المحاكاة الرقمية لعملية التشكيل الهيدروليكي للأنابيب باستخدام طريقة العناصر المحدودة

اسم الطالب: وائل عبدالرحيم السيد

اسماء المشرفين: ا.د. محمود عبدربه

د. هيثم بوقس

المستخلص

عملية التشكيل الهيدروليكي هي عملية تشكيل للمواد يستخدم فيها ضغط السائل بدلاً من الأدوات الصلبة في عمليات تشكيل المعادن أو للمساعدة على تشكيل أي مادة خام (مسطحة أو أنبوبية) للوصول إلى الشكل المطلوب. هذه العملية من العمليات التي تلقى قبولاً كبيراً في مختلف الصناعات الحديثة.
من أكبر أسباب الاهتمام بعمليات النمذجة الحاسوبية لعملية التشكيل الهيدروليكي للأنابيب هي الجوانب الإقتصادية. حيث أن هذه العمليات تتطلب ضغطاً عالياً فإنه من المتعذرعمل تجارب مبدئية باستخدام قوالب مرنة.
الهدف من هذه الأطروحة العلمية هو نمذجة هذه العملية اللاخطية باستخدام طريقة العناصر المحدودة و مقارنة النتائج بالدراسات والنتائج المنشورة في الدوريات العالمية.
تم استخدام نموذج رياضي تمثيلي للمادة المراد عمل الدراسة عليها مستخلص من بحث علمي منشور وتم التحقق من النموذج بعمل محاكاة رقمية باستخدام طريقة العناصر المحدودة وتمت مطابقة النتائج بنجاح، تلى ذلك استخدام النموذج الرياضي للمادة الخام في عملية محاكاة لتشكيل وصلة معدنية على شكل حرف T باللغة الإنجليزية.
بعد عمل النموذج التشبيهي وعمل التوزيع الشبكي والتقسيم لعدد محدد من العناصر تم عمل عملية تحسين للنطاق الترددي (Bandwidth) باستخدام طريقة " كتل- ماكي العكسية ". و قد كان لعلمية التحسين أثر كبير في تقليل الوقت الإجمالي للحل بنسبة تتجاوز 37% من الوقت اللازم للحل بدون استخدام هذه الطريقة.
وقد استخدمت عدد من ضغوط التشكيل ومعاملات الاحتكاك في عملية المحاكاة .وخلصت الدراسة إلى أن زيادة ضغط التشكيل سوف يؤدي إلى تحسين ملء القالب وكذلك تحسين ملء التجويف الزاوي .وخلصت الدراسة أيضا إلى أن زيادة ضغط التشكيل في ظل وجود احتكاك سيؤدي إلى انخفاض سريان المعدن إلى منطقة التشكيل وهو الأمر الذي سوف يؤثر سلباً على جودة المنتج النهائي.

Numerical Simulation of Tube Hydroforming Process using Finite Element Method

By

Wael A. Alsayed

Supervised By

Prof. Dr. Mahmuod Abdrabou (Advisor)

Dr. Haitham Bogis (Co-Advisor)

Abstract

Hydroforming is a material-forming process that uses a pressurized fluid in place of hard tooling to plastically deform or to aid in deforming a given blank material (sheet or tube) into a desired shape. This process is gaining acceptance in various industries. The reasons for the interest in computer modeling of the tube hydroforming processes are mainly economical. Since the majority of tube hydroforming processes require high pressures it is not possible to do try-outs using soft tooling.

The goal of this thesis is to model this highly nonlinear process (*Tube Hydroforming)* numerically and comparing results with those obtained from various international studies and researches.

Material model was obtained from international published work and has been validated numerically; results were used in simulating T-Joint hydroforming process.

Model created and meshed using Abaqus® finite element package, tube mesh bandwidth was optimized using *Reverse Cuthill-McKee* method from Ansys® Fluent® CFD code which decreased solution time by more than 37%.

Several pressures and coefficients of friction were used in the simulation process. The study concluded that increasing forming pressure will result in a better cavity and corner filling. Also it concluded that increasing forming pressure in the presence of friction will reduce material flowability to the forming zone and might hinder the final product. Finally, pressure optimization using shooting method was practical to find the right forming pressure and forming conditions subsequent