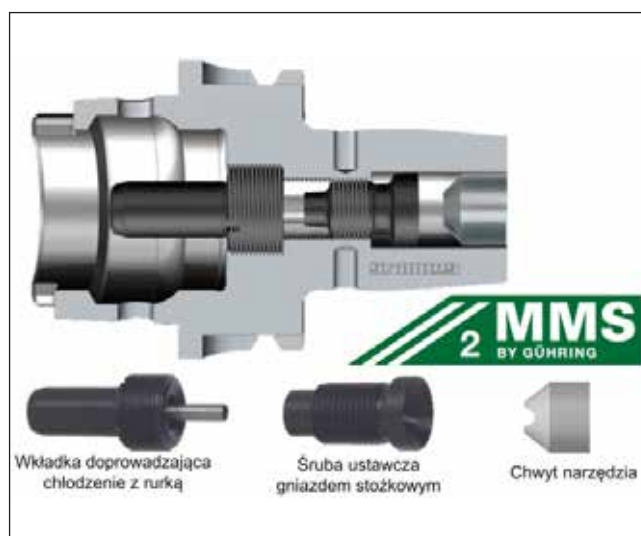
Składają się na to oszczędności płynące z redukcji:

- kosztów zakupu i przygotowania emulsji,
- kosztów strat chłodziwa (parowanie, usuwanie z częściami obrabianymi i wiórami),
- kosztów utylizacji zużytego chłodziwa i jego negatywnego wpływu na środowisko naturalne,
- kosztów negatywnego wpływu chłodziwa na zdrowie pracowników.

Jak się okazuje zastosowanie chłodzenia mgłą olejową nie oznacza zmniejszenia wydajności samej obróbki, pod warunkiem zapewnienia optymalnych warunków skrawania.

Wytyczne doboru i projektowania narzędzi i opravek stosowanych przy chłodzeniu MQL

W opisywanym procesie produkcyjnym wykorzystuje się chłodzenie MQL oparte na systemie 2-kanalowym, w któ-



Rys. 1. Elementy charakterystyczne oprawki i narzędzia dla 2-kanalowego systemu MQL

rym powietrze i olej są dostarczane do wrzeciona maszyny osobno, a ich mieszanie następuje tuż przed oprawką narzędzia (rys. 1). W celu prawidłowego funkcjonowania 2-kanalowego systemu chłodzenia należy zapewnić:

- bezstratne dostarczenie mgły olejowej z wrzeciona maszyny do oprawki narzędzia, dzięki odpowiedniej budowie wkładki dostarczającej chłodzenie i śruby regulacyjnej (dla ułatwienia w katalogach Gühring oznaczenie MMS 2),
- odpowiednie uszczelnienie pomiędzy śrubą regulacyjną oprawki a chwytem narzędzia, dzięki zastosowaniu opatentowanego przez firmę Gühring stożkowego połączenia tych elementów,
- odpowiednie wykonanie kształtu i głębokości rowka łączącego kanałki chłodzenia (dla narzędzi z kilkoma kanałkami) w celu zapewnienia płynnego przepływu mgły olejowej,
- odpowiedni przepływ medium smarującego przez prawidłowy dobór przekroju otworu we wkładce doprowadzającej chłodzenie w odniesieniu do sumy przekroju kanałków chłodzenia w narzędziu (maksymalny współczynnik 4:1)
- redukcję tarcia pomiędzy powierzchnią narzędzia i przedmiotem obrabianym oraz pomiędzy powierzchnią natarcia narzędzia i wiórami przez zastosowanie odpowiedniego wykończenia powierzchni narzędzia (polerowanie lub specjalna powłoka) oraz odpowiedniej geometrii (duże kąty natarcia, zwiększona zbieżność narzędzi do obróbki otworów).

* Mgr inż. Roland Mrugalski (roland.mrugalski@vwmp.pl) – Volkswagen Motor Polska Sp. z o.o., mgr inż. Piotr Osiać (posiak@guehring.pl) – Gühring Sp. z o.o.

Wyniki uzyskane podczas obróbki z wykorzystaniem chłodzenia MQL

W tabelicy podano wyniki uzyskiwane podczas obróbki z wykorzystaniem dwóch typów narzędzi (rys. 2):

- pełnowęglkowego wiertła krętego średnicy $\varnothing 12,6h6$ przeznaczonego do wiercenia otworów głębokości $8xD$, z 2 kanałkami doprowadzającymi chłodzenie, kąt skrętu rowków wiórowych 30° , materiał narzędzia: węgiel spekania DK460UF, bez powłoki supertwardej, z bardzo dokładnie polerowanymi powierzchniami roboczymi narzędzia,
- kształtowego pogłębiacza z lutowanymi ostrzami PKD o średnicach stopni: $\varnothing 10,5$ i $\varnothing 21,45$, na stalowym korpusie z chwytym HSK-A 63, 2-ostrzowe, z wewnętrznym, promieniowym doprowadzeniem chłodzenia.



