دراسه عمليه لتاثير الشكل الهندسي لقالب البثق على مقاومة الشد لعينات من الالمنيوم

علي عواد اسماعيل

ALI AWAD ESMAEL

Assist. Lecturer / Technical Institute of AL- Mussaib

Ali-Awad 66 @ yahoo .com.

الخلاصـــــــه :

ان تصـميم عدة التشـكيل (قالب البثق) يعتبر من اهم العوامل الموثره على الخواص الميكانيكيـه للمنتجات المشـكله على البارد(خصوصاً الشد) . ان من بين اهم العوامل التي لها تاثير كبير على انتاج نمط تشوه خاص له تاثير فعال على مواصفات الماده المشكله بعملية البثق هو طول المقطع الجانبي . بالاضافه الى عوامل اخرى مثل درجـة حراره التشـكيل والاحتكاك ونسبة التخصر . لقد كان الهدف من هذا البحث هو دراسة كفاءة قوالب البثق على اساس المفاهيم النظريـه في التصـميم (مفهوم ثابت نسب الانفعال المتجانس CRHS ، مفهوم ثابت متوسط المعدل الزمني للانفعال CMSR) والصناعيه (Taper) على التوالي . لقد اهتم هذا البحث بدراسة خاصية الشدالنهائيه للمنتجات البثوقه خلال هذه القوالب . وجميع هذه القوالب لها نسبة تخصر 50% . لقد اظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بأن القالب نوع (CMSR) اكثر كفاءه في التصميم من جميع القوالب الاخرى وان القالب المصمم على اساس صناعي هو اقل هذه القوالب كفاءه .

كلمات رئيسيه :

(تصاميم – قوالب – البثق – الالمنيوم – فحص الشد – الشكل الهندسي)

ABSTRACT

Design of forming tool (Extrusion die) is one of the most important factors that affect the mechanical properties of formed products (specific tension) . Other factors as die profile along ,friction,temperature and reduction of area will produce aspecific deformation mode that affect on the mechanical properties of the extrusion product . The aim of this research to study the efficiency of extrusion dies on the basis of both theoretical design concepts (CRHS, CMSR) and industrial concept (TAPER) . This research studied final tension property of the extrusion products through these dies with theoretical concepts and industrial concept .The reduction of area of all this dies is (50%) . The results show that extrusion die (CMSR) is the most efficient die in design ,at the same time ,design of taper die show lost efficiency .

1- المقدمـــــه : Intoduction

ان عملية البثق من العمليات الحديثه نسبياً . حيث توضع الماده المراد تشكيلها في حاويه ثم يتم دفع هذه الماده باستخدام قوه خارجيه لجبر هذه الماده على الانسياب خلال قالب التشكيل للحصول على الشكل والخواص النهائيه المطلوبه في المنتج . تصنف عمليات البثق بالاعتماد على اتجاه حركة الماده المشكله اثناء عملية البثق نسبه الى اتجاه حركة ذراع البثق (punch) الى صنفين اساسيين هما عملية البثق المباشر Direct Extrusion Process و عملية البثق غير المباشر Indirect Extrusion Process

عملية البثق على البارد Cold Extrusion Process

ان عملية البثق هذه يتم اجرائها عند درجة حرارة اقل من درجة حرارة اعادة التبلور الخاصه بالماده المراد بثقها ومن هذه العمليه يمكن الحصول على منتج ذي انهاء سطحي جيد وخواص ميكانيكيه عاليه (مقاومه وصلاده عاليتين) .

2- مراجعة البحوث السابقه : Literature survey

ان الاسلوب الاكثر شيوعاً والمعتمد في البحوث السابقه والمتعلقه بدراسة تصميم قوالب التشكيل هو الاسلوب الذي يعتمد على استخدام طريقة التحليل النظريه المعروفه في عمليات التشكيل مثل نظرية الحد الاعلى (Upper–Bound –Theorem) ونظرية مجال خطوط الانزلاق (Slip Line Field Theorem) وطريقة التحليل بالعناصر المحدده (Finite Element Method) ومقارنة نتائج التحليل النظري مع النتائج لتي يتم الحصول عليها من تجارب عمليه لنفس عملية التشكيل لتحديد مدى دقة نتائج التحليل النظري وملائمتها للتطبيق العملي فيما يتعلق بموضوع الحصول على افضل ظروف لعملية التشكيل ومنها التصميم الامثل لقالب لتشكيل .

لقد قام الباحثان Juneja B. L. & Praksh, R. (1975) باستخدام نظرية الحد الاعلى لتحليل انسياب المعدن المتكون عن طريق سحب او بثق ماده جاسئه لدنه (Rigid Plastic Material) خلال قالب متقارب او مجمع (Converging Die) . لقد قام الباحثان بفرض حقل السرعه الكروي (Spherical Velocity Field) مع السطوح االاسطوانيه ذات السرع غير المستمره عند منطقتي الدخول والخروج من القالب مع الاخذ بنظر الاعتبار الشغل الفائض (Redundant Work)

ولقد اعتبر ان سطح القالب يتشكل بواسطة مولدات مستقيمه (Straight Generator) مع وجود عامل احتكاك ثابت (Constant Friction Factor) على الطول الكلي للسطح

الفاصل بين القالب والماده المشكله . وبذلك تمكن الباحثان من تحديد زوايا القالب المثاليه لاقل اجهاد سحب والزوايا الحرجه لتكون المنطقه الميته للمعدن .

كما قام الباحث Chenot,J.L. (1978) في بحثه المتعلق بدراسة الاهميه الصناعيه لعملية البثق على البارد وتأثير انتاجية هذه العمليه بظهور احد العيوب الخاصه وهو الانفجار المركزي (Central Burst) أذ أن هذا العيب يكون مرتبط بمطيلية الماده وبحالة الاجهاد الضاغط في قلب الماده المشكله .

لقد قام الباحث بايجاد نموذج لحقل خطوط الانزلاق (Slip Line Field Model) وذللك لغرض اجراء الحسابات الدقيقه للضغط الهيدروستاتيكي على محور الماده المشكله وتمكن الباحث من تحديد الزوايا للقالب التي يمكن ان تعطي ضغط البثق المثالي الذي لايسمح بظهور الانفجار المركزي .

