تأثير التلدين على نسبة السحب المحددة للصلب ثنائي الطور في عملية السحب العميق

The Effect of Annealing on L.D.R for Dual Phase Steel in Deep Drawing

كريم محسن
الجامعة التكنولوجية

صادق محسن حمود
كلية الهندسة / جامعة ذي قار

أحمد عبد الله إبراهيم
المعهد الفني/ أربيل

الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة تأثي عملية التلدين (Annealing) على نسبة السحب المحددة (Limiting Drawing Ratio) للصلب ثنائي الطور (Dual Phase Steel) في عملية السحب العميق نظرا لأهميته في الصناعة.

خلال التجارب العملية تم استخدام العديد من العينات التي تم إنتاجها باستخدام المخرطة بعد أن قطعت إلى الشكل المربع ذو أبعاد قريبة من الأقطار المطلوبة. تم تخمير اغفال الصلب ثنائي الطور إلى منطقة التلدين الحرج ($\alpha+\gamma$) ومن ثم التبريد البطيء داخل الفرن إلى درجة حرارة الغرفة. وبعد ذلك تم قياس الخواص الميكانيكية (إجهاد الخضوع، مقاومة الشد، الاستطالة النسبية، نسبة السحب المحددة) قبل وبعد عملية التلدين.

Abstract

In this paper it have been studied the effect of annealing on the limiting drawing ratio for dual phase steel in deep drawing.

Through the experimental practice many specimens were cut to the rectangle shape with dimensions close to the desire blank diameter, then these specimens formed to the final diameter by turning machine.

The blanks put in a furnace, then the temperature increases until the critical annealing region ($\alpha+\gamma$), then it leaves in a furnace to cooling slowly to room temperature. The mechanical properties like yield stress, tensile strength, and the limit drawing ratio before and after annealing were measured.

المقدمة

يعتبر الصلب ثنائي الطور من المعادن الكثيرة الاستخدام في مجال الصناعة لما يمتاز به من قابلية تشكيل جيدة مع الاحتفاظ بقابلية الانحناء ومقاومة التآكل الميكانيكي العالية المشابه للصلب المنخفض الكربون مما أسهمت في إدخاله صناعة أبدان السيارات وأجزاء أخرى استجابة للاتجاه الاقتصادي من خلال تقليل الوزن دون التضحية بالمقاومة.

يمتاز الصلب الثنائي الطور بالخضوع المستمر ونسبة مقاومة خضوع / مقاومة شد واطئة ودليل تصليد انفعالي عالي مما يؤدي إلى تأخر الفشل مقارنة بالصلب المنخفض الكربون.

التركيب الأساسي للصلب ثنائي الطور عبارة عن مزيج من أرضية الفرايت ومنتشرة خلاله جزر أو ألياف من المارتنزايت وان سلوك منحنى الإجهاد-الانفعال لهذا الصلب يختلف عن ذلك الذي للصلب المنخفض الكربون وكذلك للصلب عالي المقاومة منخفض السبائكي(HSLA) [١] .

إن نقطة الخضوع لهذا الصلب تكون غير واضحة لان منحنى الإجهاد-الانفعال يكون مستمرا ويعود السبب إلي قلة التفاعل الحاصل بين الانخلاعات والمذابات البينية والمتمثلة بالكربون،النيتروجين والمتضمنات التي تكون على هيئة مركبات أو تكون خارجة من الفرايت غير المتحول [٢] .

