

Projektowanie narzędzi do nagniatania otworów w cylindrach hydraulicznych z wykorzystaniem systemów komputerowych

Designing tools for burnishing holes in the hydraulic cylinders with use of the computer systems

HENRYK CZARNECKI
MICHAŁ TAGOWSKI
ANDRZEJ ZABORSKI
HUBERT MICHALCZUK *

Materiały z XX SKW PWiE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.118

Prezentowano rozwiązania konstrukcyjne głowicy nagniatającej oraz głowicy nagniatająco-skrawającej do obróbki otworów cylindrów hydraulicznych dla górnictwa z wykorzystaniem programów CAD. Przedmiotowe głowice zostały wdrożone w produkcji. Omówiono również sposób przeniesienia dokumentacji do bazy oprzyrządowania do nagniatania, opracowany przez zespół naukowy w ITM Politechniki Częstochowskiej.

SŁOWA KLUCZOWE: głowice do nagniatania cylindrów, systemy komputerowe

The paper presents design solutions of burnishing and boring-burnishing heads, developed for holes machining in the hydraulic cylinders for mining industry, with use of CAD software. Both types of head have been implemented in production process. It also discusses the way of transfer of technical drawings and documentation created during design process into database of burnishing tools. The database was created by scientific team at ITM of Czestochowa University of Technology as an aid for tool design development.

KEYWORDS: burnishing tools for cylinders, computer aided manufacturing CAD

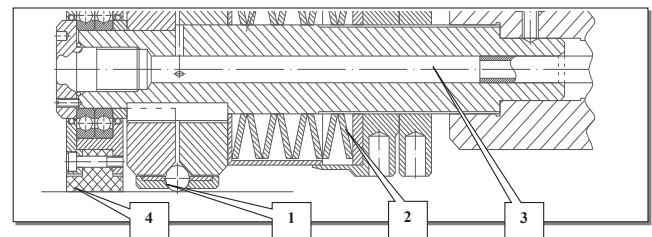
Wymogi jakościowe oraz konieczność zmniejszania kosztów produkcji stwarzają nowe uwarunkowania do działania na wszystkich etapach jej realizacji. Związane jest to ze zwiększeniem jakości i efektywności wytwarzania. Obserwujemy intensywne poszukiwania zarówno nowych materiałów konstrukcyjnych, jak również efektywnych technologii zapewniających spełnienie określonych wymogów rynkowych. Ważnym etapem w procesie przygotowania produkcji oprócz opracowania optymalnego procesu technologicznego jest projektowanie narzędzi specjalnych do realizacji nowoczesnych procesów obróbki. Taką technologią jest nagniatanie, do realizacji którego konieczne są narzędzia konstruowane do obróbki określonych części realizowanych w konkretnych warunkach obróbki na wytypowanej obrabiarce. Jak dotychczas jest to jeden z czynników hamujących wykorzystanie tej technologii do kształtowania warstwy wierzchniej charakteryzującej się zwiększoną odpornością eksploatacyjną. Powierzchnie cylindrów hydraulicznych muszą zapewnić niezawodną współpracę z elementami uszczelniającymi tłok-cylinder wykonanymi najczęściej z materiałów gumowych czy też polimerowych. Stąd powinna charakteryzować się strukturą geometryczną powierzchni o nierównościach z dużymi promieniami zaokrągleń wierzchołków. Taki wymóg doskonale gwarantuje zastosowanie do obróbki wykańczającej technologii nagniatania.

Często również łączy się nagniatanie z równoczesnym wytaczaniem otworu, co skutkuje zmniejszeniem czasu wykonania, ale wymaga specjalnych głowic skrawająco-nagniatających [4, 5]

Głowica nagniatająca do otworów

W celu dokonania obróbki otworu nagniataniem skonstruowano i wykonano przyrząd (rys. 1), w którym ze względu na minimalizację sił nagniatania jako element nagniatający zastosowano kulki (1). Przyrząd zapewnia możliwość regulacji siły docisku kulek poprzez układ sprężynowy (2), co zapewnia regulację siły nagniatania. W celu zapobieżenia możliwości dostania się wiórów pozostałych po wytaczaniu otworu pod kulki, w przedniej części narzędzia usytuowano zgarniacz (3). Kanał (4) pozwala na doprowadzenie cieczy smarująco-chłodzącej do strefy obróbki przez pompę lub za pośrednictwem zbiornika umieszczonego wyżej niż przyrząd.

Przy tym rozwiązaniu otwór pod nagniatanie musi być przygotowany w odrębnym zabiegu w taki sposób, aby błędy kształtu i falistości były minimalne.