واستخدم الباحث Samenta,S.K (1972) تقنيه اخرى لتصميم الاشكال الهندسيه او المقاطع الهندسيه للقوالب والتي نحصل منها على كفاءه عاليه خلال عملية البثق للمقاطع الدائريه وعملية سحب الاسلاك (Wire Drawing) . اذ اخذ الباحث بنظر الاعتبار ايجاد التصميم الهندسي للقالب الذي يعمل على تقليل مقدار الشغل الفائض والى اقل حد ممكن مع ادخال تاثير الاحتكاك على هذا التصميم ، وقد نتج عن ذلك ايجاد تصميم لقالب محدب (Convex Die) ذي مدخل محدد وزوايا خروج صغيره . وفيما يتعلق بالبحوث الخاصه بدراسة وتصميم قوالب البثق المنحنيه والقوالب الانسيابيه قام الباحثان Dong-Yol Yang & Choong-Hong Lee (1978) بتقديم طريقه اخرى لتحليل عملية البثق للمقاطع ذات الاشكال المطلقه (Arbitrary Shaped Section) ثلاثية الابعاد وباستخدام قوالب ذات مقطع منحني (Curved Die Profiles) اذ استخدم الباحثان نظرية الحد الاعلى لحساب ضغط البثق لماده جاسئه تامة اللدونه (Rigid-Perfectly Plastic Material) وقام الباحثان بحساب الشغل الفائض الناتج عن سطوح عدم استمرارية السرع عند منطقتي الدخول والخروج من منطقة التشكيل (القالب) . وتوصل الباحثان الى ان القوالب ذات المقطع المقعر (Concave Die Profile) تحتاج الى ضغط بثق اقل من ذلك الذي تحتاجه القوالب ذات المقطع المحدب (Convex Die Profile) ولمدى واسع من متغيرات العمليه .

لقد قام الباحث Blazynski . T . Z . (1976) بتقديم طريقه اخرى لتصميم القوالب تعتمد على مفاهيم نظريه في التصميم وهما مفهوم ثابت نسب الانفعال المتجانس (Constancy of Ratio of the Successive Generalized Homogeneaus Strain Increments "CRHS") . ومفهوم ثابت متوسط المعدل الزمني للانفعال (Constancy of Mean Strain Rate "CMSR") . وقد استخدمت هذه الطريقه بنجاح باهر في العديد من

عمايـات التشـــكيل. قـــام الباحثـــان (Blazynski . T . Z . & Lee.R.S.) (1984) بدراسة القوالب المصممه بالاعتماد على المفاهيم الصناعيه في التصميم ولعملية البثق الامامي للانابيب (Forward Extrusion of Tubes) اذ استخدم الباحثان مادة الشمع كمادة نموذج وتصل الباحثان الى ان القوالب المصممه بالاعتماد على المفاهيم النظريه في التصميم تقلل من تاثير الانفعال الفائض وبالتالي تحسن من نوعية المنتج

وفي بحث اخر قام الباحث Blazynski . T . Z (1986) باسـتخدام المفاهيم النظريـه في التصـميم (CMSR, CRHS) بدراسة تكوين وتوزيع الاجهادات المتخلفه (Residual Stresses) في جدران الانابيب التي تم تشكيلها باستخدام عملية سحب الانابيب وباستخدام مادتي النحاس والفولاذ كمادتين لغرض التشكيل والدراسه . وتوصل الباحث الى ان مستوى الاجهاد المتخلف في جدران الانابيب يكون منخفضاً عند استخدام القولب المصممه بالاعتماد على مفهوم (CMSR) .

كما قام الباحث علي ، علاء حسن (1995) بدراسة تاثير الشكل الهندسي لقالب البثق على مستوى الاجهادات وقوى الاحتكاك التي يتعرض لها القالب عند سطح التماس بين القالب والمعدن المشكل ، أذ درس امكانية ايجاد التصميم الامثل لهذه القوالب الذي يعمل على تقليل مستوى الاجهادات وقوى الاحتكاك التي يتعرض لها القالب وبالتالي العمل على تقليل مستوى البيان لسطح القالب ممايؤدي الى زيادة عمر القالب الانتاجيه ، أذ درس الباحث تصماميم القوالب المعتمده على المفاهيم النظريه (CMSR,CRHS) ولمعدلات تشوه مختلفه . وايضأ درس تصميم القالب الذي يعتمد في تصميمه على معدلات تشوه مختلفه أسماه (C– CRHS) وايضأ قوالب مصممه بالاعتماد على مفاهيم صناعيه في التصميم (القوالب المخروطيه TAPER) . وقد استخدم الباحث تقنية المرونه الضوئيه (photo–Elasticity) في دراسته لهذه التصاميم والتي اظهرت فعاليتها في اعطاء نتائج دقيقه لتوزيع الاجهادات في القوالب المستخدمه . ولقد اكدت نتائج البحث الارجحيه الواضحه والافضليه للقوالب المصممه على اساس المفاهيم النظريه .

3– الاعتبارات والمفاهيم النظريه : Theoretical Principles &Considerations

3–1 الانفعال المتجانس والانفعال غير المتجانس (Homogeneous Strain &Non homogeneous Strain)

ان الانفعال المتجانس هو الانفعال الذي لابد منه لكي تتم عملية التشكيل والذي له علاقه مباشره بالابعاد الهندسيه للعينه قبل التشكيل وبعده اما الانفعال غيرالمتجانس (الفائض) فهو يمثل التشوهات القصيه الداخليه للماده والذي له علاقه مباشره بالشكل الهندسي للعده (القالب) اضافه الى ظروف الاحتكاك والخواص الميكانيكيه المشكله .

2-3 مفهوم ثابت نسب الانفعال المتجانس : Constancy of the Ratios of Successive (CRHS) Generalized Homogeneous Strain Increments

ان هذا المفهوم يعني ان الشكل الهندسي المثالي للقالب لايولد اي تشوهات قصيه داخليه في العينه المشكله وهذا هو الهدف الاساسي لاي تصميم يوضع لعدة التشكيل .

$$\epsilon_H = \sqrt{\frac{2}{3}} (\epsilon_X^2 + \epsilon_Y^2 + \epsilon_Z^2)^{1/2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

ان المعادله اعلاه تعبير رياضي يستخدم لحساب الانفعال المتجانس الكلي (ϵ_H) ويعتمد عليها بصوره اساسيه في تصميم القوالب بالاستناد الى مفهوم (CRHS) وهي تتالف من ثلاث مركبات من الانفعالات المتجانسه وهي :

اولاً: الانفعال الطولي (ϵ_X) Longitudinal Strain

ثانياً : الانفعال نصف القطري (ϵ_y) Radial Strain

ثالثاً : الانفعال المحيطي (ϵ_z) Circumferential Strain

$$\frac{Z_N}{Z_{N-1}} = (Z_1)^{S^{N-1}} \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث ان : Z_N : داله تحدد او تعرف بواسطة الابعاد الفيزياويه للكتله المعدنيه المراد تشكيلها .

S : معدل التشوه ثابت . كذلك فان قيمة Z_N هي قيمة Z عند

المقطع n في ممر التشكيل n= 0,1,2,3,.....

ان المعادله (2) هي المعادله النهائيه التي تستخدم في تصميم عدة التشكيل (قالب البثق) وبالاعتماد على طبيعة ايجاد قيم Z_N .

معدل التشويه المنتظم المتجانس S = 1 Uniform Deformation Rate

معدل التشوه المعجل S = 1.3 Accelerated Deformation Rate

معدل التشوه المتباطئ S = 0.7 Dccelerated Deformation Rate

3-3 مفهوم ثابت متوسط المعدل الزمني للانفعال Constancy of Mean (CMSR) Strain Rate

ولغرض تصميم قالب البثق بالاعتماد على مفهوم CMSR نستخدم المعدلات التاليه :

$$(\overline{\dot{\epsilon}_H})_x = \frac{1}{x} \left(\frac{R_0^2}{R_n^2} - 1\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

R_0 : نصف القطر عند مدخل القالب .

