جامعة الموصل

كلية الهندسة

تصميم وتصنيع القالب الأفضل لإنتاج قارنات من الصلب الطري باستخدام عملية الطرق على الساخن

ذنون لقمان ذنون العطار

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة الميكانيكية/هندسة ميكانيكية

بإشراف

م.د. محمد نجيب عبدالله

1444هـ 2022 م

الخلاصة

تُعدُّ عملية تشكيل المعادن من عمليات التصنيع المهمة للغاية، اذ تتمتع بأهمية صناعية بين عمليات الإنتاج المختلفة نظرًا لمزاياها مثل الفعالية من حيث التكلفة، الخصائص الميكانيكية المحسنة، الإنتاجية العالية وتوفير المواد بشكل كبير. إن عملية التشكيل الحجمي تحسن من المقاومة الميكانيكية للمعدن المشكل وذلك لأنها تؤدي الى تصغير حجم الحبيبات وتنعيمها، فضلا عن أن المنتجات المشكلة تكون عادة خالية من المسامات والفجوات. عمليات تشكيل المعادن تتطلب تقدير بعض العوامل المؤثرة في جودة المنتج كالحمل للوصول الى أفضل تصميم للقالب. تُعدُّ عملية التشكيل بالحدادة من احدى عمليات التشكيل المهمة والتي يتم فيها تشكيل المعدن بواسطة قوى ضغطية تسلط بواسطة مكائن الطرق او مكائن كبس.

إن الهدف من هذا البحث هو تصميم وتصنيع أفضل قالب معدني لإنتاج قارنة مشفهة من الصلب الطري بعملية التشكيل بالطرق على الساخن في قالب مغلق. تم باستخدام المحاكاة للوصول الى أفضل تصميم لقالب تشكيل القارنة من خلال دراسة احمال التشكيل، الاجهادات، الانفعالات، حركة حبيبات المعدن للحصول على معدل انسياب جيد للمعدن داخل تجويف القالب والتنبؤ بالعيوب قبل حدوثها، ثم تصنيع القالب الأفضل وتنفيذ عملية التشكيل بالطرق على الساخن عملياً.

تضمنت هذه الدراسة تصميم مجموعة من القوالب الخاصة لتشكيل القارنة المشفهة باستخدام برنامج (Auto CAD 2010) ، ثم استخدم برنامج محاكاة (DEFORM 3D) لتنفيذ عملية التشكيل بالطرق على الساخن لجميع هذه القوالب وعددها (25) قالباً لاختيار أفضل تصميم لقالب التشكيل من خلال اجراء تغيير في منطقة خروج المعدن الزائد وكذلك في منطقة التقاء القالب العلوي بالقالب السفلي في منتصف تجويف القالب، حيث يوجد المعدن الزائد. في الجزء النظري من الدراسة تم تلخيص نتائج عملية المحاكاة والتي تم الحصول عليها بعد اجراء العديد من عمليات التشكيل للقارنة في جميع القوالب المقترحة للحصول على قارنة مشفهه خالية من العيوب. في البداية اجريت عملية المحاكاة باستخدام قطعة العمل المساوي حجمها لحجم القارنة الاصلي ولوحظ وجود عيوب في المنتج كعدم امتلاء تجويف القالب، بعد ذلك تم اجراء زيادة في ارتفاع قطعة العمل ولوحظ بعد اجراء عملية المحاكاة وبالأبعاد الجديدة ظهور طيات في اثناء انسياب المعدن في تجويف القالب. تم اقتراح استخدام قالب اولي للتخلص من العيوب واجراء عملية محاكاة لإنتاج قطعة عمل بتصميم وبأبعاد جديدة تستخدم في القالب الرئيس لتشكيل القارنة، بعد ذلك اجريت عملية المحاكاة للمرحلة

النهائية للحصول على أفضل قالب لإنتاج القارنة المشفهة، تم الحصول على نتائج معلمات البرنامج الهندسي الأساسية وتم مقارنة نتائج الحمل المطلوب للتشكيل لجميع القوالب وأن اعلى قيمة للحمل كانت (693 طن) واقل قيمة (469 طن)، كذلك تم مقارنة قيم الاجهاد الفعال وأن أعلى قيمة للإجهاد الفعال هي (605.9 MPa) واقل قيمة هي (118.4 MPa)، كذلك تم مقارنة قيم الانفعال الفعال وأن أعلى قيمة هي (44.6) واقل قيمة هي (6.3) ومقارنة قيم الازاحة التي قطعتها حبيبات المعدن داخل القالب وأن أعلى قيمة للإزاحة هي (80.23 mm) واقل قيمة هي (58.42 mm) وذلك لاختيار القالب الأفضل.

