تحديد إمكانية التشكيل للمعدن المتباين في الخواص الميكانيكية

م.كريم محسن يونس
الجامعة التكنولوجية

م. صادق محسن حمود
جامعة ذي قار/كلية الهندسة

م.م طالب حريز عليخ
جامعة ذي قار/كلية الهندسة

ملخص البحث

في هذا البحث تم دراسة تأثير معامل التباين(Coefficient Anisotropy) لما له من أهمية في عمليات السحب العميق (Deep Drawing) حيث تعود ظاهرة التأذن (Earring) إلى تأثير هذا المتغير على وجه الخصوص بالإضافة إلى علاقته مع المتغيرات الأخرى مثل الاجهادات والانفعالات ومقاومة المعدن للتشكيل في الاتجاهات المختلفة مع اتجاه الدرفلة والعمودية والمائلة.

تم إعداد عينات مقطوعة بالاتجاهات الموازية (α=0) والمائلة (α=45) والمتعامدة على اتجاه الدرفلة (α=90) ومن ثم أجريت تجارب الشد على تلك العينات لقياس الاجهادات والانفعالات بتلك الاتجاهات.بعد ذلك تم حساب متغيرات التباين (Coefficient Parameters) H,G, F وكذلك معامل التباين باستخدام معادلات هل (Hill Equations).

الرموز والمصطلحات

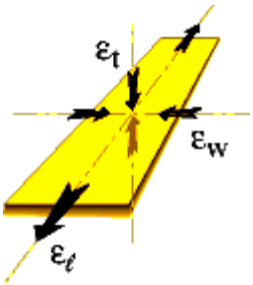
ε_w - الانفعال باتجاه العرض (عرض العينة).
ε_t - الانفعال باتجاه السمك (سمك العينة).
R_α - مقدار التباين في الاتجاه α
ε_l - الانفعال باتجاه الطول .
α^o –زاوية الميلان
$\sigma_{0.2}$-إجهاد الخضوع
$\sigma_{u.t.s}$-أعظم إجهاد نهائي
r%-النسبة المئوية للتخصر
e%- النسبة المئوية للاستطالة
n - دليل التصليد الانفعالي

المقدمة

لغرض تحديد قابلية المعدن للتشويه اللدن من دون حصول الفشل لا بد من توفر المعلومات عن الخواص الميكانيكية للمعدن في الاتجاهات المختلفة بالنسبة إلى اتجاه الدرفلة مثل إجهاد الخضوع، دليل التصليد الانفعالي، النسبة المئوية للتخصر(مقدار التناقص في المساحة)، معامل التباين.والأخير يعتبر من أهم المقاييس للتشكيل بالسحب العميق حيث يعتبر مقياس لمدى مقاومة المعدن للترقيق (Thinning) فكلما كانت مقاومة المعدن للترقيق عالية كلما كان الضياع في المعدن أقل.

معامل التباين هو النسبة بين الانفعال باتجاه العرض إلى الانفعال باتجاه السمك. يتم حساب قيمة معامل التباين، (R) في حدود التشوية اللدن المنتظم والذي يساوي ١٠-٢٠% من قيمة التشوية اللدن الكلي عند اغلب المصادر[١,٢,٣] [من خلال العلاقة ألتاليه:-

$$R_\alpha = \varepsilon_w / \varepsilon_t \text{ ----------(1)}$$



حيث يتم إجراء تجربة الشد على عينات مقطوعة بالاتجاهات الموازية ، المائلة والمتعامدة على اتجاة الدرفلة ، $\alpha = (0,45,and90^o)$. بعد أن يتم رسم عدد من الخلايا المربعة الشكل بالأبعاد ١٠*١٠ضمن الطول القياسي للعينة ، فسوف يطرأ تغيرا علية أثناء عملية الشد حيث يزداد الطول ويقل العرض ومن خلال ثبوت الحجم قبل عملية التشكيل وبعدها يمكن الحصول على التغير في السمك.

$$\varepsilon_w + \varepsilon_l = -\varepsilon_t \quad \text{----------(2)}$$

كذلك يمكن تحديد معامل التباين من خلال تجربة الانضغاط ، compression test التي لابد من اخذ ظاهرة الاحتكاك بنظر الاعتبار في هذه الحالة لان الاحتكاك سوف يعيق انسياب المعدن عند مناطق التماس كما هو معروف عنة في المناطق الأخرى [2]

الجانب العملي

تم إجراء تجربة الشد على العينات المقطوعة بالاتجاهات الموازية ، المائلة والمتعامدة على اتجاة الدرفلة لتحديد معامل التباين، coefficient anisotropy كما وأجريت نفس التجارب المذكورة اعلاة لتحديد إجهاد الخضوع .