R_n : نصف القطر عند اي مقطع من القالب .

$(\overline{\dot{\epsilon}_H})_x$: متوسط معدل الانفعال المتجانس كداله للمسافه .

4 – التشكيل على البارد والخواص الميكانيكيه للمعدن .

4-1 المقدمه :

ان عملية التشكيل على البارد هي احد الاساليب المستخدمه لتحسين الخواص الميكانيكيه (زيادة المقاومه) للعديد من المواد التي لايمكن زيادة مقاومتها الا عن طريق تشكيلها على البارد . حيث ان عملية التشكيل على البارد ترفع قيمة مقاومة الخضوع بالنسبه للماده المراد تشكيلها مع خفض مطيلية هذه الماده (زياده في قيمة الصلاده للمعدن المشكل) .

تمتاز الاجزاء المنتجه بعملية البثق على البارد بالخواص التاليه :-

1- الانهاء السطحي الجيد

2- الخواص الميكانيكيه الجيده (مقاومه وصلاده عاليتين)

3-امكانية الحصول على سماحات دقيقه في الابعاد النهائيه للمنتج .

4-2 الانفعال المتجانس : Homogeneous Deformation

ان هذا التشوه يعبر عنه عادةً بواسطة الانفعال المتجانس (Homogeneous Strain) والذي تم ذكره سابقاً في الفقره (3-1) . ان قيمة هذا الانفعال (التشوه) ترتبط مباشرةً مع القوى الخارجيه المسلطه على الكتله المعدنيه عند تشكيلها ومع ابعاد مدخل ومخرج قالب البثق وليس الهذا التشوه اي علاقه بالخواص الميكانيكيه للماده المراد تشكيلها .

4-3 الانفعال غير المتجانس Inhomogeneous Deformation

ويعبر عنه عادةً بالانفعال غير المتجانس او الفائض (Inhomogeneous Redandant Strain) . ان هذا الانفعال يتصف بانه غير مرغوب فيه في اي عملية تشكيل ، اذ يمثل التشوهات الداخليه للماده المشكله اضافه الى عدم وجود اي مساهمه له في تغيير شكل الماده المشكله ولكنه يعطي زيادة اجهاد الخضوع (الانسياب بصوره غير ضروريه) ، اي يعمل هذا الانفعال (التشوه) على زيادة درجة الاصلاد الانفعالي للماده المشكله بصوره لايمكن تجنبها .

5 – الجزء العملي :-

5-1 المقدمه :- Introduction

لقد تم تصميم وتصنيع القوالب المراد دراستها اضافه الى تصميم وتصنيع جهاز خاص بعملية البثق المباشر لغرض استخدامه في عملية التشكيل (البثق) لعينات من معدن الالمنيوم النقي عند درجة حرارة الغرفه (التشكيل على البارد) .

5-2 جهاز البثق المباشر :- Forward Extrusion Device

يتالف الجهاز من الاجزاء التاليه :

1 – الحاويه الاسطوانيه : Cylindrical Container

هي عباره عن حاويه اسطوانية الشكل تم تصنيعها من الصلب العالي الكاربون (وحسب المواصفات الالمانيه) حيث صنعت بشكل مبسط بعيد عن التعقيد . وهي تعتبر كجزء اساسي في جهاز البثق حيث يتعرض الى جزء كبير من الاجهادات المتولده اثناء عملية البثق . لاحظ الشكل رقم (5–1) .

2 – القاعده الاسطوانيه :– Cylindrica Base

وهي قاعده اسطوانية الشكل تم تصنيعها من الصلب (ST –37–2) وتمثل الجزء الساند (القاعده)

3– ذراع البثق : Punch Arm

هي عباره عن ذراع دائرية المقطع تم تصنيعها من الصلب (DIN X 155 Cr) وقد تم تقسيته عن طريق اجراء معاملات حرارية مناسبه حيث تم تسخينه في فرن كهربائي من نوع (Carbolite – PID ,max. 1200 c^o) عند درجة حراره (1040 c^o) ولمدة ساعه ثم اخراج الذراع من الفرن وتركه ليبرد في الهواء ومن ثم تم اجراء عملية التطبيع (Tempering) وذلك بتسخين الذراع عند درجة حراره (500 c^o) ولمدة ساعه ثم اخراجه من الفرن ليبرد في الهواء حيث كانت الصلاده لهذا الجزء مقداره (60) روكويل .

4 – القوالب :– Dies

تم تصنيع القوالب (خمسة قوالب القطر الداخلي لها 20mm والقطر الخارجي 10mm) قيد الدراسه من صلب العده البارد (عالي الكاربون – عالي الكروم) حسب المواصفات الروسيه . لقد صنعت هذه القوالب باستخدام ماكنة الخراطه المبرمجه (CN) للحصول علي الشكل الهندسي لممر التشكيل ، من ثم معالجة هذه القوالب حرارياً لغرض رفع خواصها الميكانيكيه عن طريق تقسيتها كونها تتعرض الى اجهادات عاليه اثناء عملية التشكيل .

اذ تم تسخين القوالب في فرن كهربائي من نوع (Carbolite – PID , max 1200 c^o) عند درجة حراره (1040 c^o) ولمدة ساعه وبعد ذلك يتم تبريدها في الهواء خارج الفرن وبعد ذلك تتم اجراء عملية التطبيع (Tempering) وذلك بتسخين القوالب بدرجة حرارة (450c^o) ولمدة ساعه حيث تم الحصول من خلال هذه المعالجات الحراريه على صلاده (60) روكويل . ان جميع الاجزاء المذكوره اعلاه تم تصنيعها داخل ورش الجامعه التكنولوجيه .

لغرض اجراء عملية البثق تم استخدام الجهاز الموضح في الشكل (5–1) وتم استخدام مكبس هيدروليكي بسعة تحميل قصوى مقدارها (2000 KN) وتم استخدام

زيت مناسب لغرض تزييت كل من السطح الداخلي للقوالب والحاويه وذراع البثق وذلك لتسهيل العمليه . وكانت سرعة المكبس تساوي تقريباً (25 mm/min) .

3-5 تحضير العينات :- Samples Preparation

تم اخذ العينات ذات الشكل الاسطواني بطول (100mm) وقطر (10mm) وعمل لها ماسكات من طرفيها support من اجل تهيئتها لغرض فحص الشد لحساب منحني (الاجهاد – الانفعال) . حيث استخدم مسحوق اسناد خاص (support powder) مع سائل اصلاد (Acrylic Acide) ، بعد ذلك وضع طرف العينه في قالب خاص بصوره عموديه ثم وضعت عجينة الاسناد في القالب ثم تركت لمدة نصف ساعه لتتجمد بعد ذلك تم اخراجها من القالب ومن ثم اجراء نفس الخطوات على الطرف الثاني للعينه لتصبح جاهزه للفحص . لقد تم تحضير العينات بهذه الطريقه حسب توجيهات متخصصين في هذا المجال .