اشارت النتائج التي تم الحصول عليها من عملية المحاكاة الى ان أفضل تصميم لقالب تشكيل قارنة مشفهة بالطرق على الساخن كانت عند منطقة خروج المعدن الزائد 0 ملم في الجزء العلوي من القارنة المشفهة، وعند منطقة التقاء المكبس وسط القارنة 52.5 ملم حيث تم الحصول على أفضل القيم للحمل المطلوب للتشكيل (469 طن) وللإجهاد الفعال بمقدار (118.4 MPa) وللانفعال فعال بمقدار (7.2) ولإزاحة حبيبات المعدن بمقدار (72.78 mm). عمليا تم تصنيع القالب الافضل وتنفيذ عملية تشكيل القارنة في ورشة ميكانيكية باستخدام ماكينة الطرق. بعد اجراء عملية التشكيل بالقالب الأفضل لوحظت زيادة في قيم الصلادة في نهايات القطعة المنتجة بسبب انحسار المعدن بشكل أكبر مقارنة بالمناطق الاخرى حيث كانت قيم الصلادة فيها متذبذبة بسبب انسياب المعدن عند التقاء المكبس.

University of Mosul

College of Engineering

Design and manufacture the best die for the production of mild steel couplings using the hot forging process

Thanoon Luqman Thanoon Alattar

M.Sc. Thesis in

Mechanical Engineering/ Mechanical Engineering

Supervised by

Dr. Mohammed Najeeb Abdullah

1444 A.H 2022 A.D

Abstract

Metal forming is a very important manufacturing process, having industrial importance among the different production processes due to its advantages such as cost-effectiveness, improved mechanical properties, high productivity and significant material savings. The Bulk deformation process improves the mechanical resistance of the formed metal because it leads to reducing the size of the grains and smoothing them, in addition to that the formed products are usually free of pores and pits. Metal forming processes require estimating some practical elements that affect product quality, such as load, to reach the best die design. The forging process is one of the important forming processes in which the metal is formed by compressive forces shed by pressing machines.

The aim of this research is to design and manufacture the best metal die for the production of a flange coupling of mild steel by the hot forging process in a closed die, where this is theoretically done using simulation to reach the best design of the coupling die by studying the formation loads, stresses, strains, the movement of metal particles to obtain a good flow rate of the metal inside the die cavity, predict defects before they occur, then manufacture the best die and implement the forging process in practice.

This study included the design of a set of special dies for forming the flange coupling using (Auto CAD 2010) program, and then using the (DEFORM 3D) simulation program to implement the forging process for all these dies, which numbered (25) dies, to choose the best design for the forming die by making a change in the exit area of the excess metal (flash) as well as in the area where the upper die meets the lower die in the middle of the die cavity where the excess metal is located. In the theoretical part of the study, the simulation results that were obtained after performing several coupling operations in all the proposed dies were summarized to obtain a flanged coupling free of defects. Initially, the simulation was carried out using the work piece equal in size to the original coupling size, and it was noticed that there were defects in the product such as not filling the die cavity, then an increase in the height of the work piece was made and it was noticed

after conducting the simulation process and in the new dimensions that folds appeared during the flow of metal in the die cavity. It was suggested to use a preliminary die to get rid of defects and conduct a simulation process to produce a work piece with a new design and dimensions used in the main die to perform the flanged coupling forming process. After that, the simulation process was conducted for the final stage to get the best die for the production of the flange coupling, the results of the basic engineering program parameters were obtained and the results of the required load for forming were compared for all the dies and that the highest value of the load was (693 tons) and the lowest value (469 tons), The effective stress values were also compared. The highest effective stress value is (605.9 MPa) and the lowest value is (118.4 MPa). The effective strain values were also compared, as the highest value is (44.6) and the lowest value is (6.3). The displacement values of the metal granules inside the die were compared, and the highest displacement value is (80.23 mm) and the lowest value is (58.42 mm) in order to choose the best die.

The results obtained from the simulation process indicated that the best design of the hot forging flange coupling die was at the excess metal exit area of 0 mm at the top of the flanged coupling, and at the piston meeting point in the center of the coupling 52.5 mm. The best values were obtained for the load required for forming (469 tons), effective stress by (118.4 MPa), effective strain by (7.2) and for displacement of metal grains by (72.78 mm). In practice, the best die was manufactured and the coupling forming process was carried out in a mechanical workshop using a hammering machine. After performing the best die, an increase in the hardness values was observed in some areas of the product due to the decline of the metal in comparison to other areas where the hardness values fluctuated due to the flow of the metal at the meeting of the piston.