

Doc. dr inż. Aleksandr Draczow
 Państwowy Uniwersytet Techniczny w Togliatti, Rosja
 Doc. dr inż. Georgij Taranenko
 Narodowy Uniwersytet Techniczny w Sewastopolu, Ukraina
 Prof. dr hab. inż. Wiktor Taranenko
 Dr hab. inż. Antoni Świć, prof. nazw.
 Politechnika Lubelska

STEROWANIE DOKŁADNOŚCIĄ OBRÓBKĄ ELEKTROCHEMICZNEJ WAŁÓW DŁUGOWYMIAROWYCH

Opisano system automatycznego sterowania procesem obróbki elektrochemicznej wałów o małej sztywności, minimalizujący poziom osiowych naprężeń szczątkowych w wyniku trawienia warstwy metalu kęsa (wlewka) o zmiennej grubości oraz zmniejszający odkształcenie kęsa (wlewka).

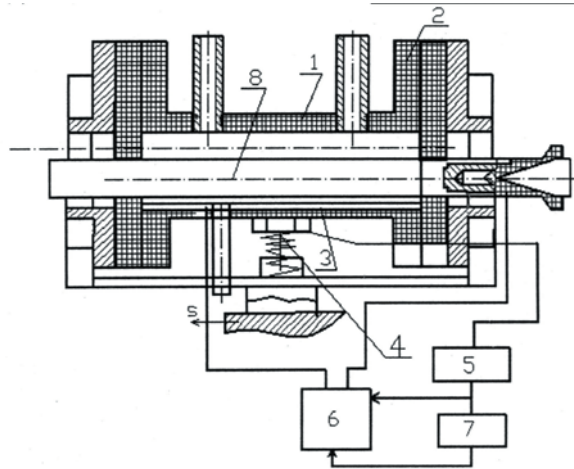
QUALITY CONTROL OF LONG SHAFTS ELECTROCHEMICAL PROCESSING

Automatic control system for the electrochemical machining process of low rigid shafts is described. The system minimizes axial residual stress level by the pickling metal variable layer to billet profile and provide decrease of billet distortion.

Zwiększenie dokładności obróbki wałów osiowosymetrycznych o małej sztywności jest zadaniem złożonym, pomimo wysokiego poziomu technologicznego urządzeń stosowanych w przemyśle maszynowym [1, 2]. Zagwarantowanie niezmienności kształtu geometrycznego części osiowosymetrycznych jest dotychczas problemem nierozwiązanym. Złożoność zagadnienia wynika z nierównomiernego rozkładu naprężeń szczątkowych w materiale części i procesu relaksacyjnego naprężeń szczątkowych, zachodzącego niejednocześnie w całej objętości materiału gotowych części.

W celu likwidacji dziedziczności technologicznej przy obróbce mechanicznej i minimalizacji poziomu naprężeń szczątkowych proponuje się technologiczną metodę sterowania automatycznego stabilizującą kształt wałów długowymiarowych.

Istota rozwiązania technologicznego polega na dokonaniu rozkładu w powierzchniowej warstwie półfabrykatu w procesie obróbki elektrochemicznej wału o małej sztywności osiowych naprężeń szczątkowych i osiowych naprężeń ściskających. Zmienna warstwa materiału, zgodnie z zarysem półfabrykatu w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu, poddawana jest wytrawianiu w taki sposób, aby w powierzchniach warstwy półfabrykatu z wypukłej jego strony powstały ściskające osiowe naprężenia szczątkowe o mniejszej wartości niż ze strony wklęsłej. Taki rozkład naprężeń szczątkowych zachodzi, dlatego, że przy zwiększeniu ugięcia półfabrykatu wału proporcjonalnie zwiększa się amplituda prądu o przebiegu sinusoidalnym i okresie równym czasowi jednego obrotu półfabrykatu. Z wypukłej strony półfabrykatu zdejmowany jest, więc większy naddatek niż z wklęsłej – w powstałej warstwie powierzchniowej półfabrykatu ma miejsce równomierne zmniejszenie osiowych naprężeń szczątkowych w stosunku do początkowych.



Rys. 1. Urządzenie do obróbki elektrochemicznej długowymiarowych wałów o małej sztywności

Na rys. 1. przedstawiono schemat funkcjonalny zautomatyzowanego urządzenia do obróbki elektrochemicznej długowymiarowych wałów o małej sztywności.