Rys. 1. Przyrząd do nagniatania powierzchni wewnętrznych cylindrów hydraulicznych, 1 – kulka nagniatająca; 2 – układ sprężyn regulujących siłę docisku; 3 – kanał doprowadzający ciecz smarującą; 4 – zgarniacz



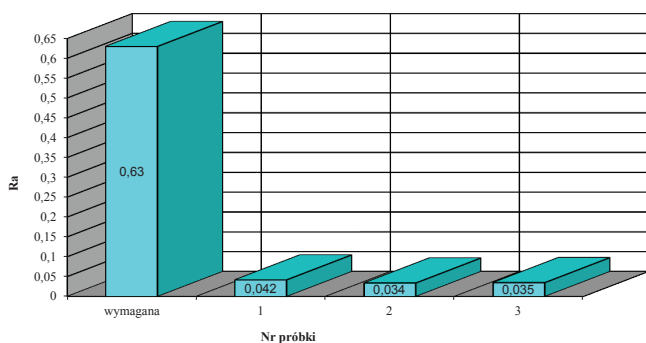
Rys. 2. Przyrząd nagniatający w trakcie pracy: 1 – tuleja cylindra, 2 – kulki nagniatające

* Dr hab. inż. Henryk Czarnecki (czarneck@itm.pcz.pl); dr inż. Michał Tagowski (michalt@itm.pcz.pl); dr hab. inż. Andrzej Zaborski prof. PCZ (zaborski@itm.pcz.czyst.pl); mgr inż. Hubert Michalczuk (hubertmichalczuk@poczta.onet.pl) – ITM Politechnika Częstochowska

Tak przygotowane powierzchnie poddaje się procesowi nagniatania, co obrazuje zdjęcie (rys. 2), na którym widzimy przyrząd w początkowej fazie pracy podczas nagniatania otworu.

W tym przypadku jest to cylinder hydrauliczny wykonany ze stopu aluminium PA9 w stanie umocnienia wydzielinowego o twardości 170 HB. Cylindry te mogą być wykonane z powłoka tlenkową o twardości dochodzącej do 600 HB [1, 2].

Otrzymane rezultaty nagniatania pozwalają określić podstawowy wskaźnik chropowatości dla tego rodzaju konstrukcji (rys. 3). Topografia nierówności charakteryzuje się regularnym rozkładem występów nierówności, a powierzchnia ma lustrzany połysk [1, 2].

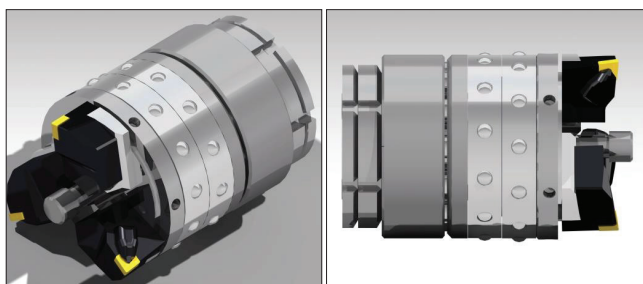


Rys. 3. Porównanie parametru Ra – wymaganego i otrzymanego podczas nagniatania otworów w próbkach 1, 2 i 3 [1]

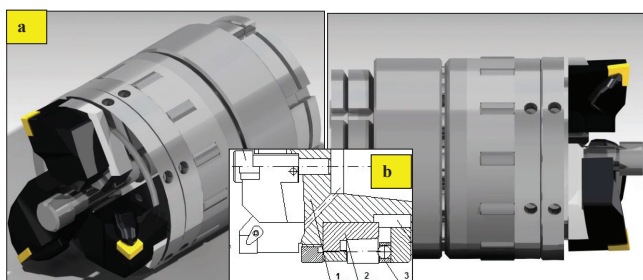
Głowice skrawająco-nagniatające

Następnymi rozwiązaniami konstrukcjami są głowice do jednoczesnego wytaczania i nagniatania otworów siłowników hydraulicznych stosowanych przy obudowach górniczych (rys. 4, 5). Proces jest realizowany na specjalnej obrabiarce, gdzie głowica jest mocowana na wytaczadle i wykonuje ruch obrotowy.

Głowice w części przedniej posiadają trzy suwaki mocujące wielostrzowe płytki skrawające pozwalające optymalizować posuw i tym samym wydajność procesu. Suwaki te umożliwiają również precyzyjne ustawienie średnicy wytaczanego otworu i ewentualny podział nadkładu na wytaczanie. Część nagniatająca jest zaproponowana w dwóch wariantach zastosowanych elementów nagniatających, tj. kulek (rys. 4) i rolek (rys. 5). Zastosowane kulki łożyskowe są łatwe do kupienia, natomiast rolki wymagają dodatkowego ich przygotowania.



