جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم الميكانيكي

التحكم في قوة مسك الصفيحة خلال عمليات السحب العميق للصفائح المعدنية

The Control of Blank Hold Force During Deep Drawing Processes of The Metal Sheet

إعداد: م. عماد ريا

الدكتور المشرف: د.عبد الوهاب الوتار المشرف المشارك: د. محمد نادر زيدان

الملخص

عملية السحب العميق هي تقنية تشكيل للصفائح المعدنية المستوية لإنتاج قطع مجوفة بأشكال بسيطة أومعقدة من صفائح معدنية مستوية دون حدوث تغيير في ثخانتها. فهناك العديد من البارامترات التي تؤثر على نجاح عملية السحب العميق وجودة المنتجات المشكلة. تعتبر قوة مسك الصفيحة (BHF) أحد أهم هذه البارامترات، ويعد التحكم الدقيق في هذه القوة أمراً بالغ الأهمية لضمان جودة المنتج النهائي من حيث تجانس الثخانة وتجنب العيوب (التجعد والتشقق)، لذلك فإن هدف هذا البحث هو تطوير تقنية عملية السحب العميق لصفائح الفولاذ عن طريق التحكم في كل من حركة سنبك السحب وقوة مسك الصفيحة للحصول على منتج بثخانة متجانسة وبلا عيوب.

أُنجزت هذه الدراسة وفق منهجيتان للبحث وهما: التحليل العددي باستخدام طريقة العناصر المنتهية (FEM)، والعمل التجريبي .حيث أخذت مدخلات العمل التجريبي من نتائج التحليل العددي، واستخدمت في عمليات التحكم.

القسم العملي

تم في القسم العملي إجراء دراسة تحليلية وعددية لعملية السحب العميق لكوب اسطواني من معدن الفولاذ ودراسة توزع الاجهادات والانفعالات في مناطق مختلفة من الكوب كما تم تحديد قوة السحب وقوة مسك الصفيحة المثلى، وبعد ذلك تم استخدام نتائج هذه الدراسة التحليلية وتطبيقها في عملية السحب الفعلية على منصة تجريبية تم تصميمها وتنفيذها خصيصاً لتطبيق التقنية المقترحة وهي التحكم في كل من حركة سنبك السحب وقوة مسك الصفيحة للحصول على منتج بثخانة متجانسة وبدون عيوب مثل التجعد والتشقق.

القسم العملي

القسم النظري

يلخص القسم النظري تكنولوجيا تشكيل المعادن وعمليات التشكيل على الصفائح المعدنية، والتي تعد عملية السحب العميق إحدى أهم هذه العمليات.
كما يتناول مفاهيم عملية السحب العميق مع استعراض لأهم العوامل التي تؤثر على هذه العملية، وما هي أسبابها وطرق الوقاية منها، ويلخص أيضاً أهم الدراسات المرجعية التي تناولت عملية السحب العميق بشكل عام، والدراسات التي تناولت دراسة التحكم في قوة مسك الصفيحة أو التحكم في حركة سنبك السحب بشكل خاص، والثغرات البحثية التي لم تتناولها هذه الأبحاث، والتي شكلت الأساس والمنطلق العلمي لإجراء البحث الحالي بالطريقة المقترحة.

النتائج والمناقشة

الهدف من الدراسة الحالية هو تطوير تقنية تحدد منحى VBHF الأمثل مع التحكم في حركة سنبك السحب لتجنب حدود التجعد والتشقق ومحاولة الحصول على منتج بثخانة متجانسة على طول ارتفاعه في عملية السحب العميق لكوب اسطواني. تم تطبيق عملية التحسين على نموذج رياضي وآخر عددي، ثم تم التحقق من صحة النماذج بمقارنة نتائجها مع النتائج التجريبية، وتم الوصول إلى الإستنتاجات التالية:
- تم التحقق من صحة النموذج الرياضي والعددي من خلال استخدام التجارب المخبرية، حيث تبين وجود توافق جيد بين النتائج التحليلية والتجريبية.
- تنبؤ النموذج الرياضي والعددي بقوة مسك الصفيحة المناسبة للسحب العميق لكوب اسطواني.
- إمكانية استخدام تقنية VBHF المقترحة خلال عملية السحب العميق للكوب الإسطواني من أجل نجاح العملية وبالتالي الحصول على منتج مسحوب بثخانات متجانسة وبدون عيوب.
- أدى استخدام تقنية VBHF المقترحة إلى زيادة الحد الأدنى من الثخانة في القطعة المسحوبة، وصرف طاقة أقل نسبياً في مسك الشفة باستخدام ماسك الصفيح.
- زيادة حدود التشكيل عن طريق إجراء معالجة ميكانيكية (تقسية انفعالية)لمعدن الصفيحة المسحوبة خلال عملية السحب.