Układ sterowania automatycznego wymiarową obróbką elektrochemiczną wałów o małej sztywności zawiera wannę elektrolityczną 1, elektrodę 2 zamocowaną wewnątrz wanny i obwód sterowania źródłem prądu, zawierający szeregowo połączone czujniki 3 kontroli ugięcia części rozmieszczone naprzeciwko elektrody 2, dociskane sprężyną 4 do wanny elektrolitycznej, blok obliczeniowy 5, blok sterowania 6, którego wyjście jest podłączone do źródła prądu 7. Zautomatyzowane urządzenie do wymiarowej elektrochemicznej obróbki pracuje w sposób następujący. Obrobiony wstępnie wał 8 umieszczany jest wannie elektrolitycznej 1 jako jedna z elektrod w zależności od tego, jaki (anodowy lub katodowy) proces obróbki elektrochemicznej będzie realizowany. Następnie wał 8 przez tuleje dielektryczne ustawiany jest w kłach tokarki, a wanna elektrolityczna 1 z luzem promieniowym poprzez oprawkę w suporcie. Wanna 1 uzyskuje posuw wzdłużny od suportu tokarki, a wał obrabiany 8 wprawiany jest w ruch obrotowy. Po włączeniu prądu elektrycznego, między elektrodami 2 i 8, realizowany jest proces obróbki elektrochemicznej. Przy ugięciu wału 8 wanna elektrolityczna 1 oraz wał 8 przemieszczają się w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu. Czujnik 3 kontroli ugięcia wału generuje sygnał elektryczny proporcjonalny do wielkości amplitudy prądu zmieniającego się harmonicznym z uwzględnieniem napływających danych o wielkości ugięcia wału obrabianego 8 i wielkości współczynnika proporcjonalności, określonego w oparciu o dane eksperymentalne. Sygnał proporcjonalny do wielkości amplitudy prądu z bloku obliczeń 5 przesyłany jest do bloku sterowania 6, określającego sygnał sterujący podawany na źródło prądu 7. Źródło prądu 7 zmienia wielkość prądu technologicznego według zależności harmonicznej, zgodnie z okresem równym czasowi jednego obrotu wału o małej sztywności 8 i amplitudą prądu, proporcjonalnie do ugięcia wału w miejscu, gdzie znajduje się wanna elektrolityczna 1.

Na zautomatyzowanym stanowisku przeprowadzono badania eksperymentalne obróbki elektrochemicznej próbek laboratoryjnych. Obrabiano wał o małej sztywności o średnicy $d = 30$ mm i długości $L = 800$ mm ze stali nierdzewnej 12X18H10T, o ugięciu $y = 1,0$ mm po obróbce tokarskiej przy parametrach skrawania: głębokość $a_p = 0,7 \div 1$ mm, $n = 400$ obr./min. i $f = 0,109$ mm/obr. Wstępnie ustalono, na podstawie badań eksperymentalnych, rozkład osiowych naprężeń szczytkowych w warstwie powierzchniowej

wału i określono współczynnik proporcjonalności $k = 6,76$. Również w oparciu o uzyskane dane określono znak i intensywność naprężeń szczątkowych; w warstwie powierzchniowej powstały ściskające naprężenia osiowe o wielkość równej 588 N/mm^2 do głębokości $0,15 \text{ mm}$. Anodowe rozpuszczanie zachodziło w elektrolicie – roztworze wodnym soli kuchennej o koncentracji 250 g/l przy dostatecznie dużym luzie międzyelektrodowym równym 4 mm , co umożliwiło otrzymanie dokładności zdejmowania materiału $0,008 \text{ mm}$. Obróbka była wykonywana przy napięciu technologicznym 23 V i stałym natężeniu prądu 300 A , które mierzono zgodnie z przebiegiem sinusoidalnym przy występowaniu ugięcia części. Wanna elektrolityczna 1 przemieszczała się z posuwem $f = 0,21 \text{ mm/obr.}$, a wał obracał się z prędkością $n = 200 \text{ obr./min}$. Na końcach wału zdejmowany był równomierny naddatek $a_{p0} = 0,12 \text{ mm}$, co odpowiadało wielkości osiowych naprężeń szczątkowych $\sigma_0 = 138 \text{ N/mm}^2$ w pozostałej warstwie powierzchniowej. W miejscu wału o ugięciu $y = 1,5 \text{ mm}$, wielkość amplitudy prądu o przebiegu sinusoidalnym określona i wynosi $I_0 = 10,1 \text{ A}$, a zmiana prądu technologicznego była równa $I = 20,2 \text{ A}$. W wyniku odpowiedniej zmiany prądu był zdejmowany zmienny naddatek według zarysu części w przekroju prostopadłym do osi obrotu. Ze strony wypukłej zdjęto warstwę materiału $a_{p1} = 0,13 \text{ mm}$, a z wklęsłej $a_{p2} = 0,11 \text{ mm}$. Naprężenia szczątkowe były odpowiednio równe: z wypukłej strony $\sigma_1 = 98 \text{ N/mm}^2$, z wklęsłej $\sigma_2 = 176 \text{ N/mm}^2$. Wielkość ugięcia wału po obróbce była równa $y = 0,02 \text{ mm}$.

Proponowana metoda elektrochemicznej obróbki wymiarowej części o małej sztywności umożliwia sterowanie drganiami wału.

LITERATURA:

1. Байсупов И.А. Электрохимическая обработка металлов. Издание: второе, переработанное и дополненное. М. Машиностроение 1988.
2. Электрохимическая обработка металлов: Учеб. пособие для техн. уч- /И.А. Байсупов, 152 с. ил. 21 см., М. Высш. школа 1981.