

تصميم وبناء منظومة مبرمجة للفحوصات للاتلافية للمعادن باستخدام النظائر المشعة

سمير خضر ياسين العاني

قسم الحاسبات-كلية التربية للبنات-جامعة بغداد، العراق-بغداد.

الملخص

تم في هذا البحث تصميم وبناء منظومة فحوصات لاتلافية (non destructive test) للكشف عن عيوب المعادن الداخلية او الخارجية ، يستند مبدأ عمل هذه المنظومة على الاستفادة من قابلية الاختراق للاشعة النووية المنبعثة من المصادر المشعة وخاصة التوهين (Attenuation) لهذه الاشعة من قبل المعادن .

تتكون المنظومة من مصدر للاشعة وهو عبارة عن احد النظائر المشعة يتم وضعه بدرع خاص (shield) مع نظام تبخير وكاشف، تؤخذ القطعة المراد فحصها والتي غالباً ما تكون على شكل قضيب معدني (metal rod) وتوضع على منصة متحركة مجهزة بمحرك خطوي (step by step motor) يتحرك ضمن توقيت معين تم تصميمها لهذا الغرض بحيث يكون موقع القضيب ما بين المصدر والكاشف .

تم اجراء فحوصات لشدة الاشعة النافذة من خلال قضيب يحتوي على عيوب بتسجيل قراءات و بفترات زمنية محددة ومتساوية وبشكل مسح طولي (scan) للقضيب المعدني، حيث تم تسجيل النتائج بجهاز حاسوب مرتبط بالكاشف ومن خلال برامجيات معينة (software) يتم الحصول على منحنى يمثل العلاقة ما بين طول القضيب وشدة الاشعة النافذة والذي يعطي مؤشر عن وجود حالات العيوب الداخلية او الخارجية كالكسر او الفجوات داخل المعدن حيث يعطي ارتفاعات في المنحنى (peak) في اماكن العيب او انخفاضات في الاماكن الغير متجانسة من المعدن .

بينت التجارب الاولى للتشغيل بانه هذه الطريقة لها سرعة وكفاءة جيدة للفحص للاتلافي واعطيت مقترحات لتطوير هذه المنظومة وتطوير البرامجيات الملحقه بها بحيث يتم الفحص بثلاثة ابعاد (3-dim) للحصول على نتائج دقيقة عن موقع وحجم العيب .

Abstract

In this practical research a computerize unit has been design and constructed for a non-destructive test for a metal using radio active isotopes for detecting metal defects. The principle of this unit is to make use of the ability of radioactive radiation to penetrate through the metal. The unit consists of the radioactive source, which is one of the radioactive isotopes (Cs-137). It is located on a lead shield coordinated with a collimating system and detector. The sample wanted to be tested takes the shape of a metal rod and is placed on a moveable stage motivated by a stepper motor, which enable it to move in a limited time, and the rod is located between the source and detector. The intensity of penetrating radiation in the defected rod is recorded by a longitude scan of the rod. The results are recorded by the computer, which is connected to the detector through an electronic interface. By using specialized software; a curve, which represents the relationship between the length of the rod and the radiation intensity, is given. This curve indicates the cracks, cavities and defect found in the rod and its locations. The curve shows high peaks in

the defected areas and low peaks in the locations of non-homogeneous area. The preliminary experiment for the operation of this system has revealed its easy usage with good speed and efficiency for testing in comparison with traditional methods such as radio photography and x-ray regarding such method has never been used before. Suggestions were given to develop this system and up grate its software for three dimensions testing, with high accuracy to indicate the size and location of the defects.

الجانب النظري

ان تفاعل اشعة كاما (Gamma -radiation) مع المادة يتم بثلاث طرق هي [1] :-
-الظاهرة الكهروضوئية photoelectric effect
-استطارة كومبتن Compton scattering
-انتاج زوج الكترون بوزترون pair production
ان عملية الامتصاص للاشعة تتم من خلال هذه الظواهر اعتمادا على الطاقة الابتدائية للفوتونات (photons) والوزن الذري (atomic weight) للمادة الممتصة .
لقد وجد ان التوهين (attenuation) للاشعة يتناقص بشكل اسي مع زيادة السمك للمادة الممتصة حيث يتبع القانون التالي :-

$$I=I_0 e^{-\mu x} \text{ ----- (1)}$$

حيث I_0 هي شدة الاشعة المنبعثة من المصدر
 I هي شدة الاشعة النافذة عبر الحاجز او المادة الممتصة
 μ معامل الامتصاص للمادة (cm^{-1})
 x سمك المادة (cm)
نلاحظ من هذه المعادلة ان الزيادة في قيمة x تؤدي الى انخفاض قيمة I وعلى العكس من ذلك فان انخفاض قيمة x تؤدي الى ارتفاع قيمة I .
ان عمل المنظومة المصممة في هذا البحث يعتمد بصورة اساسية على هذه المعادلة حيث يتم استغلال تغير قيمة x أي نقصان سمك المعدن المراد فحصه بسبب وجود العيوب في تسجيل التغير في قيمة I والذي يدل على وجود هذه العيوب .