حيث تساهم عملية تحرير الصفيحة من ماسك الصفيحة ثم إعادة تقييدها على عدة مرات خلال عملية السحب العميق في إجراء معالجة ميكانيكية للصفيحة وذلك من خلال:
* إزالة التشوه الناتج عن مرحلة السحب السابقة.
* تحسين لاتناحي في الخواص الميكانيكية لمعدن الصفيحة من خلال إعادة توزع الإجهاد داخل المادة، مما يحسن من توزع ثخانة الصفيحة ويقلل من اللاتناحي.
* تحسين لدونة الصفيحة مما يجعلها أكثر قدرة على تحمل التشوه دون حدوث تشقق (زيادة حدود التشكيل).
* زيادة العمر الإفتراضي للقالب من خلال تقليل الإجهاد على قالب السحب العميق.
- زيادة نسبة السحب الحدية (LDR) بالمقارنة مع طرق السحب التقليدية.
- زيادة عمق السحب بالمقارنة مع الطرق التقليدية.

المراجع

[1] -John A. Schey. (2000). **Introduction to Manufacturing Processes**. Third Edition ed.: McGraw-Hill.

[2]- Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid**.** (2003). **Manufacturing Processes for Engineering Materials**. Fourth Editon ed.: Prentice Hall. London.

[3]- Mikell P. Groover. (2007). **Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems**. Third Edition ed.: John Wiely &Sons. Inc.

[4]- Z. Marciniak, J.L. Duncan and S.J. Hu. (2002). **Mechanics of Sheet Metal Forming**. Second Edition ed.: Butterworth-Heinemann.

[5]- W. Thomas. (1999). **Product Tool and Process Design Methodology for Deep Drawing and Stamping of Sheet Metal Parts**. PhD Thesis. Ohio State University. Columbus.

[6]- D. E. Hardt and R. C. Fenn. (1993). **Real-Time Control of Sheet Stability during Forming**. ASME Journal of Engineering for Industry. Vol. 115. No. 3. pp: 299-308.

[7]- J. Zhao, H. Q. Cao, L. X. Ma, et al. (2004). **Study on Intelligent Control Technology for the Deep Drawing of an Axi- Symmetric Shell Part**. Journal of Materials Processing Technology, Vol. 151, No. 1-3. pp: 98-104.

[8]- L. Liu, Y. Li, L. W. Wen and J. Xiao. (2009). **PMAC-Based Tracking Control System for 8-Axis Automated Tape- Laying Machine**. Chinese Journal of Aeronautics. Vol. 22, No. 5. pp: 559-563.

[9]- K.-S. Honga, K.-H. Choib, J.-G. Kimc and S. Lee. (2001). **A PC-Based Open Robot Control System: PC-ORC**. Robotics and Computer Integrated Manufacturing. Vol. 17. No. 4. pp: 355-365.

[10]- ASM Metals Handbook. (2006). Vol. 14B. **Metal working: Sheet Forming**.

[11]- K. Serope, R. S. Steven. (2006). **Manufacturing Engineering & Technology**.

[12]- H. Gharib, A. S. Wifi, M. Younan, A. Nassef. (2006). **Optimization of the Blank Holder Force in Cup Drawing**. journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Vol. 18, issue 1-2.

[13]- Sheng, Z. Q., Jirathearanat, S., Altan, T. (2004). **Adaptive FEM Simulation for Prediction of Variable Blank Holder Force in Conical Cup Drawing**. J Mach Tools Manuf, pp: 487-494