Rys. 4. Widok głowicy skrawająco-nagniatającej z kulkami jako elementem nagniatającym



Rys. 5. Widok głowicy skrawająco-nagniatającej z rolkami jako elementem nagniatającym (a) i fragment rozwiązania konstrukcyjnego (b), gdzie: 1 – korpus, 2 – bieżnia rolek, 3 – koszyk z kulkami łożyska oporowego [4]

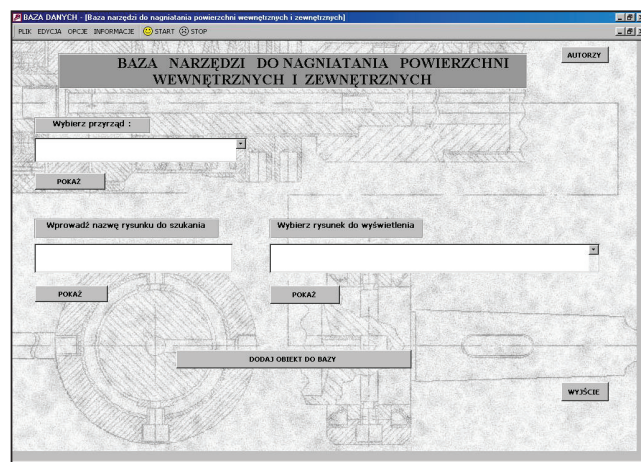
(rys. 5). Zastosowane kulki łożyskowe są łatwe do kupienia, natomiast rolki wymagają dodatkowego ich przygotowania.

Głowice zostały wykonane przedmiotowo i wdrożone w jednym z zakładów produkujących takie siłowniki.

Budowa aplikacji „Baza przyrządów do nagniatania”

Opracowana dokumentacja konstrukcyjna stanowi podstawę do wykonania prezentowanych głowic. Posłużyła również do przeniesienia rozwiązania do bazy przyrządów do nagniatania opracowanej w zespole naukowym zajmującym się nagniataniem w Instytucie Technologii Mechanicznych Politechniki Częstochowskiej.

Aplikacją jest komputerowa baza narzędzi do nagniatania powierzchni (rys. 6), zawiera pełną dokumentację konstrukcyjną (rysunki zestawieniowe i wykonawcze poszczególnych części) z wykorzystaniem środowiska Auto Cad i zapewnia możliwość modyfikacji poszczególnych rozwiązań.



Rys. 6. Formularz menu głównego [6]

Podsumowanie

Opracowane konstrukcje narzędzi do nagniatania powierzchni wewnętrznych tulei cylindrów hydraulicznych i ich wykonanie w pełni potwierdziły możliwość nagniatania powierzchni cylindrów ze stopu aluminium w stanie umocnienia. Konstrukcja stanowi sztywny układ dzięki zastosowaniu nowego rozwiązania wywierania siły. Ponadto uzyskane wyniki wdrożeniowe pozwalają stwierdzić, że zastosowanie tej technologii gwarantuje – przy zmniejszonych kosztach obróbki – otrzymanie wymaganej chropowatości i dokładności nagniatanych powierzchni.

LITERATURA

1. Czarnecki H., Tubielewicz K., Kwieciński D. „Nagniatanie powierzchni aluminiowych”. *Studia i Materiały*, t. XX, nr 2, 2002, *Seria: Technologia budowy maszyn*. Prace Naukowe Instytutu Badań i Ekspertyz Naukowych w Gorzowie Wielkopolskim, ISSN 0860-7761.
2. Czarnecki H., Tubielewicz K. *Sprawozdanie z pracy „Konstrukcja i wykonanie przedmiotowe oprzyrządowania do nagniatania powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych tulei cylindrów hydraulicznych”*, ITMIAP i KOMAG, 2001 – materiały do użytku wewnętrznego.
3. Czarnecki H., Tubielewicz K. „*Technologia nagniatania aluminiowych cylindrów hydraulicznych. Współczesne problemy w technologii obróbki przez nagniatanie*”. Pr. zbior. pod red. Włodzimierza Przybylskiego. Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Gdańsk 205, s. 83+90.
4. Czarnecki H., Zaborski A. „*Opracowanie konstrukcji głowicy skrawająco-nagniatającej do nagniatania cylindrów hydraulicznych*”. Dokumentacja i sprawozdanie do użytku zakładu i Instytutu, Częstochowa 2015.
5. Przybylski W. „*Technologia obróbki nagniataniem*”. WNT. Warszawa 1987.
6. Czarnecki H., Musialik J., Tubielewicz K. „Komputerowa baza przyrządów do nagniatania”. *Zeszyty Naukowe Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej*, nr 34/2004, s. 23+32.