الترقيم الدولي ٨٦٩٠ - ١٩٩١ ISSN 1991- 8690
Email:utjsci@utq.edu.iq Website: http://jsci.utq.edu.iq

دراسة الخواص الميكانيكية لمنتج من مادة الفولاذ واطئ التسبيك

ستار عبود عباس

كلية العلوم- جامعة واسط

الخلاصة

تم تحديد المواصفات الميكانيكية لنماذج من الفولاذ واطئ التسبيك, والتي من خلالها يتم تحديد جودة المنتج بالمقارنة مع المواصفات القياسية المعدة لإنتاج ذلك المنتج حيث تم أجراء فحوصات النقاوة بالاستناد إلى المواصفة الألمانية DIN-5060 التي تعتمد طريقة التصنيع (ESR), وكانت أصغر قيمة تم الحصول عليها هي (K1=5.1) في حين اعلي قيمة تم الحصول عليها هي (K1=8) .كما تم الحصول على قيم الشد القصوى وإجهاد الخضوع ووجدت تقع بين(١١١٦-١٣٣٢)نيوتن لكل مليمتر مربع وهي ضمن المواصفات القياسية، وكذلك نتائج الصدمة تراوحت بين (63-108) جول وكانت نتائج فحص الصلادة مطابقة للمواصفات القياسية أيضاً .

الكلمات الدليلية: الفيزياء, علم المواد, السبانك, الفولاذ

المقدمة :

مرت الدراسات المتعلقة بإنتاج وتطوير صناعة الفولاذ بأنواعه بمراحل متعددة وذلك لتحسين نوعيته من خلال إدخال تقنيات حديثة واستخدام طرق متعددة لغرض الوصول إلى منتج يلبي متطلبات الصناعة الحديثة. حيث ابتكرت طريقة إعادة الصهر بكهربة الخبث (ESR) بعد الحرب العالمية الثانية واستخدمت في عمليات إنتاج الفولاذ لتحسين النوع والتقليل من الشوائب غير المعدنية وتحسين المواصفات الميكانيكية [1] .توماس (1977) قام بتحسين المواصفات الميكانيكية للفولاذ بإضافة معادن الأتربة النادرة [2] .ولسن (1997) بحث في العلاقة بين الخواص الميكانيكية والقياسات الفعلية للمتضمنات فوجد أن خواص الشد والمطيلية لهما علاقة مع قياس مساحة المتضمنات [3] .لي (1989) بحث في العلاقة بين التركيب ألمجهري والهشاشة حيث لاحظ تأثير كبير لوجود المتضمنات على مطيلية المادة [4] .عام (1992) استحدثت المواصفة الأمريكية ASTM,E-112 لحسب معدل محتوى المتضمنات باستخدام محلل الصور الأوتوماتيكي [5] .جونهيلو (2000) أشار إلى اختلاف الخواص بين مادة الأساس والشوائب والتأثير الكبير لوجود الشوائب على الخواص الميكانيكية لها [6] .

يدخل الفولاذ واطئ التسبيك بشكل واسع في تصنيع هياكل وأجزاء معظم المكائن والمعدات المدنية منها والعسكرية لذلك يتطلب وضع سياق خاص أو مسالك تكنولوجية للمحافظة على أنتاج هذه المادة بمواصفات مقبولة ، وهذا بدوره يحتاج إلى تقيم دقيق لموصفات المنتج بأجراء الفحوصات المختبرية اللازمة للتأكد من صلاحيته من حيث المواصفات الميكانيكية مثل فحص الشد, أجهاد الخضوع, الصلادة , الصدمة, التركيب ألمجهري وكذلك البحث عن وجود الشوائب والمركبات غير المعدنية والتي يطلق عليها بالمتضمنات (inclusions) [7] .