4-5 فحص الشد :- Tensile Test

ان جهاز الاختبار المستخدم في هذا البحث هو جهاز فحص الشد المسمى (Instron – 1195 الماني المنشا) ،حيث تم ربط احد طرفي العينه ذات الشكل الاسطواني بطول (100mm) وقطر (10mm) بالفك الثابت والطرف الاخر بالفك المتحرك ، وتم تسليط حمل Load بصوره تدريجيه Kg (0-1000) حيث يسجل هذا الجهاز مقدار الاستطاله الى ان يصل المعدن الى حالة الفشل (الكسر) . ومن خلال هذه القراءات تم الحصول على منحني (الاجهاد – الانفعال) ،حيث يمر المعدن بمرحلتين هما التشوه المرن elastic deformation الذي يكون على شكل مستقيم والتشوه اللدن plastic deformation الذي يكون على شكل منحني . لقد كانت سرعة اجراء الفحص (1mm/min) .

6 - النتائج العمليه والمناقشه :- Experimental Result & Discussion ان الفحوصات التي اجريت في هذا البحث هو فحص الشد (Tensile Test) لعينات من معدن الالمنيوم النقي التجاري ثم تعريضها الى اصلاد انفعالي وذلك عن طريق تشكيلها على البارد باستخدام عملية البثق المباشر الامامي ولخمسة قوالب ذات تصاميم هندسيه مختلفه (D CRHS, U CRHS, A CRHS, CMSR , $\alpha = 30$) ولنسبة تخصر (50%) .

لقد تم الحصول من هذه الفحوصات على منحنيات (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي للعينات المشكله باستخدام الانواع الخمسه من قوالب لبثق . لقد كان الهدف الرئيسي من الحصول على منحنيات (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي هو تحديد مستوى القص الفائض الناتج عن عملية البثق الامامي ولانواع التصاميم الهندسيه المختلفه لقوالب البثق عن طريق ملاحظة الفروقات في منحنيات (الاجهاد- الانفعال)

الحقيقي للعينات المختلفه بعد تشكيلها وكما مبين في الاشكال : (5-7) ، (5-8) ، (5-9) ، (5-10) ، (5-11) .

ومن خلال ملاحظة المنحنيات التي تم الحصول عليها نلاحظ ان مستوى منحني (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي للمعدن المشكل باستخدام عملية البثق الامامي ولقالب من نوع ($\alpha = 30$) Taper الشكل (11-4) اعلى مستوى من بقية منحنيات (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي عند المقارنه بين المنحنيات ، وهذا يشير الى مستوى القص الفائض المتولد في العينه المشكله بعملية البثق الامامي ولقالب من نوع ($\alpha = 30$) هو اعلى من مستويات القص الفائض المتولده في العينات المشكله بعملية البثق الامامي لبقية انواع القوالب . وفي نفس الوقت نلاحظ ان مستوي منحني (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي للمعدن المشكل باستخدام عملية البثق الامامي ولقالب من نوع (CMSR) الشـكل (5-10) هو ادنى مستوىمن بقية منحنيات (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي . اما بقية منحنيات (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي للعينات المشكله باستخدام عملية البثق الامامي وللقوالب (D CRHS, U CRHS, A CRHS) والموضحه في الاشكال (5-7) ، (5-8) ، (5-9) على التوالي فانها تكون محصوره بين مستويي منحنيي (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي للعينات المشكله باستخدام عملية البثق الامامي وللقوالب (CMSR , $\alpha = 30$) الاشكال (5-10) ، (5-11) على التوالي .علماً ان مستوي منحني (الاجهاد- الانفعال) الحقيقي لمعدن الالمنيوم النقي التجاري هو (Mpa) $131.98 * \varepsilon^{0.13} = y$ في حالته اللدنه . وهذا يعني ان حواص المعدن قد تحسنت (زيادة مقاومة الشد) .

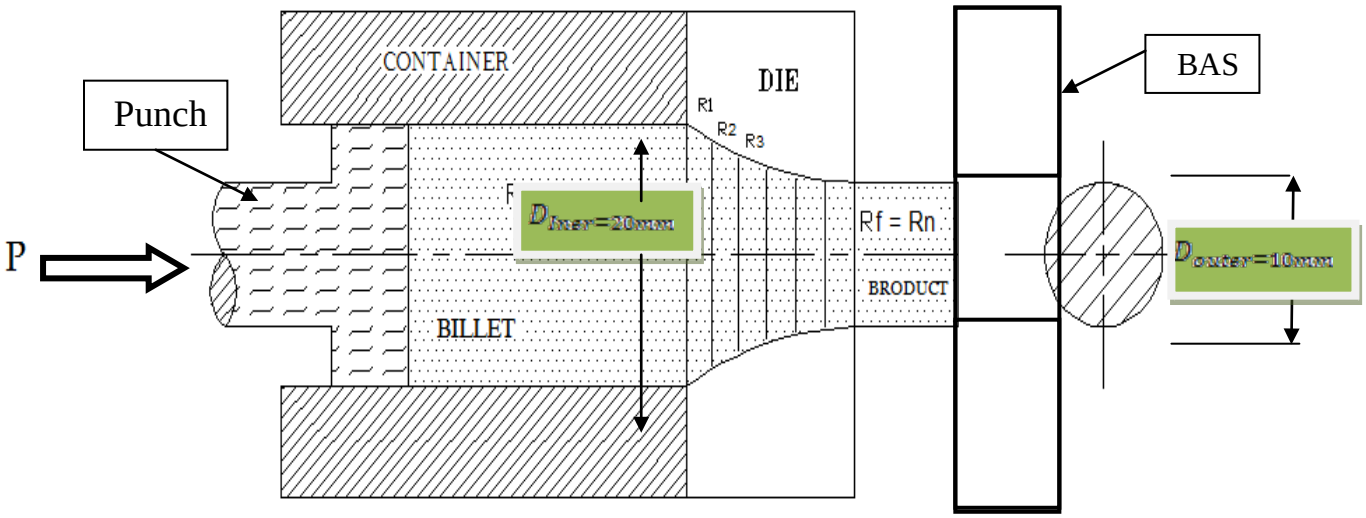
اضافة الى ذلك لاحظنا ظهور بعض العيوب على السطح الخارجي للمنتج المبثوق بقالب نوع ($\alpha = 30$) ، ومن هذه العيوب هو ظهور فجوات على السطح الخارجي للمنتج (Cavity & Piping Defects) وتكوين منطق ميته اثناء عملية البثق داخل القالب (Deed-Zoon Formation) والتي تؤدي الى انهاء سطحي ردئ للمنتج .

وقد لاحظنا ان مثل هذه العيوب تكاد تكون معدومه اوقليله جداً في القوالب التي صممت على اساس مفاهيم نظريه خاصة القلب نوع CMSR .