الجانب العملي

تم تصنيع منصة متحركة مزودة بحمالات يتم وضع القضيب (rod) المراد فحصه عليها وبالامكان تغيير شكل الحمالات بحيث يمكن فحص اشكال مختلفة وضمن امكانية المنظومة للفحص ، تستند هذه المنصة المصنعة على سكة منزلقة وتكون مرتبطة بشفت دوار مسنن يرتبط من خلال عجلة

مسننة بالمحرك الخطوي وكما هو مبين في الشكل (1) الذي يمثل مخطط المنظومة المصممة .

يتم وضع المصدر المشع (^{137}Cs) ذو نشاط اشعاعي (Activity) مقداره 20 مايكروكيوري (μCi) في غرفة مدرعة (shield) بالرصاص تحتمي على ثقب ونظام تبئير (focusing system) والذي هو عبارة عن قضيب صلد من مادة التتستن مع بعض العناصر التساكية بطول (10cm) وقطر (5cm) ويكون بشكل عمودي على القطعة المراد فحصها ويحتوي هذا القضيب على ثقب صغير مربع الشكل بحيث يتم سقوط حزمة عمودية دقيقة من اشعة المصدر على القضيب المراد فحصه [2] . يتم وضع الكاشف المستخدم لقياس شدة الاشعة (Radiation detector) النافذة خلف القطعة المراد فحصها بشكل عمودي ايضا على القطعة مع درع من الرصاص وكما هو مبين في الشكل (1) . ان اختيار المصدر المشع يتم اعتمادا على سمك المادة المراد فحصها فالمادة ذات السمك الكبير يتم اختيار المصدر المشع لها بنشاط اشعاعي اكبر لضمان نفاذ الاشعة فيها مع مراعاة قواعد السلامة النووية [3].

يكون ارتباط المحرك الخطوي بمجهر قدرة مستمرة (D.C power supply) وتكون حركته بشكل خطوات زمنية قياسية يتم تحديدها من الساعة (clock) المرفقة بهذا المحرك .

تم ربط الكاشف بجهاز (Analog to Digital Converter) لتحويل الاشارة التماثلية (analog) الى رقمية (Digital) ومن ثم توضع دائرة توافق (Interface) تربط من خلالها الحاسبة الالكترونية (Computer System) من خلال توصيلة التوالي (Serial port) وتكون هذه الحاسبة مزودة بجهاز طابع (printer) او جهاز راسم (plotter) لطباعة النتائج على الورق .

ان النتائج التي يسجلها الكاشف يتم تخزينها في الحاسبة بملف بيانات (data file) ومن ثم يتم رسمها باستخدام برنامج رسم اعد لهذا الغرض [4] [5] [6].

النتائج والمناقشة

تسبب تغير في قيمة معامل الامتصاص (μ) المبين في المعادلة (1) وتسبب توهين اكبر للاشعة او قد تكون هنالك مناطق غير متجانسة من المعدن (non-homogeneous) ويمكن التحقق من ذلك بعد مطابقة نتائج الفحص مع نتائج الفحوصات الاخرى.

كذلك يمكن الحصول على موقع العيب من الشكل (2) من انزال عمود من منطقة العيب على محور x والذي يمثل طول القضيب .

تم اعادة الفحص اعلاه لقضيب اخر (القضيب الثاني) من الفولاذ والمستخدم سابقا في اعمال البناء بطول cm30 وقطر mm4 . والشكل (3) يبين نتائج الفحص حيث نلاحظ وجود منطقتين للعيوب فقط على مسافة cm10 و cm27 من طول القضيب والتي تمثل ارتفاعات في المنحني دالة على وجود نفاذية اكبر للاشعة بسبب وجود كسر او فجوة مما يسبب انخفاض في قيمة السمك وان منطقة العيب الثاني تمثل ارتفاع اكثر في شدة الاشعة والذي يعطي مؤشر بان حجم العيب في هذه المنطقة اكبر مما يسبب نفاذ اكبر للاشعة .