تطبيقات الصلب ثنائي الطور في الصناعة

يمتاز الصلب ثنائي الطور بقابلية تشكيل جيدة ووزن قليل مما كان سببا مباشرا في استخدامه في صناعة وسائط النقل إذ يتراوح النقصان في الوزن بين ٦ – ١٠% باستخدام هذا الصلب بدل من (HSLA) واهم مجالات استخداماته هي[٥]:-

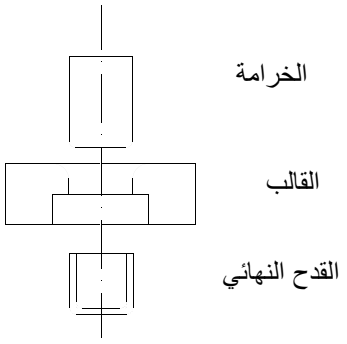
١- صناعة المحركات.
٢- أوجه القضبان.
٣- الدعامات القوية.
٤- مساند التعليق.
٥- عناصر الموقفات.
٦- العجلات.
٧- أطواق العجلات.
٨- الأقراص.
٩- ريش المروحة لمولد التيار المتناوب.
١٠- أعمدة عناصر المقود.
١١-بكرات مضخات الماء.
١٢-القنوات الداخلية والخارجية.

طرق إنتاج الصلب ثنائي الطور

* طريقة التلدين المستمر.
* طريقة التلدين بالوجبات.
* طريقة الإنتاج بالدلفنة.

السحب العميق (Deep drawing)

السحب العميق أحد العمليات الصناعية المهمة التي تستخدم في تشكيل الصفائح المعدنية والحاويات والعلب وظروف الاطلاقات ويمكن تعريف عملية السحب العميق بأنها عبارة عن إنتاج قدح اسطواني من غفل دائري يؤخذ من صفيحة معدنية بإجبار الغفل blank من خلال فتحة قالب die باستخدام خرامة مسطحة flat punch للحصول على قدح اسطواني ذو قاعدة مسطحة كما موضح في الشكل (١) الذي يبين السحب العميق لأبسط أنواع القوالب وهو القالب المسطح flat die حيث يكون للغفل الأصلي قطر d_b وسمك t_b بينما يكون للخرامة d_p ويجب أن يكون هناك خلوص نصف قطري مناسب لأبعاد الغفل ليكون كافيا لمرور الغفل خلال فتحة القالب وإلا تعرض إلى عملية الكي Ironing وهي عبارة عن عملية أخرى حيث يكوى الجدار أثناء التشكيل مما يؤدي إلى التناقص في سمك الجدار وزيادة طوله.



الشكل رقم (١) [٦]
السحب العميق لأبسط أنواع القوالب

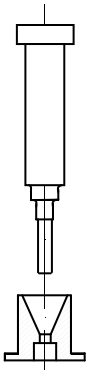
تسمى نسبة قطر الغفل الأصلي إلى قطر الخرامة D_b/D_p نسبة السحب drawing ratio بينما تسمى

النسبة بين قطر الخرامة إلى سمك الغفل الأصلي D_p/t_b نسبة السمك وتسمى اكبر نسبة سحب يمكن الحصول عليها بنسبة السحب المحددة Limiting Drawing Ratio (L.D.R) ، وقد يحصل الفشل للأقداح المنتجة بسبب حدوث الانطواء wrinkling في منطقة الشفة وهناك احتمال حدوث الفشل بسبب حدوث الكسر في منطقة الانتقال من قاعدة القدح إلى الجدار. قد تبرز عيوب للأقداح المشكلة مثل ظاهرة عدم الانتظام unevenness والتاذن earring أو ظاهرة التعرجات corrugations .

الجانب العملي

- ***الخرامة و القالب***

الشكل رقم (٢) يبين تفاصيل الخرامة punch والقالب die والذي استخدم في تجارب البحث حيث تم استخدام صفيحة بسمك ٠.٦ ملم وكان قطر الخرامة يساوي ١٢ ملم الذي يعطي نسبة سمك thickness ratio (D_b/t_b) يساوي ٢٠ . تم استخدام قالب ذو زاوية نصفية ٢٠°



الخرامة

الشكل رقم (٢)
الخرامة والقالب

**** قطع العينات***

لقد أنتجت العينات باستخدام المخرطة بعد أن تم قطعها مربعة الشكل قريبة من الأقطار المطلوبة ومن ثم خراطتها إلى الاقطارالدائرية المطلوبة وهناك ميزة لخراطة العينات وهي أنها لا تتعرض إلى التصليد الانفعالي الذي يتعرض لها الاغفال الممكن إنتاجها بعملية القطع المعروفة blanking.