7- الاستنتاجات : Conclusion

1-عند المقارنه بين القوالب المصممه على اساس مفاهيم نظريه والقالب الصناعي (المخروطي) ومن خلال منحنيات (الاجهاد- الانفعال) للمعدن المبثوق نلاحظ ان القوالب المصممه على اساس مفاهيم نظريه هي الاكثر كفاءه .

2- نلاحظ ايضا من خلال منحنيات (الاجهاد- الانفعال) للمعدن المبثوق بان القالب نوع CMSR هو الاكثر كفاءه من جميع انواع القوالب المصنعه .



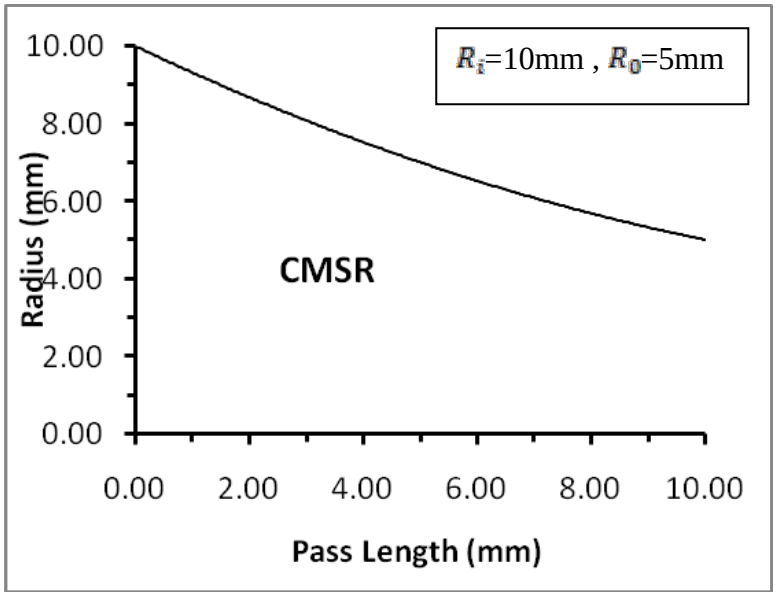
القطر الداخلي للقالب =20mm

القطر الخارجي للقالب= 10mm

انصاف اقطار القالب R_n تكون متغيره حسب ال (pass length) (x)

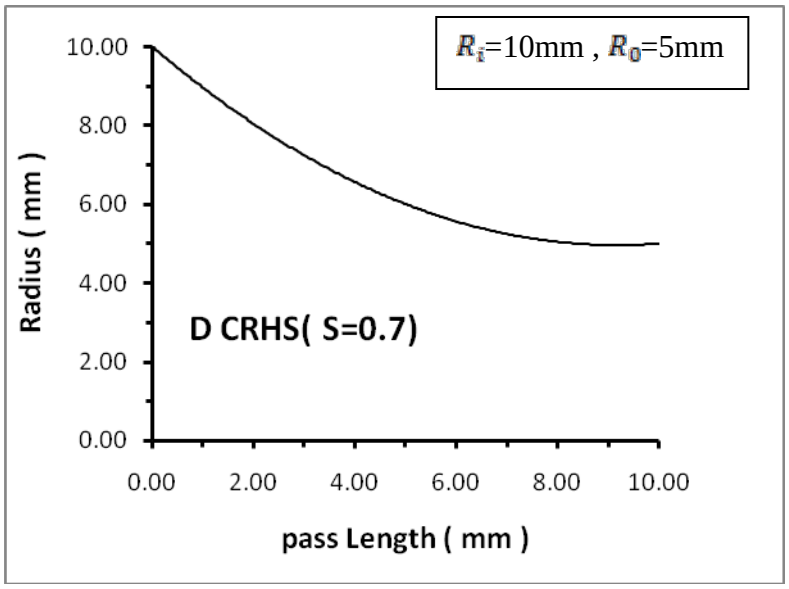
الشكل (5-1)

جهاز البثق الامامي المباشر



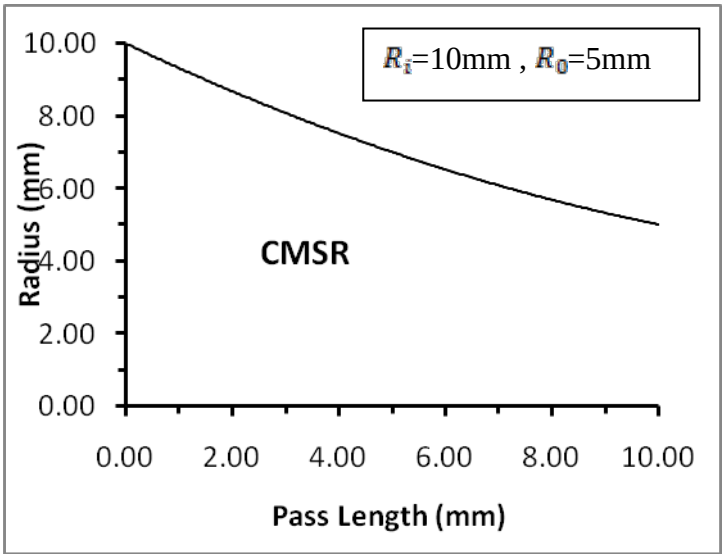
شكل (5-2)

الشكل الهندسي لقالب من نوع (U CRHS)



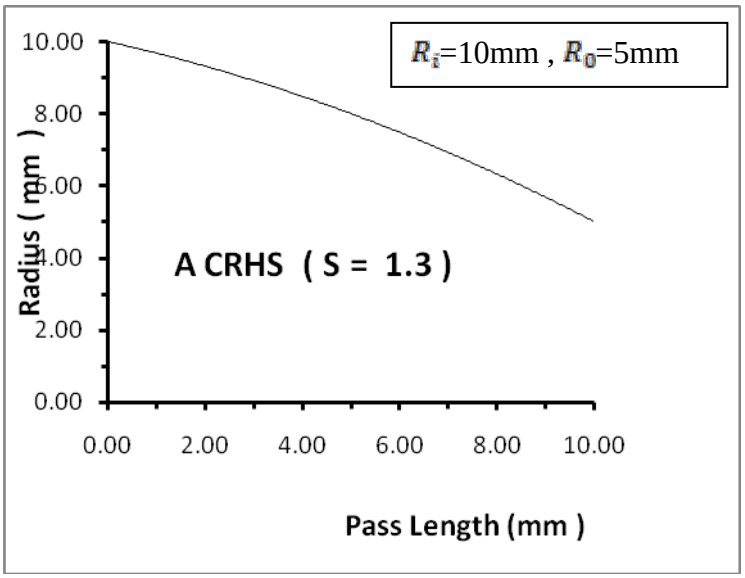
شكل (5-3)

الشكل الهندسي لقالب من نوع (D CRHS)