تعتمد جودة المنتج بصورة خاصة على خواصه الميكانيكية المختلفة والتي تتأثر بدقة تنفيذ خطوات التصنيع وبوجود المتضمنات اللامعدنية وعادةً ما يكون هذا ألتأثير سلبي حيث تعمل هذه المتضمنات كرافعة للأجهادات وتعد مناطق لتركيز الأجهادات . أن بعض الخواص تكون أكثر حساسية من غيرها لوجود المتضمنات فمثلاً تكون ألاستطالة والمطيلية أكثر تأثير من مقاومة الشد القصوى [1] . كما إن تأثير المتضمنات على مقاومة الصدمة (مقاومة المادة للانكسار عند تعرضها للأحمال المفاجئة) يظهر من خلال تأثيرها في الصلادة مما يجعل المادة أكثر هشاشة واقل مطيلية إي قلة تلك المقاومة . ويمكن معرفة ذلك بصورة أولية من الشغل اللازم لكسر العينة عند اختبار الشد ولكن القيمة الفعلية لها تقاس من خلال اختبار الصدمة [8].

إن هذا الفحص يعطي معلومات عن كون المادة مطيلية او هشة فالمادة المطيلية تحتاج إلى طاقة اكبر لكسرها لأنها تتشوه بمقدار كبير قبل إن تنكسر وهذا يعبر عن طاقة مخزونة في المادة وغير متحررة لذلك تحتاج إلى طاقة اكبر للتغلب على هذه الطاقة إما المادة الهشة فإنها تتشوه بمقدار ضئيل أو لا تتشوه لذلك فان الطاقة المخزونة غير المتحررة ستكون قليلة وفي هذه الحالة تحتاج إلى طاقة قليلة لكسر مثل هذه المادة [9] .والهدف من هذا البحث هو دراسة مواصفات المنتج المصنع محلياً ومقارنتها مع المواصفات القياسية للتأكد من صلاحيته اذا ما اتفقت مع المواصفات القياسية.

الجزء العملي:

تقطيع وتحضير النماذج :

تم تقطيع النماذج من المنتج الأصلي ومن ثم شغلت بشكل دقيق وحسب المواصفات العالمية باستخدام الفريزة والتورنة للحصول على النماذج الخاصة بفحوصات الصدمة والشد ,كذلك شغلت نماذج أخرى لغرض فحوصات الصلادة والفحص ألمجهري بعد إجراء عمليات الصقل والتنعيم لكي نحصل على سطح شبيه بالمرآة . كما تم تحضير نماذج خاصة للفحوصات الكيمياوية .

الأجهزة المستخدمة :

1- جهاز الشد: أستخدم جهاز الشد نوع shimatzo ياباني الصنع حمل خمسة طن (5t) لغرض أجراء فحوصات الشد والخضوع بعد تحضير النموذج حسب المواصفة الألمانية DIN 50125.

2- جهاز الصدمة : تم استخدام جهاز الصدمة (Impact) انكليزي الصنع (300J)وبرأس يزن ١٥كغم والطريقة المستخدمة في الفحص هي طريقة شاربي (Charpy) حيث يثبت النموذج المحزوز على شكل حرف (V) وبزاوية 45^0 ,وعلى الجانب الأخر من المطرقة, حيث يعرض إلى حمل مفاجئ بواسطة حركة مطرقة البندول ذو الحافة الحادة وبسرعة 5.24م /ثا .

3– جهاز فحص الصلادة : تم أجراء هذا الفحص بجهاز Rokwell Willson-503 أمريكي الصنع ,حيث تضغط كرة من الفولاذ المصلد على سطح النموذج وباستخدام حمل ثابت مقداره 150 كيلوغرام ولمدة 10 ثانية ومن معرفة قطر الأثر يمكن تحديد صلادة برينل من خلال المعادلة التي ذكرت سابقاً .

4- أجهزة الفحوصات المجهرية :تم استخدام المجهر الضوئي -Litz ألماني الصنع بقوة تكبر (100x) لغرض الفحوصات المجهرية بعد أتمام عمليتي الصقل والتنعيم لدرجة يصبح النموذج فيها كالمرآة ليتم مشاهدة وحساب المتضمنات بواسطة المجهر الضوئي ومنها نجد درجة النقاوة للنموذج المفحوص بالنسبة للدليل K1 [10] .

المواصفات القياسية :

المستند الفني [Ts-En-05]

باعتبار نماذج المادة السبائكية موضوعة البحث تعتبر منتجة لأول مرة ,وخاضعة للاختبار فقد اعتمدت الموصفات الميكانيكية والكيمياوية بالمقارنة مع المستند الفني المرقم [Ts-En-05]. أدناه المواصفات القياسية للسبيكة كما جاء في المستند الفني المذكور أعلاه.