**** التلدين***

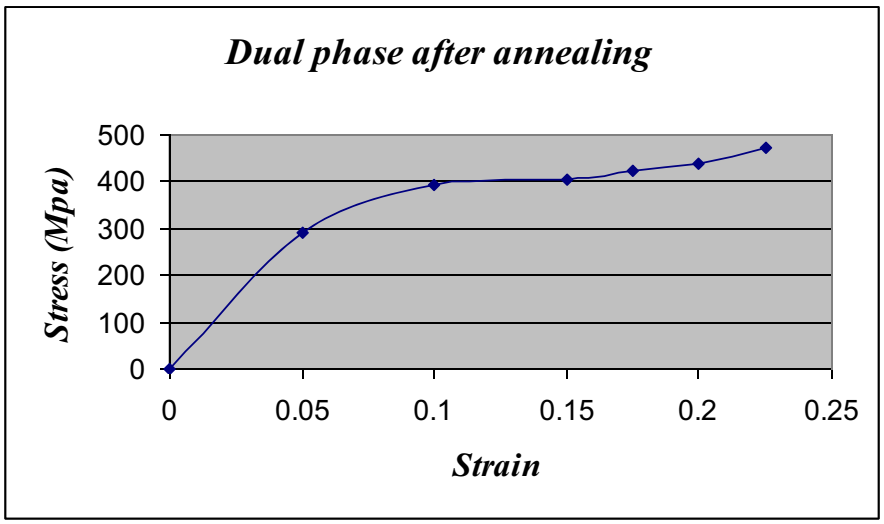
التلدين هو عملية تسخين الصلب ببطء لدرجة حرارة معينة مع إعطاء فترة مناسبة للتجانس الحراري ثم يبرد ويكون معدل التبريد هو العامل الذي يحدد البنية الداخلية الناتجة في الصلب.ويتراوح معدل التبريد الذي يحدد طبيعة البنية الداخلية النهائية ما بين التبريد المفاجئ وبين التبريد البطيء داخل الفرن.

تم تخمير اغفال الصلب الثنائي الطور إلى منطقة التلدين الحرج ($\alpha + \gamma$) ٦٩٥ درجة مئوية والبقاء لفترة زمنية كافية للتجانس الحراري ثم التبريد البطيء داخل الفرن للوصول إلى درجة حرارة الغرفة.