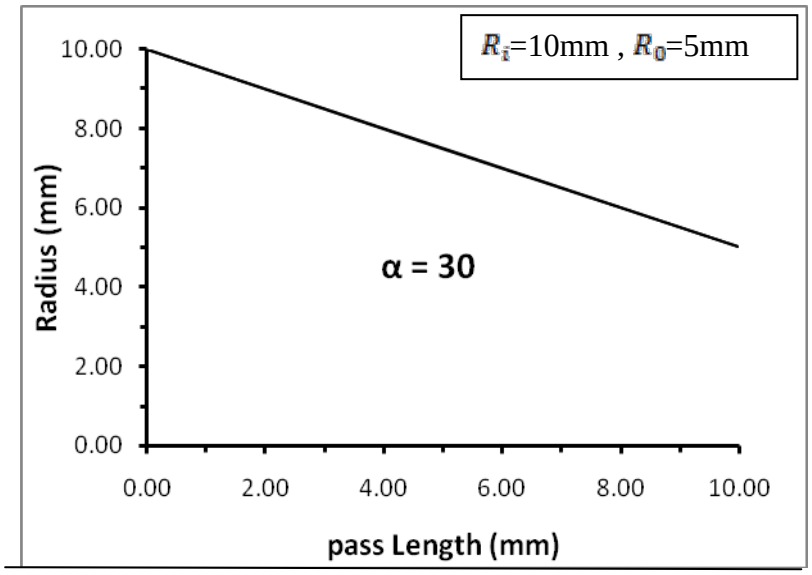
شكل (5-4)

الشكل الهندسي لقالب من نوع (CMSR)



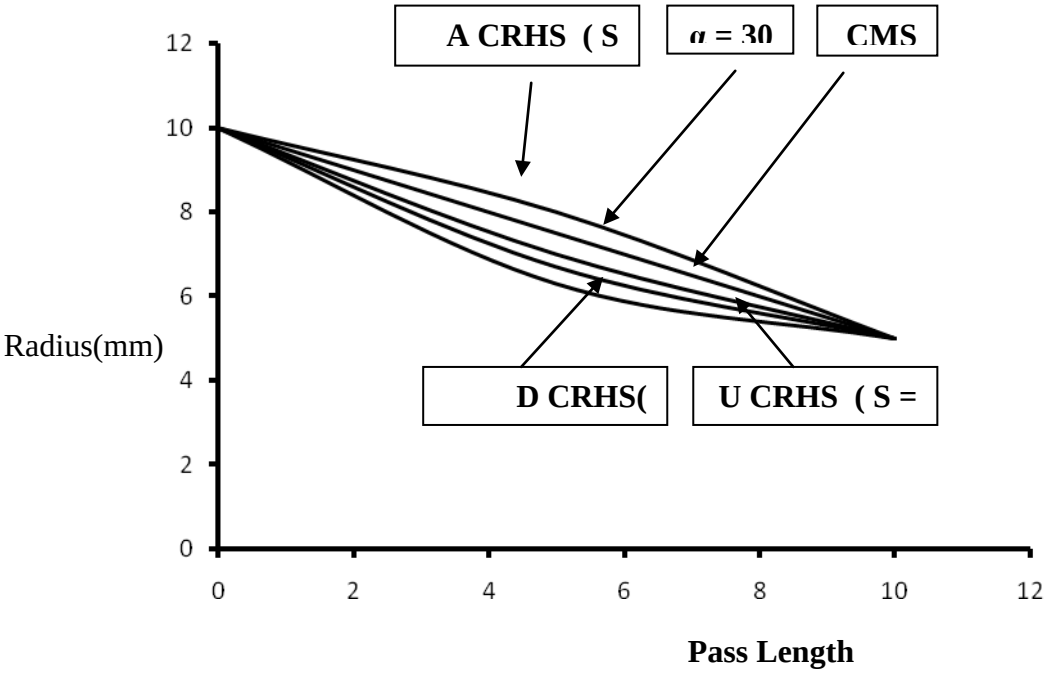
شكل (5-5)

الشكل الهندسي لقالب من نوع (A CRHS)



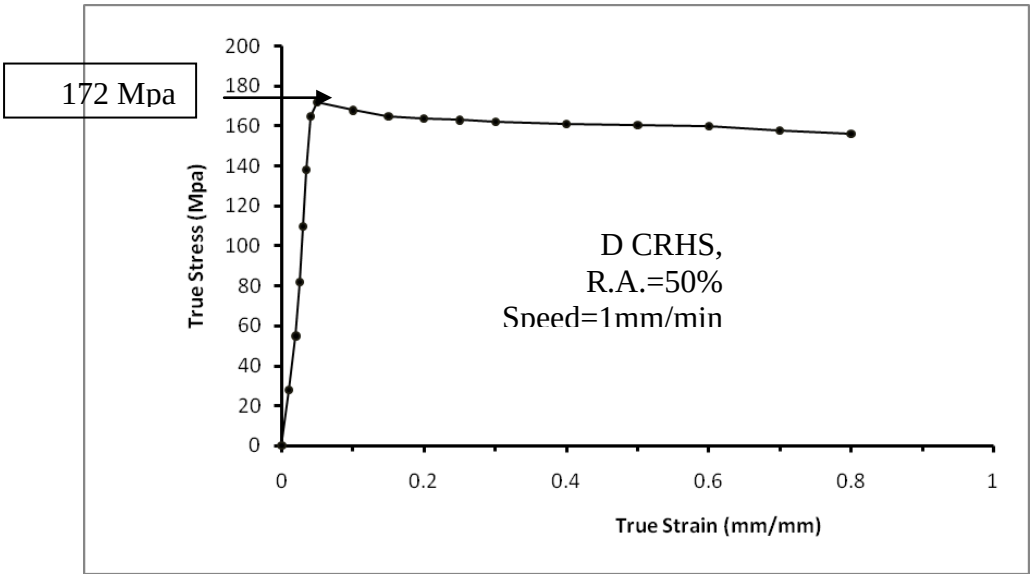
شكل (5-6)

الشكل الهندسي لقالب من نوع (α = 30) Taper



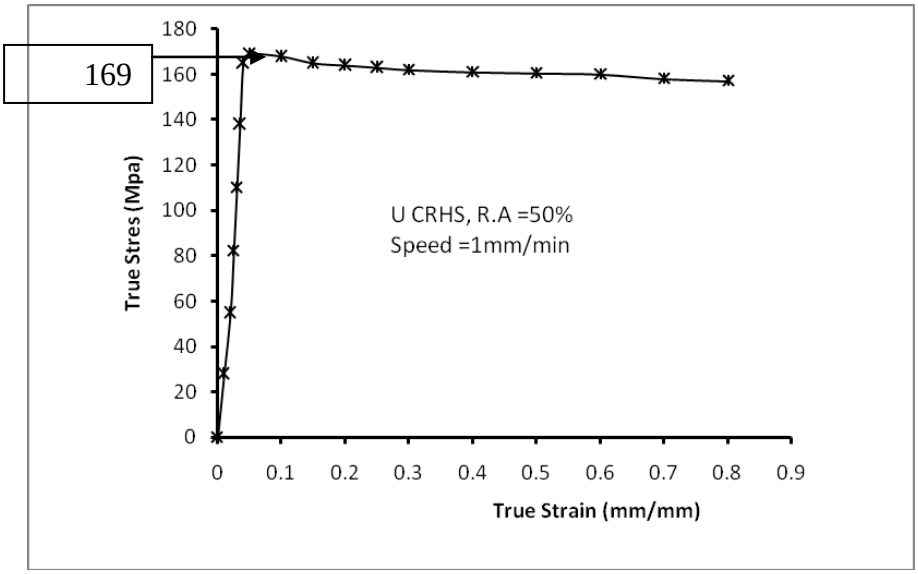
الشكل (5-6)

