



جامعة الموصل
كلية الهندسة

العوامل المؤثرة على معامل حد الانحناء بالمط لصفائح الفولاذ السبائكي (SS316,SS304)

يوسف سالم محمود سليم

رسالة ماجستير علوم
في الهندسة الميكانيكية / هندسة ميكانيكية

بإشراف
أ.م. عامر يحيى الجرجيس
م.د. انس عبيد البالود

2022م

1444 هـ

الخلاصة

تعدُّ عملية تشكيل الانحناء بالمط من العمليات المهمة والاساسية في الصناعة الحديثة وذلك لان هذه العملية مكونة من عمليتين هما عملية المط والانحناء للصفيحة في آن واحد ، وهذا بدوره يؤدي الى تقليل وقت عملية التشكيل وكلفتها في تشكيل الصفائح. كما معروف كثير من العوامل تؤثر على عملية تشكيل الصفائح مثل: ابعاد الصفيحة المراد تشكيلها، درجة حرارة التشكيل، نوع المعدن المستخدم، تغيير مسار التشكيل وتصميم معدات التشكيل. اذ تسهم هذه العوامل في تحسين قابلية التشكيل للصفائح المعدنية. يعدُّ معامل حد الانحناء بالمط من المقاييس المهمة في معرفة قابلية تشكيل الصفائح المعدنية، فقد تم الاعتماد عليه في المقارنة بين النتائج ، و يعتمد هذا المعامل على سمك النموذج المراد تشكيله.

في هذه الدراسة تم تشكيل نماذج من صفائح الصلب السبائكي SS304 و SS316 باستخدام عملية تشكيل الانحناء بالمط عمليا عن طريق عمل قالب وماسك النموذج وخرامة ذات رأس على شكل V. تمت دراسة تأثير نصف قطر الخرامة على قابلية التشكيل من خلال تشكيل نماذج بنوعين من الخرامات ذات انصاف اقطار (5 و 10 ملم) وذلك لتغيير مسار تشكيل النماذج الى مسارات تسمح للنماذج بتحسين قابلية التشكيل. وكذلك تمت دراسة تأثير ابعاد النماذج المستخدمة في عملية الانحناء بالمط على قابلية التشكيل من خلال تغيير عرض النماذج. في الجانب النظري تم عمل نموذج عددي لعملية تشكيل الانحناء بالمط باستخدام طريقة العناصر المحددة المتمثلة ببرنامج كومسل (COMSOL V.6) وذلك عن طريق تمثيل حركة خرامة التشكيل وتثبيت النماذج داخل قالب التشكيل. مقارنة نتائج النموذج العددي مع النتائج العملية.

اظهرت النتائج أن قابلية تشكيل النماذج لصفيحة الصلب السبائكي SS316 اعلى من قابلية تشكيل النماذج SS304 من خلال استخدام معامل حد الانحناء بالمط للنماذج المشكلة. وكذلك وُجد أن قابلية التشكيل للصفائح تتحسن عند تغيير مسار التشكيل الى مسارات ذات حدود بعيدة عن حد الفشل لعملية التشكيل باستخدام نوعين من الخرامات. خرامة التشكيل شكل (V) ذات نصف قطر 5 ملم تعطي مساراً قريباً الى مسار مستوي الانفعال ولكن بالنسبة للخرامة شكل (V) 10 ملم اعطت مساراً قريباً الى مسار الشد احادي المحور. كما تبين من النتائج ان قابلية تشكيل الصفائح تتحسن من خلال زيادة عرض

النماذج لما له من تأثير في الانفعالات الرئيسية :الانفعال الرئيسي والثانوي. كما اظهرت النتائج أن التخصر الذي يحدث بالنموذج اثناء عملية التشكيل يتغير موقعه وحسب نصف قطر الخرامة أي إن نصف قطر الخرامة له دور في عملية تشكيل الصفائح.

ومن خلال مقارنة النتائج العددية باستخدام برنامج (COMSOL) مع النتائج العملية تبين أن النتائج النظرية تعطي تصرف مشابه للنتائج العملية .

University of Mosul
College of Engineering



Factors effecting on the stretch bending limit for alloy steel sheets (SS304, SS316)

A Thesis Submitted
By
Yousif salim Mahmood sleem

To
The Council of the College of Engineering University of Mosul in
Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Master
of Science in

Mechanical Engineering / Mechanical Engineering

Supervised by
Asst. Prof. AMER YAHYA ALJARJEES
Dr. ANAS OBEED BALOD

2022 A.D

1444 A.H

ABSTRACT :

The stretch- bending process is considered one of the important and basic processes in the modern industry, because this process consists of two operations: stretching process and bending process for sheet at the same time, which saves time and cost during sheet forming process. It is also known that many factors effect the sheet forming process, such as: the dimensions of the sheet metal to be formed, the forming temperature, the type of sheet metal used, changing the forming path and designing the forming equipment. Where these factors contribute to improving the formability of sheet metal. The bending limit coefficient with stretch is one of the important tools in this process, as it is considered a measure of the formability of metal sheets, as it was trusted upon in comparing the results, as this coefficient depends on the thickness of the sheet specimen after plastic deformation.

In this study, the SS304, SS316 alloy steel sheets were formed using the bending-stretch forming process experimentally by making a die, sheet holder and a punch with a V-shaped head. Also, the effect of the punch radius on the formability was studied by forming of sheet with two types of punches with radii (5 and 10 mm) in order to change the forming path for sheet specimen into paths that allow the sheet specimen to improve sheet formability. The impact of the sheet specimen dimensions used in the bending-stretching process on the formability of sheet was also studied via changing the specimen sheet width. On the theoretical analysis, a numerical model of the bending-stretch forming process was made numerically using the finite element method represented by Comsol software, by representing the

movement of the forming punch and fixing the sheet specimen inside the forming die in order to make a comparison with the experimental results.

The stretch bending process was theoretically simulation using the Comsol software in terms of specimen depth, as well as stresses and strains.

The results showed that the formability of sheet specimen for SS316 alloy steel sheet is higher than the formability of SS304 sheet when used the bending stretch limit ratio of formed sheet. And it was also found that the formability of sheets improves when changing the forming path to paths with boundaries to fracture away from the forming process via using two types of punch, the formation punch V with a radius of 5 mm gives a path close to the plane strain path, but for the punch 10 mm it gives a path close to the Uniaxial tension path. The results also showed that the ability to form sheets are improved by changing the specimen width, which has an effect on the main strains: the major and minor strain. In addition, the results also showed that the necking that occurs in the sheet specimen during deformation process changes its location according to the punch radius, that the punch radius has a role in the sheet metal forming.

By comparing the theoretical results using the (COMSOL) program with the practical results, it was found that the theoretical results give a behavior similar to the practical results . .