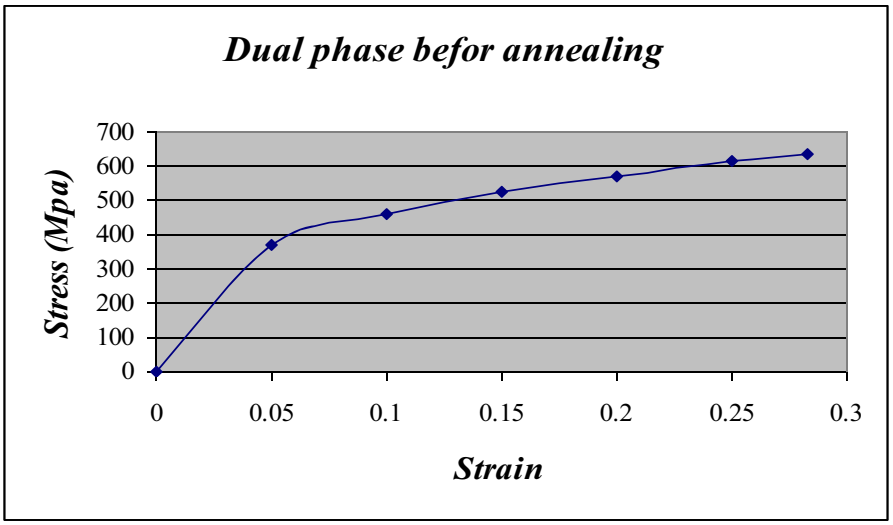
النتائج

جدول رقم (١): الخواص الميكانيكية

المعدن	إجهاد الخضوع Mpa σ_y	مقاومة الشد Mpa σ_u	الاستطالة النسبية% ψ	دليل التصليد الانفعالي n	معامل المقاومة k
الصلب ثنائي الطور قبل التلدين	٢٤٧	٤٨٧	٢٢.٥٣	٠.٣١١	٩٤٤.١
الصلب ثنائي الطور بعد التلدين	٢٣٧	٤١٥	٢٨.٣٣	٠.٢٩٥	٧١٠



الشكل رقم (٣): منحنى الإجهاد – الانفعال الحقيقي للمعدنين باستخدام معادلة هولومان $\sigma = K.\varepsilon^n$ (بعد عملية التلدين)



الشكل رقم (٤): منحنى الإجهاد– الانفعال الحقيقي للمعدنين باستخدام معادلة هولومان $\sigma = K.\varepsilon^n$ (قبل عملية التلدين)

جدول رقم (٢): المقارنة بين نتائج عملية السحب العميق للصلب ثنائي الطور قبل وبعد عملية التلدين

نوع المعدن	نسبة السحب المحددة L.D.R	نوع الفشل
الصلب ثنائي الطور قبل التلدين	٢.٣٣	Wrinkling الانطواء في شفة القدح
الصلب ثنائي الطور بعد التلدين	٢.٥٦	Fracture الكسر عند تقوس الخرامة(التحول من ارتفاع القدح الى القاعدة)

المناقشة

من الجدول رقم (١) وبمقارنة إجهاد الخضوع للصلب ثنائي الطور قبل وبعد عملية التلدين وجد أن إجهاد الخضوع بعد عملية التلدين سوف يكون اقل وذلك لان حركة الانخلاعات (Dislocations) تكون أسهل وان هذه الانخلاعات تحتاج إلى اجهادات قليلة خلال عملية التشوه.

كما وجد أن هناك زيادة في إمكانية السحب لإغفال أكبر أي الحصول على نسبة سحب محددة L.D.R أكبر وهذا ناتج عن التخلص من الاجهادات الداخلية والتقليل من التصليد الانفعالي.

الاستنتاجات

إن عملية التلدين تؤدي إلى إزالة الاجهادات (اختفاء الاجهادات عند الحدود البلورية) مما يعطي إمكانية حدوث الخضوع بنقطة (بإجهاد اقل) مع زيادة في المطيلية مما يعطي أهمية لعملية السحب العميق بحيث تزداد نسبة السحب المحددة والدليل في الجدول رقم (٢) حيث ازدادت نسبة السحب المحددة بعد عملية التلدين إلى ٢.٥٦ وهو العامل المهم في عمليات السحب العميق.

References

1- J.Ruzzant, C. Carfi, J. Tormo and a. M. Hey : (Deformation behavior of Austenite- Ferrite structure), Strength of Metals and Alloys, 16-20 August 1982, Volume (1).

2-S. A. Colovanenko; N. M. Fonshtien; B. A. Bukreer: (Production of cold-rolled Ferritic-Martinsitic steels for forming), steel in USSR, Vol. 15, June 1985, P. 300.

3-M. S. Rashid, : (High strength low alloy steels) Science, Vol. 208, 23 May 1980 p : 862.

4-Takashi Furukawa : (Dual phase sheet steels for Automotive Applications), Metal progress, December 1979, P. 36.

5-M. Y. Demeri : (The formability of Dual phase steels), Met- Trans, Vol. 12A, July 1981, P. 1187.

٦- دريد عبد الامير لازم : (دراسة تجريبية للسحب العميق لاغفال دائرية سميكة باستخدام قالب مخروطي) ، هندسة المكائن والمعدات، الجامعة التكنولوجية ١٩٩٣. رسالة ماجستير، قسم