الاشكال الهندسيه لجميع القوالب المصنعه(للمقارنه)



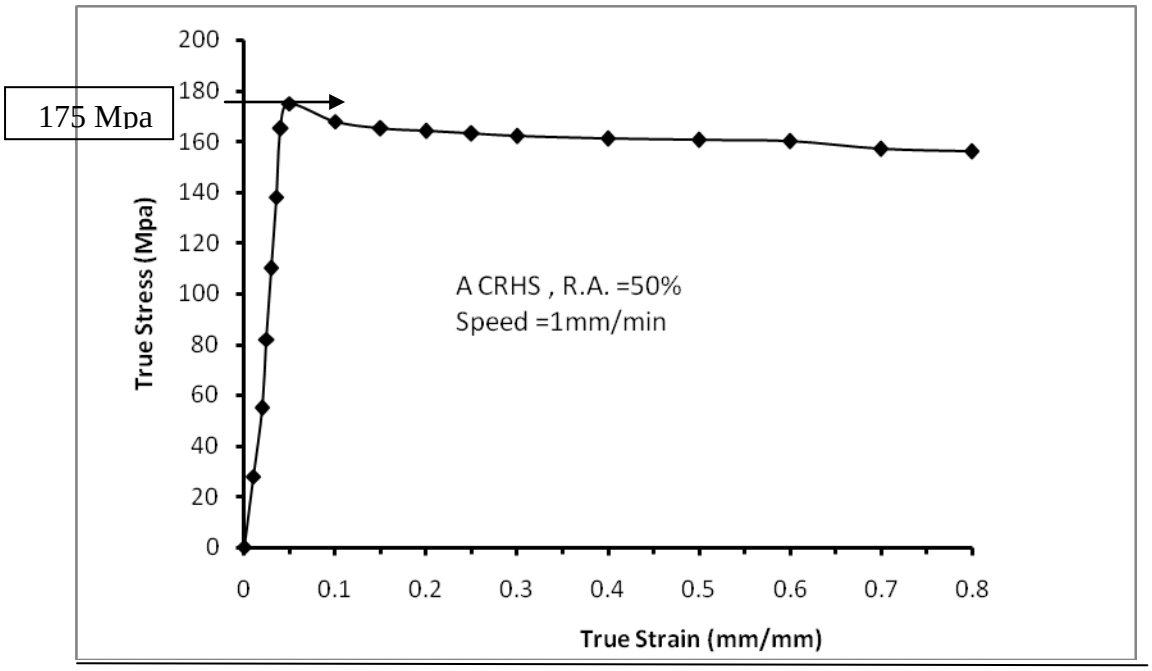
شكل (5-7)

منحني (الاجهاد –الانفعال) لعينه من معدن الالمنيوم مشكله باستخدام قالب البثق (D CRHS)



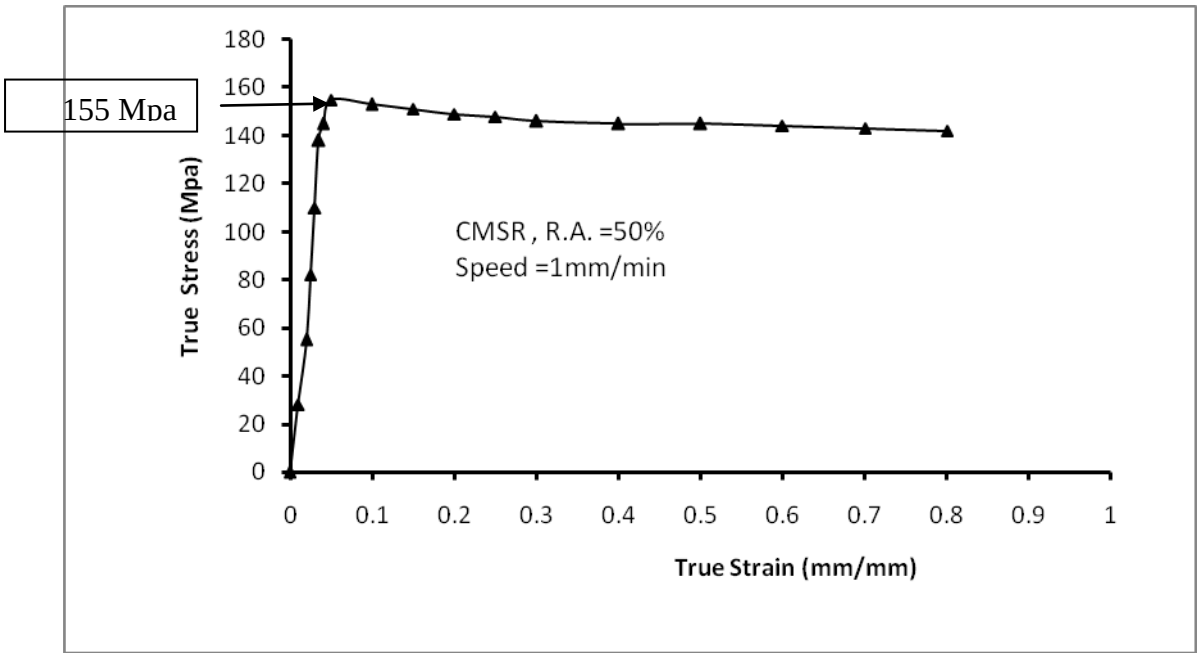
شكل (5-8)

منحني (الاجهاد –الانفعال) لعينه من معدن الالمنيوم مشكله باستخدام قالب البثق (U CRHS)