أولاً : التركيب الكيمياوي:

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Fe
0.27	0.40	0.15	0.035	0.035	1.30	3.80	0.14	Rem

ثانياً : المواصفات الميكانيكية :

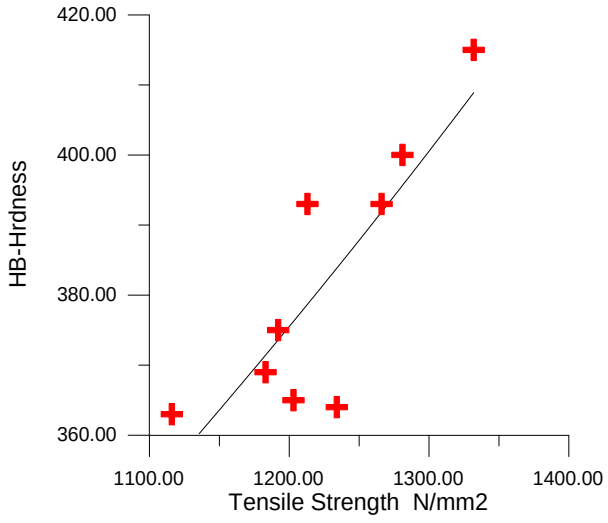
$Б_{uts}$: 1100-1320 N/mm^2
$Б_{0.2}$: > 1000 N/mm^2
Б% : > 14 %
Toughness : > 60 J at 20 ^0c
HB : 340-380

النتائج والمناقشة :

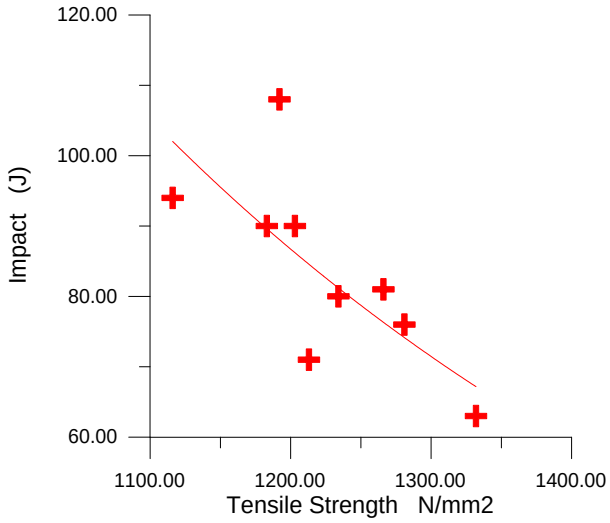
نتائج الفحوصات الميكانيكية :
تم أجراء فحوصات الشد وإجهاد الخضوع والاستطالة للنماذج ألمأخوذة من الإنتاج المصنع بعد أجراء المعاملة الحرارية والمراجعة والجدول (1) يبين الفحوص الميكانيكية للشد والصلادة والصدمة إضافة إلى فحص النقاوة . الشكل (1) يبين علاقة الصلادة مع أجهاد الشد يبين حيث زيادتها مع زيادة أجهاد الشد وهذا يشير إلى سلامة المنتج ومطابقته للمواصفات القياسية المذكورة في المستند الفني المعد للإنتاج ((TS-EN-053).
الشكل (2) يبين علاقة فحص الصدمة مع أجهاد الشد والذي يبين إن جميع القيم فوق القيمة القياسية 60 (J) ونلاحظ أن العلاقة عكسية حيث كلما أزداد الإجهاد قلت مقاومة الصدمة وذلك لقلة المطيلية للمادة. الشكل (3) يبين النموذج الإحصائي لقيم فحص الصدمة على الرغم من محدودية عدد النماذج ويؤشر التوزيع جودة الفحوصات عند الأخذ بمعدل عام لنتائج الفحوصات الذي هو أكثر من القيمة القياسية المطلوبة.

جدول (1) : نتائج الفحوصات الميكانيكية وفحص النقاوة.