تم حساب متغيرات التباين, coefficient F,G,andH - parameters من العلاقات ادناة , Hill equations , 1948[1].

$$2F = 1 / \sigma_{90}^2 + 1 / \sigma_{45}^2 + 1 / \sigma_0^2$$
$$2G = 1 / \sigma_{45}^2 + 1 / \sigma_0^2 + 1 / \sigma_{90}^2 \quad \} \text{ ---------- (3)}$$
$$2H = 1 / \sigma_0^2 + 1 / \sigma_{90}^2 + 1/\sigma_{45}^2$$

Or other relations, also Hill equations , 1948.

$$R_0 = H / G$$
$$R_{90} = H / F$$
$$R_{45} = (2N -(F+ G)) / F+G$$
$$N / G = (R_{45} + 1 / 2) (1 + (R_0 + R_{90}))$$

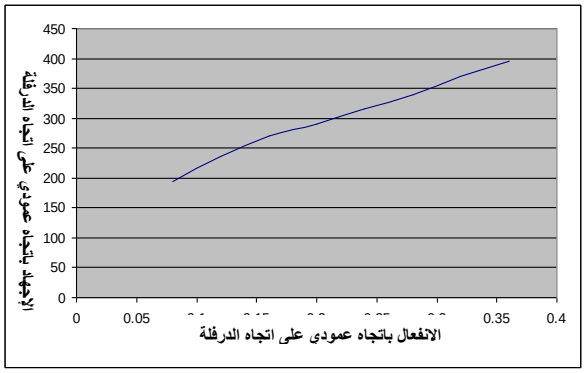
كما تم تحديد قيم الانفعالات، strains من خلال العلاقات التالية:

$$\varepsilon_{90} = (\varepsilon_{90}) H / H + G$$
$$\varepsilon_{45} = (\varepsilon_{90}) F / F + H$$

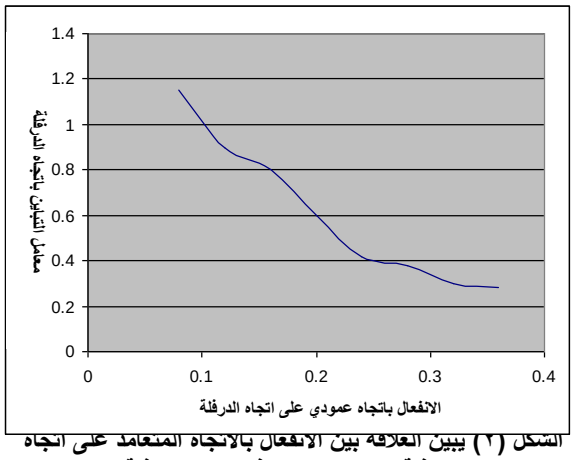
النتائج والحسابات

النتائج التي تم الحصول عليها من التجارب العملية والحسابات تم وضعها في الجدول التالي:-

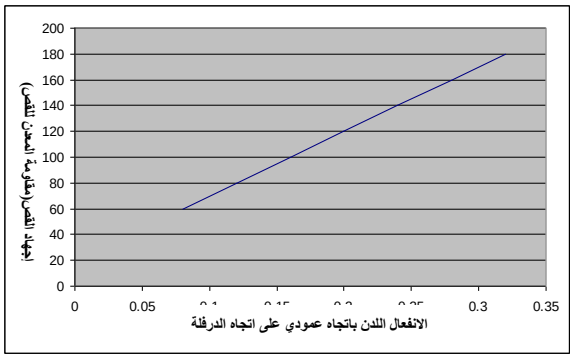
α^o	$\sigma_{0.2\ N/mm^2}$	$\sigma_{u.t.s\ N/mm^2}$	r%	e%	n	$r_{uniform}$ %	$e_{uniform}$ %	$\sigma_{fracture}$	R
0	265.5	380	50.3	22.5	0.497	13	15	350	1.3
45	257	370	45.5	20.5	0.478	7.1	7.6	415.5	0.7
90	272	369	53.4	26.5	0.465	13	14.5	372	2.1



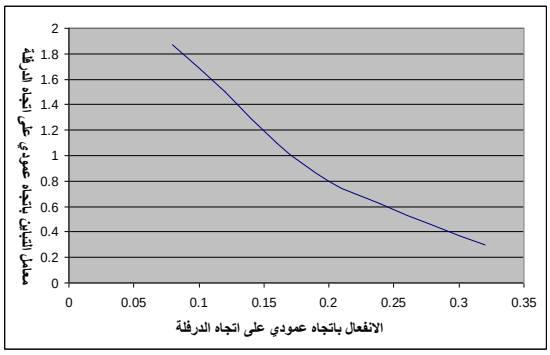
الشكل (١) يبين العلاقة بين الانفعال بالاتجاه المتعامد على اتجاه الدرفلة والإجهاد في ذلك الاتجاه