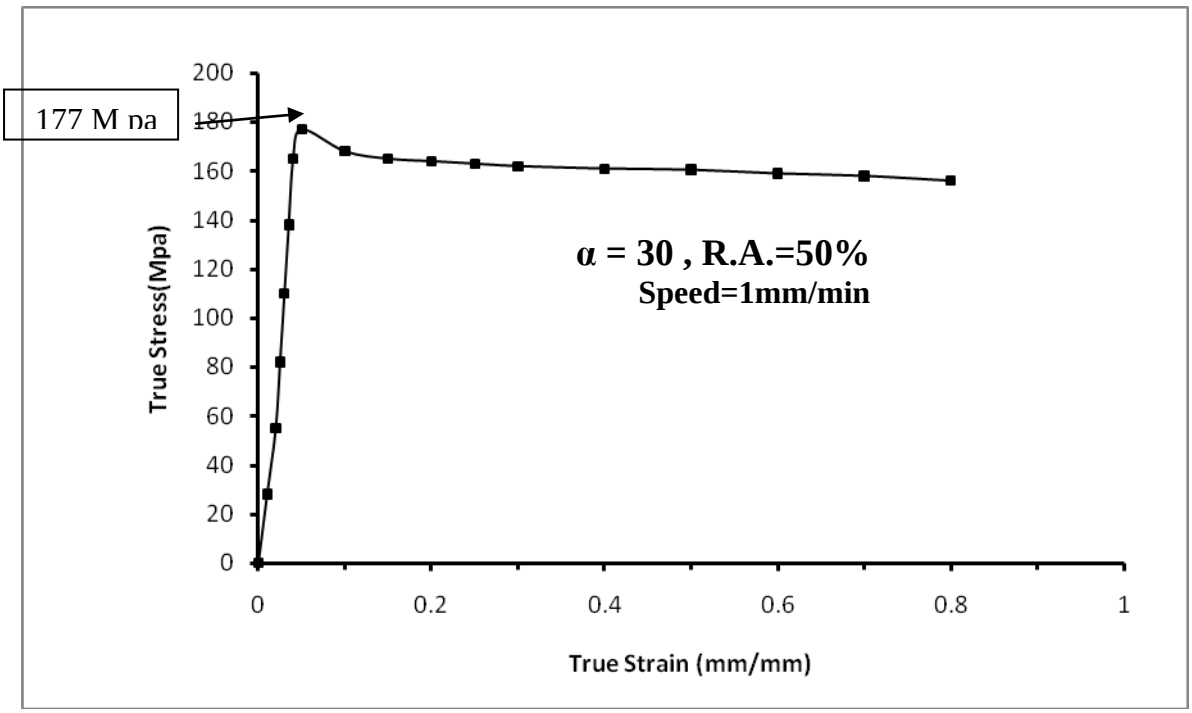
شكل (5-9)

منحني (الاجهاد –الانفعال) لعينه من معدن الالمنيوم مشكله باستخدام قالب البثق (A CRHS)



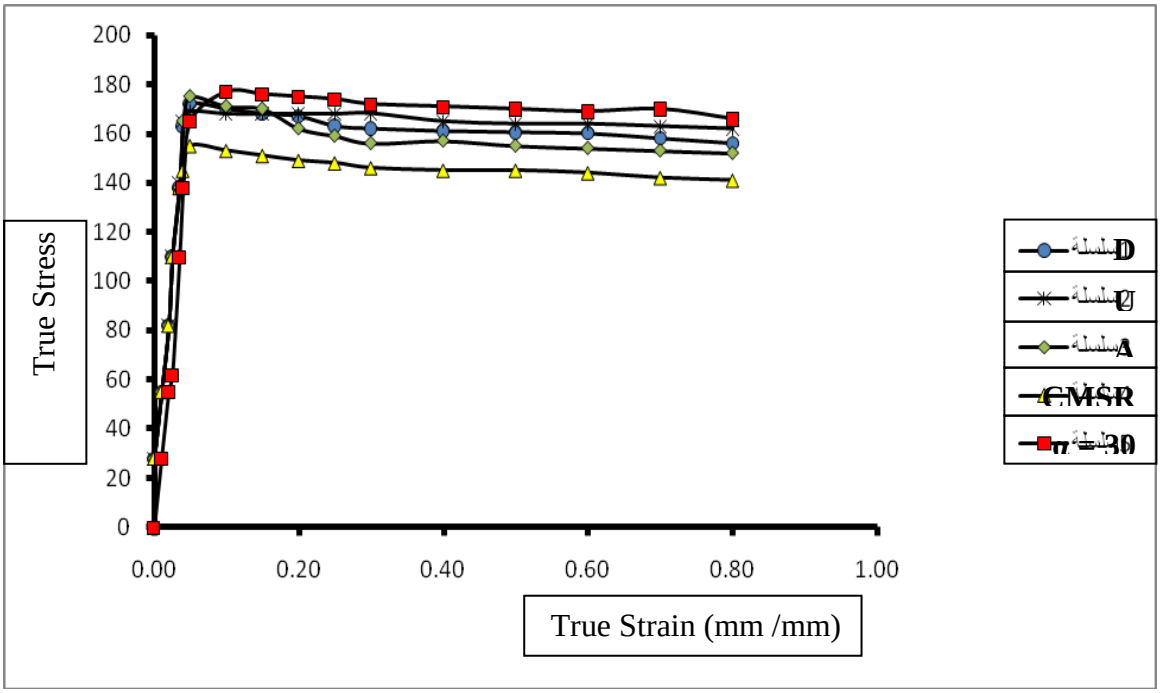
شكل (5-10)

منحني (الاجهاد –الانفعال) لعينه من معدن الالمنيوم مشكله باستخدام قالب البثق (CMSR)



شكل (5-11)

منحني (الاجهاد –الانفعال) لعينه من معدن الالمنيوم مشكله باستخدام قالب البثق (α = 30)



شكل (5-12)

منحنيات (الاجهاد- الانفعال) لجميع العينات (للمقارنه)

References:

CHENOT, J.L., " A numerical application of the slip-line filed method to extrusion through conical dies " Int. J. Engng. Sci., 1978, Vol. 16, PP.263-273.

DONG. YOL YANG & CHOONG – HONG LEE, " Analysis of three – dimensional extrusion of sections through curved die by conformal transformation " , INT. J. Mech. Sci. 1978, Vol. 20, pp. 541-552 .

JUNEJA, B.L., &PRAKASH,R., "An analysis of drawing and extrusion of polygonal section" ,Int. j.Mach. Tool Des. RES.,1975, Vol. 15, pp. 1-30 .

PLAZYNSKI, T. Z., & LEE , R.S., "Pass design and redundant strin in forwad tube extrusion" , J.Mach. Work. Tech., 9(1984) , pp. 313-324.

PLAZYNSKI, T. Z., " Pass profile and residual stresses in blug tube-drawing" , J. Mach. Work. Tech. , 13(1986) , pp.331-337 .

PLAZYNSKI, T. Z., " Rational die design and levels of residual stresses in seamless cold plug drawn copper tupping" , developments in the drawing of matels, 1983 vol. 301,pp. 141- 145 .

PLAZYNSKI, T. Z., " Theoretical method of designing tools foor metal-forming processes " , METAL FORMING , May, 1967,pp 143- 150 .

PLAZYNSKI, T. Z., "Metal forming tool profile and flow" , Macmillan press. London - 1976.

ROWE, GEOFFERY . W. "Principles of industrial metal - working processes, EDWARD ARANOLD ,1977, PP. 21.

SAMANTA , S.K., " A new die profile with high process efficiency " Applied scientific Research , Nov 1971-1972 Vol. 25, N0. 1 , pp. 54-64 .

علي، علاء حسن "دراسة تاثير الشكل الهندسي على الاجهادات في قالب البثق بطريقة المرونه الضوئيه "، رساله مقدمه الى قسم هندسة الانتاج والمعادن في الجامعه التكنولوجيه ، (1995) .