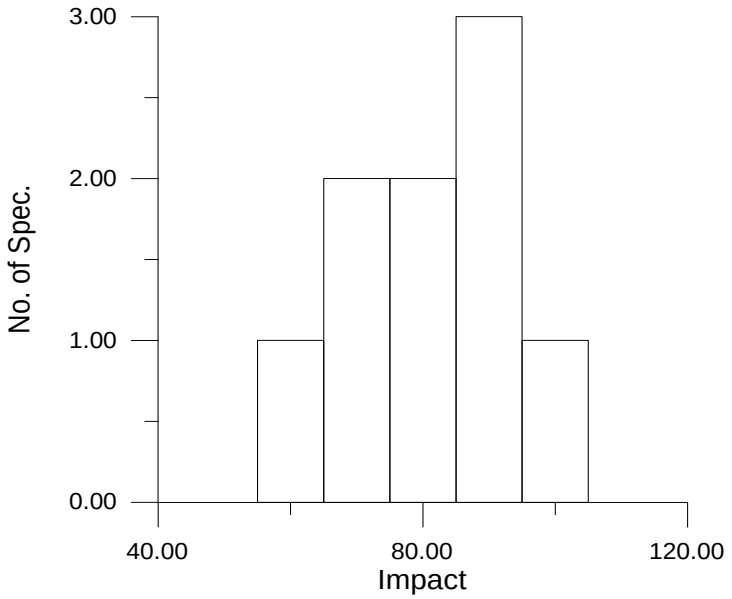
رقم النموذج	قيمة الشد القصوى $E_yN/mm2$	أجهاد الخضوع $E_yN/mm2$	الصدمة (J)	الإستطالة E%	الصلادة BHN	النقاوة K_1
1	1281	1203	76	12.0	400	6.7
2	1116	1029	94	11.5	363	7.4
3	1213	1135	71	13.7	393	8.0
4	1183	1099	90	12.5	369	7.5
5	1192	1108	108	14.0	375	5.8
6	1266	1176	81	14.5	393	7.2
7	1234	1171	80	14.0	364	5.2
8	1332	1232	63	14.0	415	7.6
9	1203	1135	90	15.0	365	5.1



الشكل (1) : العلاقة بين أجهاد الشد والصلادة



الشكل(2) العلاقة بين أجهاد الشد ومقاومة الصدمة

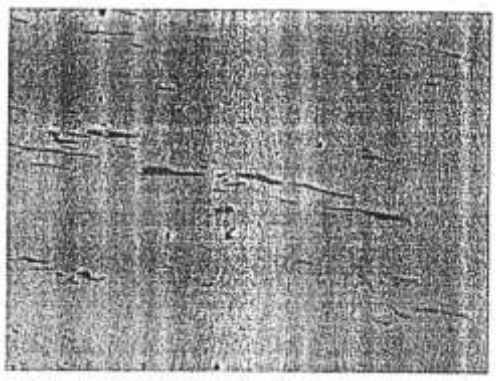


شكل (3) : التوزيع الإحصائي لقيم فحص الصدمة

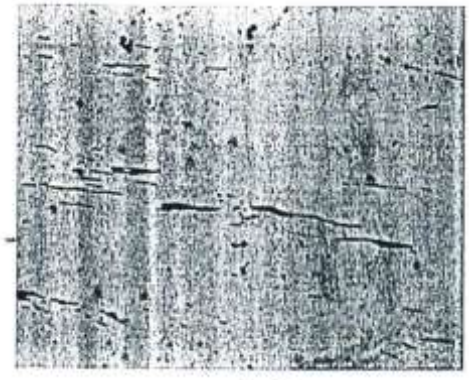
نتائج فحص النقاوة :

اختلفت درجة النقاوة للنماذج المفحوصة ضمن مدى ضيق نسبياً حيث تراوحت بين (5.1-8) بالنسبة للدليل K_1 أي بعد إهمال المتضمنات اللامعدنية الصغيرة لأنها لا تؤثر كثيراً على مواصفات المنتج. يبين الشكل (4) متضمنات مستطالة قبل المعاملة الكيميائية لأحد النماذج مما يدل على أنها ليست كبريتات حديدية بينما يبين الشكل (٥) متضمنات كبريتيدية مستطالة بعد المعاملة الكيميائية لنفس النموذج.

