

JAN SIŃCZAK

Kucie dokładne

Streszczenie

W pracy przedstawiono proces kucia matrycowego, który jest nowoczesną technologią wytwarzania detali maszyn i urządzeń spełniającą wymagania jakości finalnych produktów przy minimalnym zużyciu wsadu. Kucie dokładne jest sposobem wykonywania odkuwek spełniających wymagania kształtu i wymiarów. Celem tego procesu jest uzyskanie wyrobu o wymiarach gotowego produktu, lub o wymiarach, które wymagają tylko nieznacznej obróbki skrawaniem. Mimo że proces kucia należy do najstarszych metod wytwarzania wyrobów z metali, a tym samym jest stosunkowo dobrze poznany, jednak wymagania stawiane dokładności przez odbiorców wymuszają nowe rozwiązania.

Tradycyjnym procesem kucia dokładnego jest spęczanie łbów śrub na zimno oraz wyciskanie na zimno. W większości przypadków kucie dokładne odbywa się w matrycach zamkniętych, co pozwala na lepszą kontrolę procesu. Kucie dokładne stosuje się dla stali oraz stopów na bazie glinu, tytanu, miedzi oraz dla stopów specjalnych. Ogólne zasady procesu kucia dokładnego dla wszystkich metali i stopów są podobne. W tej pracy zagadnienia kucia dokładnego odnoszą się głównie do stali i stopów specjalnych.

W kolejnych rozdziałach omówiono zagadnienia związane z procesem przygotowania powierzchni wsadu do kucia dokładnego i proces cięcia. Pominięto natomiast szczegóły związane z procesem nagrzewania wsadu, gdyż są opisane w dostępnej literaturze. Z tego samego względu nie omawiano również procesu kucia dokładnego na zimno. Szczególną uwagę zwrócono na niekonwencjonalne procesy kucia dokładnego na gorąco materiałów czułych na prędkość odkształcenia, tj. kucie w warunkach izotermicznych i kucie materiałów nadplastycznych. Omówiono również proces kucia na półgorąco z uwzględnieniem kryteriów odkształcalności materiałów w temperaturze obniżonej względem tradycyjnego procesu kucia na gorąco. Dużą dokładność wymiarów odkuwki, przy jednocześnie niskich naciskach jednostkowych, podobnie jak przy kuciu w warunkach nadplastycznych, uzyskuje się w procesie *tiksoformingu* przedstawionym w rozdziale ósmym. Omówiono również zagadnienia podwyższenia dokładności wymiarów odkuwek kutej tradycyjnie przez zastosowanie dogniatania.

Przedstawiono także wiele przykładów konstrukcji narzędzi i rozwiązań technologii kucia w oparciu o modelowanie:

- fizyczne,
- numeryczne.

Modelowanie numeryczne procesów kucia oparto na metodzie elementów skończonych z wykorzystaniem programu komercyjnego QForm3D. Ponieważ kucie dokładnie opiera się na procesie wyciskania, dlatego omówiono podstawy tego procesu oraz jego zastosowanie w praktyce przemysłowej. Dla omawianych procesów technologicznych zwrócono szczególną uwagę na kinematykę płynięcia metalu i dobór wielkości maszyn kuźniczych poprzez wyznaczenie wielkości siły nacisku i porównanie z siłą wymaganą w procesach alternatywnych, głównie w konwencjonalnym procesie kucia.

Zakres poruszonych zagadnień kucia dokładnego wybrano ze względu na brak ich dostępności w polskich opracowaniach. Książka jest przeznaczona dla studentów i techników projektujących procesy kucia prowadzane obecnie w głębokim przetwórstwie.

Summary

The work presents modern manufacturing technology for components of machines and devices by means of impression-die forging, which ensures meeting quality requirements of finished parts, at minimum consumption of forging stock. The term “precision forging” does not define any specific forging process, rather, it describes means of manufacturing forgings which should meet requirements of defined shape and dimensions. The aim of this process is obtaining a finished forging of final dimensions equal to those of final product, or dimensions which only need insignificant machining.

Although forging techniques are the oldest methods of shaping metals and, as such, they are well known, ever-increasing performance requirements call for new technological solutions. Traditional process of precision forging is upsetting of heads of bolt and extrusion in cold working temperatures. In most cases precision forging processes are realised in closed dies, which allow better control of the process. The processes of precision forging are adopted for steel, alloys of aluminium, copper, titanium and special alloys. General principles of precision forging for all of these materials are similar. This work treats of problems associated with near-net forging in regard to steels and special alloys.

In following chapters problems concerning preparation of surface of stock for precision forging and precision cutting problems are addressed, unlike forging stock heating problems, which are widely described in available literature. For the same reason, precision cold forging processes are not included. Special attention is directed towards unconventional precision hot forging of strain-rate sensitive materials, which includes forging in isothermal and superplastic conditions. In addition to hot forging, warm forging processes, with workability criteria for forging at lower than conventional working temperatures taken into consideration, are discussed. High dimensional accuracy, accompanied by low unit pressure values, similarly to superplastic forging processes, are also obtained in thixoforming process. Therefore, the process is also described. Improvement of dimensional accuracy of parts manufactured in conventional forging process by means of coining is also mentioned.

Numerous examples of tools designs and forging technology solutions are presented, based on physical and numerical modelling. Numerical modelling of presented forging processes based on the finite element method was conducted with a use of commercial code QForm3D. As most of precision forging processes are realized by means of extrusion, basics of this process and its application in industrial practice are also discussed. In the presented examples of technological solutions, attention was focused mostly on metal flow

kinematics and selection of proper capacity forging equipment by means of estimation of forging load and comparison with that of alternative technologies, such as conventional forging process. Selection of discussed topics concerning precision forging was based on gaps observed in this field in native literature. The handbook is addressed to students and forging engineers designing modern forging technologies currently implemented in secondary processing processes.