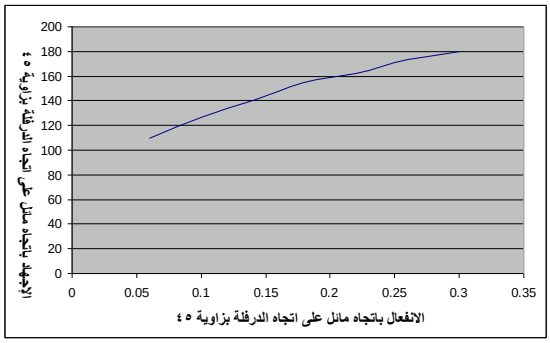
الشكل (٢) يبين العلاقة بين الانفعال بالاتجاه المتعامد على اتجاه الدرفلة ومعامل التباين في اتجاه الدرفلة



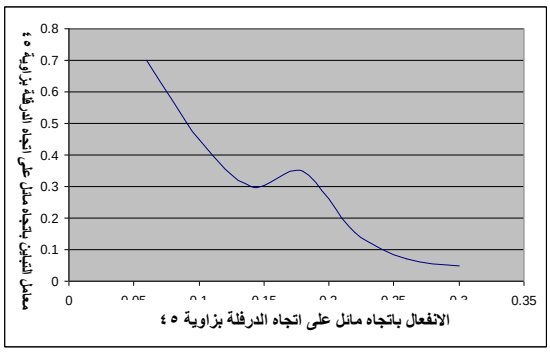
الشكل (٣) يبين العلاقة بين الانفعال اللدن بالا تجاه العمودي على اتجاه الدرفلة وإجهاد القص (مقاومة المعدن للقص).



الشكل (٤) يوضح العلاقة بين الانفعال بالاتجاه العمودي على اتجاه الدرفلة ومعامل التباين في ذلك الاتجاه.



الشكل (٥) يبين العلاقة بين الانفعال بالاتجاه المائل على اتجاه الدرفلة بزاوية ٤٥ درجة مع الإجهاد في ذلك الاتجاه.



الشكل (٦) يظهر العلاقة بين الانفعال ومعامل التباين في الاتجاه المائل على اتجاه الدرفلة بزاوية ٤٥ درجه.

المناقشة

لغرض الحصول على صورة واضحة حول طبيعة العاقة التي تربط بين المتغيرات الثلاثة الإجهاد والانفعال ومعامل التباين تم دراسة هذه المتغيرات بالاتجاهات الموازية والمائلة والمتعامدة على اتجاه الدرفلة حيث تبين مايلي:-

بمقارنة المخططين (١,٢) نلاحظ بأن معامل التباين يتناقص بزيادة الانفعال وكذلك بازدياد الاجهادات بمعنى آخر كلما ازدادت مقاومة المعدن للتشويه اللدن كلما انخفضت قيمة معامل التباين وهذا يعني أن قابلية المعدن للتشكيل سوف تسوء ضمن حدود معينة.

أما المخططين (٣,٤) فيوضحان أن استمرار عملية التشكيل (زيادة في الانفعال) سوف يؤدي إلى زيادة في مقاومة المعدن للقص مما يتطلب زيادة في القوة اللازمة للتشكيل.كذلك إن الاستمرار في عملية التشكيل سوف يؤدي ارتفاع الأذن المتكونة والتي تدعى بظاهرة التأذن (Earning) وحصول الترقق والتضخم (Thinning and Thickening) في سمك الجدار وحدوث الفشل .علماً أن حدوث حالة الترقق والتضخم مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بمعامل التباين حيث أن المعدن سوف ينساب بسرعة أكبر في الاتجاه الذي يمتلك أوطأ قيمة لمعامل التباين دون الاتجاهات الأخرى وبالتالي يكون هناك ترققاً في هذا الاتجاه عنه في باقي الاتجاهات[٣].

الاستنتاجات:-

- من خلال التجارب تبين أن معامل التباين (R) ليس ثابتاً في الاتجاه الواحد بل يكون متغيراً تبعاً لتغير الانفعال وأن العلاقة بينهما عكسية.
- إن إمكانية التشكيل للمعدن تقل كلما قلت قيمة معامل التباين وان الاتجاه الذي يمتلك معامل تباين أقل سوف يكون فيه ترققاً أكثر لأن المعدن سوف ينساب أكثر في ذلك الاتجاه.

References :-

1- W . Johnson and P . B . Mellor . Engineering plasticity. 1975, p 94-97.

2- J.Gil.Sevillano. The sheets story plastic anisotropy. Tech University, material engineering 2003.

3- Weilong Hu and Jeame He. Anisotropy characteristics of materials and basic selecting rules with different sheet metal forming processing. Journal of materials processing technology, 127 (2000) 374-381.