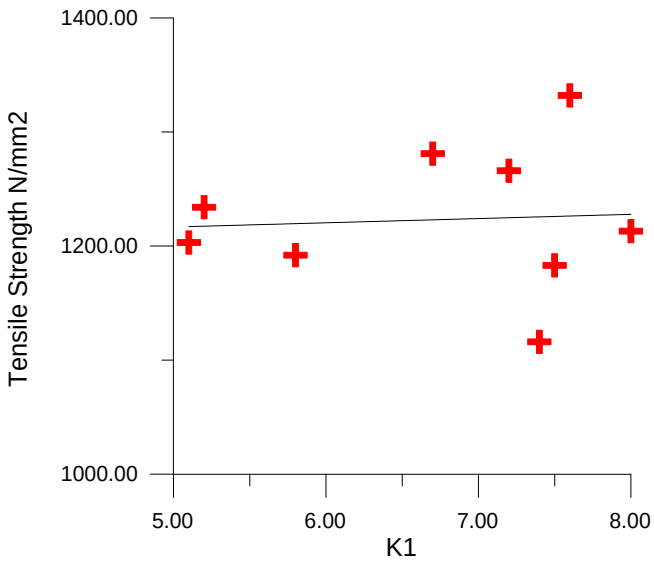
الشكل (6) يبين علاقة فحص الشد مع فحص النقاوة والذي يلاحظ من خلاله انه لا توجد هناك علاقة واضحة بين نظافة النماذج (النقاوة) وإجهاد الشد , كما هو الحال مع الخواص الميكانيكية الأخرى , وذلك لتشتت قيم النقاوة من جهة والمدى الذي تتغير فيه.



الشكل (4) : يبين متضمنات كبريتيدية مستطالة قبل المعاملة الكيميائية



شكل (5) : متضمنات كبريتيدية مستطاله بعد المعامله الكيميائية لنفس النموذج



شكل (6): **يبين العلاقة بين مقاومة الشد القصوى والنقاوة**

الاستنتاجات :

من خلال النتائج التي حصلنا عليها في هذا البحث نستطيع أن نلخص الاستنتاجات الآتية :

١- قيم فحوصات الصلادة وجدناها مطابقة لقيم الصلادة التي جاءت بها المواصفة القياسية ولجميع نماذج السبيكة المنتجة .

٢- كذلك وجدنا أن فحوصات الشد والصدمة أيضاً مطابقة للمواصفات القياسية.

٣- من خلال فحص النقاوة استنتجنا أن المتضمنات اللامعدنية ليس لها تأثير واضح على المواصفات الميكانيكية إذا كانت ضمن المواصفات القياسية.

المصادر :

References:

١- صباح عجيب كاصد ," تحديد المتضمنات اللامعدنية في مطروقات الفولاذ ", أطروحة ماجستير,(٢٠٠٤)

2- Metal handbook 9th edition Vol. 15 "Casting", (1988).

3- Thomas, "Control of inclusions morphology in steel", August 1977 (Internet) .

4- A.D.Wilson, "The influence of inclusions on the fatigue and Toughness properties", ASME Journal of Engineering Material and technology, Vol.101 No.3,July (1979),P-265.

5- S.Lee, "Correlation of micro structure and tempered Martensite embrittlement",Metal trans.Vol.20A,June, (1989).

6- ASTM Standard E1122, "Obtaining JK inclusions ratings Using automatic image analysis".

7- Chunhuiluo, "Behavior of non-metallic inclusions in plastic Deformation of steel", 2000 .

8- Metal handbook 9th edition Vol. 9, "Metallugraphy and Microstracture", (1985).

9- V.Kondic, "Metallurgical principles of founding", (1968).

10-YA,YA.Bayguzin, A.I.Melker, "Atomic mechanism of crack nucleation in a coherent inclusions", the physics of metals and metallugraphy Vol.65, N0.5, (1988), P-7 .

Abstract

Mechanical properties have been determined for a low alloy steel sample, which according to it determined acceptance of the sample product comparing with stander characteristics .

Purity test have been a chivied by the DIN-characteristic (DIN-5060), which depend on the industrial way (ESR), the low value obtained equal to (K1=5.1) whenever high value obtained equal to (K1=8). As well as the tensile ultimate value (1116-1332 N/mm^2) and yield point has been reached which are included with slandered measurement. Also the impact test have been investigated, the results arranged between 63-108 Joule. Also the hardness test has been done under the standard measurement.