

Analiza oporów tarcia podczas przejścia blachy przez próg ciągowy w procesie tłoczenia blach

Streszczenie

Próg ciągowy stosowany podczas procesu tłoczenia blach służy do ograniczenia płynięcia materiału w określonych obszarach kształtowanej wytłoczki. Podczas przejścia blachy przez próg materiał jest jednocześnie odkształcany plastycznie i podlega oddziaływaniu oporów tarcia. Problem oddzielenia oporów tarcia od całkowitego oporu przejścia blachy przez próg ciągowy rozwiązano przez zastosowanie specjalnego symulatora progu cięgowego montowanego na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej.

Celem badań wstępnych była weryfikacja wstępnej tezy, że szerokość próbki decyduje o różnym sposobie odkształcenia blachy, wpływając na zmianę powierzchni kontaktu blachy z wałkami symulatora oraz wartość parametrów siłowych procesu tarcia. Celem badań podstawowych była weryfikacja tezy głównej, że dla blachy wykazującej anizotropię własności mechanicznych, kierunkowość topografii powierzchni, a także ze względu na sposób odkształcania blachy na progu cięgowym, konieczne jest zastosowanie trójwymiarowego modelu progu cięgowego oraz blachy, dla uzyskania wiarygodnych wyników numerycznych procesu przejścia blachy przez symulator progu cięgowego. Do realizacji celu pracy przeprowadzono badania eksperymentalne oraz symulacje numeryczne metodą elementów skończonych w programie Msc.Marc Mentat. Materiałem badawczym była blacha stalowa niskowęglowa do obróbki plastycznej na zimno DC04. Bazując na wynikach badań eksperymentalnych wyznaczenia wartości współczynnika tarcia zrealizowanych przy różnych warunkach smarowania, różnych wysokościach progu cięgowego i dla różnych szerokości próbek zbudowano model zmian oporów tarcia za pomocą sztucznych sieci neuronowych. Dodatkowe analizy sprężynowania materiału blachy oraz analizy zmian topografii powierzchni w tym za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego pozwoliły na kompleksową analizę zjawisk zachodzących podczas przejścia blachy przez symulator progu cięgowego. Zakres prac uwzględniał również wykonanie rzeczywistego modelu tłoczni z progami cięgowymi w celu weryfikacji oporów tarcia otrzymanych za pomocą symulatora progu cięgowego. Wyniki badań, zamieszczone w pracy, mogą być wykorzystane do definiowania wartości współczynnika tarcia w symulacjach procesu kształtowania blach uwzględniających rzeczywistą geometrię progów cięgowych.

An analysis of frictional resistance during sheet metal passing through the draw bead in the sheet metal forming process

Summary

The aim of the draw bead used during the sheet metal forming process is to restrain the flow of material in the specific areas of the drawpiece formed. During the passing of the sheet through the draw bead, the material is simultaneously plastically deformed and subject to frictional resistance. The problem of separating the frictional resistance from the total resistance of the sheet passing through the draw bead was solved by using a special simulator mounted on a universal testing machine.

The purpose of the preliminary tests was to verify the initial thesis that the width of the sample determines the different way of deformation of the sheet over the draw bead, affecting the change of contact surface of the sheet with the rollers of simulator and the value of force parameters of the friction process. The main objective of the fundamental investigations was to verify the main thesis that for sheet metal that exhibits anisotropy of material properties, directionality of surface topography, and also due to the way of deformation of sheet metal on a draw bead, it is necessary to use a three-dimensional model both of a draw bead and sheet to obtain reliable numerical results of the sheet flow through the draw bead simulator. The experimental investigations and numerical simulations using the finite element method in the Msc.Marc Mentat program were carried out to achieve the purpose of the thesis. The research material was low-carbon DC04 steel sheet for cold forming. Based on the results of experimental investigations of the determination of friction coefficient values realized with different lubrication conditions, different heights of the draw bead and for different sample widths, a model of friction resistance changes was developed using artificial neural networks. The additional analyzes of the springback of the sheet material and the analysis of surface topography changes, including the use of the scanning electron microscope, allowed for a comprehensive analysis of phenomena occurring during the passing of the sheet through the draw bead simulator. The scope of works also included the fabrication of the stamping die model with the draw beads in order to verify the frictional resistances obtained with the use of the draw bead simulator. The investigations results, included in this work, can be used to define the friction coefficient values in simulations of the sheet forming process that taking into account the real geometry of the draw beads.