

STRESZCZENIE PRACY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Marta Janik

„Opracowanie wysokowydajnej technologii wytwarzania zaworu silnikowego ze stali chromowo-niklowej przeznaczonego dla samochodów ciężarowych”

Praca dotyczy opracowania udoskonalonej technologii wytwarzania zaworów do samochodów ciężarowych ze stali chromowo – niklowej. Odkuwka tego typu wytwarzana jest w dwóch operacjach, tj. wyciskanie współbieżne długiego trzonka, a następnie kucie w matrycach zamkniętych głowy zaworu. Trudność w przetwarzaniu materiału wsadowego (stali Nireva) wynika z obecności licznych węglików chromu występujących na granicach ziaren austenitu oraz wydzielen pierwotnych węglikoazotków równomiernie rozmieszczonych w osnowie austenitycznej. Obróbka plastyczna jest trudna do opanowania, głównie ze względu na zwiększoną adhezję materiału wsadowego do podłoża narzędzia oraz blokowanie się przedkuwki w oczku matrycy wstępnej. Brak powtarzalności w eksploatacji matrycy z I operacji waha się od 1 szt. do około 2500 szt. odkuwek. Sporym problemem w procesie produkcji jest również stosunkowo niska trwałość oraz brak powtarzalności w eksploatacji stempla stosowanego w II operacji kucia, w której kluczowym elementem decydującym o jego dalszej eksploatacji jest obszar tzw. ”kaloty”, w której dochodzi do odpuszczenia materiału, powodując jej odkształcenie plastyczne, utratę wysokości i wycofanie z procesu. Niska trwałość narzędzi wynika z bardzo trudnych warunków eksploatacyjnych panujących w procesie kucia (cykliczne, wysokie obciążenia mechaniczne i termiczne, długa droga tarcia i inne). Na podstawie przeprowadzonych badań, obejmujących: analizę technologii, modelowanie numeryczne, badania makro połączone ze skanowaniem 3D wykrojów narzędzi oraz badań mikrostrukturalnych, pomiarów twardości stwierdzono, że kluczowy jest poprawny dobór parametrów procesu (czas przebywania w induktorze materiału wsadowego, narzędzia, warunki pracy), bowiem nieznaczne ich zmiany znacząco wpływają na czas eksploatacji narzędzi kuźniczych. W analizowanym procesie kluczowe są dwa narzędzia: matryca z I operacji oraz stempel z II operacji. Przeprowadzono szczegółową analizę zużycia matrycy wstępnej. Badania wykazały obecność śladów zużycia ściernego, silnie rozwiniętą siatkę pęknięć zmęczenia cieplno - mechanicznego oraz ślady zużycia adhezyjnego i deformacji plastycznej na powierzchni matrycy. Następnie przeprowadzono analizę zużycia stempla. Zaobserwowano pęknięcia zmęczeniowe u podstawy kaloty, występowanie efektu przyklejania materiału odkuwki do powierzchni narzędzi, a przede wszystkim odkształcenia plastyczne kaloty. Na tej podstawie oraz po kompleksowej analizie procesu postawiono następującą tezę: „poprzez zastosowanie wybranych metod poprawy trwałości, takich jak: zwiększenie grubości warstwy azotowanej na matrycy wstępnej, wstępne kształtowanie kaloty i chłodzenie

stempla w drugiej operacji, a także wydłużenie czasu nagrzewania materiału wsadowego można znacząco zwiększyć trwałość narzędzi kuźniczych, co przyczyni się do udoskonalenia obecnej technologii oraz zwiększenia wydajności procesu kucia zaworów wykonanych ze stali chromowo – niklowej”. Znając mechanizmy zużycia występujące na badanych narzędziach zaproponowano następujące metody poprawy trwałości dla matrycy wstępnej: dobór materiału narzędziowego z grubością warstwy azotowanej 0,2 mm, zastosowanie technik inżynierii powierzchni (laserowanie, powłoka PVD, azotowanie), dobór kształtu matrycy za pomocą modelowania numerycznego, nagrzewanie materiału wsadowego. Dla stempla analizowano następujące metody: dobór materiału narzędziowego, zmiana technologii wytwarzania kaloty oraz chłodzenie stempla. Przeprowadzone badania w warunkach przemysłowych wykazały, że spośród tych metod w produkcji seryjnej najlepsze będą: dla matrycy w I operacji zastosowanie stali do pracy na gorąco QRO90 Supreme z grubością warstwy azotowanej 0,2 mm, dla stempla w II operacji jego chłodzenie oraz wstępne kształtowanie kaloty w I operacji. Wdrożenie wyników badań do procesu produkcyjnego pozwoliło na zwiększenie trwałości o 60% dla stempla oraz o 100% dla matrycy wstępnej, a tym samym udowodnienie postawionej tezy pracy. Dodatkowo zostanie uruchomiona nowa technologia grzania materiału wsadowego w nagrzewnicy indukcyjnej obejmująca nagrzewanie i wygrzewanie wsadu. Kierunkiem dalszych badań będzie zastosowanie w procesie produkcyjnym narzędzi wykonanych z węglików spiekanych. Ponowne przetestowanie narzędzi węglkowych nastąpi po uruchomieniu prasy wyposażonej w czujniki potwierdzające poprawne ułożenie przedkuwki w drugim gnieździe. Zaimplementowana część rozwiązań w procesie produkcyjnym znacznie poprawiła jego efektywność oraz wpłynęła na poprawę jakości wytwarzanych komponentów.