Rys. 2. Zdjęcia narzędzi poddanych analizie

Materiałem obrabianym był stop aluminium z krzemem o zawartości 10% Si.

Wiercenie odbywało się w pełnym materiale, pogłębianie odbywało się we wstępnie odlanym otworze przy naddatkach ok 2 mm.

W firmie VWMP do obróbki tej samej części obrabianej w ciągu kilku lat były używane dwa rodzaje chłodzenia: w przeszłości – konwencjonalne emulsją oraz obecnie – mgłą olejową MQL. To pozwoliło na zestawienie wyników dla tych samych typów narzędzi wykorzystywanych w obydwu przypadkach.

Obróbka była realizowana na tej samej klasy obrabiarkach: poziome centrum obróbkowe GROB, model: G320, stożek wrzeciona HSK-A 63.

TABLICA. Parametry skrawania oraz trwałość uzyskane podczas obróbki z chłodzeniem tradycyjnym i MQL

	Prędkość skrawania V_c [m/min]	Posuw f [mm/obr]	Prędkość posuwu V_f [mm/min]	Trwałość ostrza T [liczba otworów]
Wiercenie chłodzenie tradycyjne	336	0,28	2380	13600
Wiercenie chłodzenie MQL	316	1	8000	24000
Pogłębianie chłodzenie tradycyjne	774 dla $\varnothing 21,45$	0,1	1196	47800
Pogłębianie chłodzenie MQL	538 dla $\varnothing 21,45$	0,43	3500	112000

Zużycie oleju podczas obróbki z wykorzystaniem chłodzenia MQL wyniosło dla opisywanych narzędzi odpowiednio: 55 ml/h dla wiertła oraz 45 ml/h dla pogłębiacza.

Podsumowanie

Opisane przykłady obrazują skalę oszczędności, jakie może przynieść zastosowanie chłodzenia wykorzystującego minimalne ilości środków smarujących w nowoczesnym zakładzie produkcyjnym. W praktyce oprócz redukcji kosztów wynikających z zakupów, obsługi i utylizacji tradycyjnych cieczy chłodząco-smarujących można osiągnąć wymierne korzyści wynikające zarówno ze zwiększenia wydajności obróbki, jak i poprawy trwałości narzędzi.

Na opisanych przykładach obróbki widać, w jaki sposób można korygować parametry skrawania przy zmianie chłodzenia z tradycyjnego na MQL przy obróbce stopów aluminium. W obydwu przypadkach zmniejszeniu uległa prędkość skrawania, aby zrekompensować wzrost temperatury występującej podczas obróbki z wykorzystaniem mgły olejowej. Jednocześnie znacznie zwiększono wartość posuwu podczas wiercenia i pogłębiania. Było to możliwe dla wszystkich narzędzi wykonujących otwory w opisywanym procesie. Dzieje się tak dzięki znacznemu zwiększeniu szybkości (ok. $10 \times R_{t24}$) przepływu medium chłodząco-smarującego przez kanałki wewnętrzne narzędzia, strefę skrawania i rowki wiórowe narzędzia dla chłodzenia MQL. Badania prowadzone w firmie Gühring pozwoliły na oszacowanie tych wartości dla wiertła średnicy $\varnothing 11,7$ na odpowiednio 30,4 m/s dla chłodzenia MQL i 3,5 m/s dla chłodzenia emulsją. To w znaczący sposób usprawniło ewakuację wiórów ze strefy skrawania, zwłaszcza dla narzędzi wykonujących otwory.

Kolejnym bardzo ważnym czynnikiem redukcji kosztów było zwiększenie trwałości odnotowane dla wszystkich narzędzi w tym procesie. Wynikało ono zarówno z poprawy jakości smarowania podczas skrawania, jak i z opisanej korekty parametrów skrawania.

Doświadczenia wynikające ze współpracy firm Volkswagen Motor Polska i Gühring pokazują także, że prawidłowe wykorzystywanie chłodzenia MQL niesie ze sobą pewne dodatkowe wymagania i utrudnienia:

- system MQL musi być poddawany kalibracji przynajmniej raz na 6 miesięcy,
- narzędzia stosowane w procesie muszą spełniać bardziej wymagające normy jakościowe,

- wyposażenie dodatkowe, takie jak oprawki i ich elementy składowe, musi być odpowiednio dobrane i kontrolowane,
- bardziej pracochłonne jest utrzymanie odpowiedniej czystości samych obrabiarek.

Nie mniej jednak ewidentne korzyści wynikające ze zmiany systemu chłodzenia są w stanie z nawiązką zrekompensować te niedogodności.

LITERATURA

1. Materiały informacyjne firmy VWMP.
2. Dreher P. „Minimum-Quantity-Lubrication by Guhring”. Materiały informacyjne firmy Gühring (2015).
3. Strojny M. „GM300 – MQL Program. Rozwiązania dostosowane do chłodzenia mgłą olejową”. *Mechanik*. Nr 5–6 (2014): s. 406–407.