التوصيات والمقترحات

1. بالامكان تصنيع انواع متعددة من المنصات التي يتم وضع القطعة المراد فحصها عليها وتكون حركتها بطرق مختلفة بحيث يعطي امكانية لاجراء الفحص لاشكال مختلفة .
2. يمكن تطوير عمل المنظومة بحيث تكون حركة المنصة ببعدين (two dimension) (x,y) او ثلاثة ابعاد (three dimension) (x,y,z) وباستخدام محركات مناسبة لهذا الغرض واستخدام اكثر من كاشف مع الدوائر الالكترونية المناسبة بحيث يكون الفحص ببعدين او ثلاثة ابعاد ويتم استخدام برامج مناسبة لاعطاء مؤشرا دقيقا عن موقع وحجم العيب وحسب الحاجة وأهمية التطبيق .

اجري فحص تجريبي للمنظومة للتأكد من دقة نتائجها وذلك باخذ القضيب الاول وهو عبارة عن قضيب معدني بطول cm30 وقطر cm1 من مادة الفولاذ الكربوني المتوسط (0.4C medium carbon steel) والمبين تركيبه الكيميائي في الجدول (1) . حيث يحتوي هذا القضيب على عيوب داخلية تم الكشف عنها مسبقا بالتصوير الشعاعي باستخدام الاشعة السينية (x-ray) وهذه العيوب هي عبارة عن شقوق (cracks) وفجوات (cavities) داخلية . تم تشغيل المنظومة واخذ قياسات لشدة الاشعة النافذة ولفترات زمنية مقدارها عشر ثواني لكل قراءة ولحركة المحرك الخطوي لمسافة 1mm لكل قراءة حيث تكون مدة الفحص للقضيب في هذه الحالة هي 50 دقيقة تحسب كما يلي :-

$$\begin{aligned} \text{مدة الفحص} &= \text{طول القضيب بالملمتر} * \text{مدة القراءة} \\ &= 300 \text{ mm} * 10 \text{ sec} = 3000 \text{ sec} \\ &= 50 \text{ min} = 60/3000 \end{aligned}$$

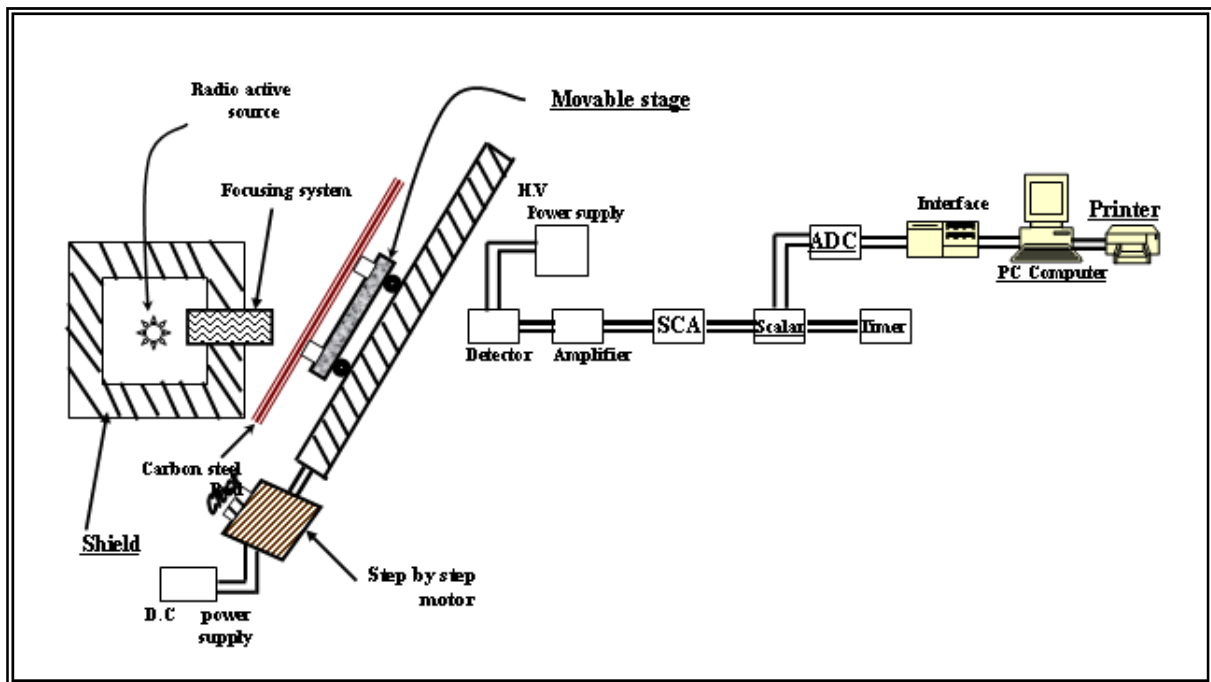
بينت النتائج المستحصلة ان الكاشف يسجل قراءات مرتفعة عندما يكون سقوط الاشعة مباشرة قبل وصول القضيب المراد فحصه امام الكاشف وتسجل القراءات انخفاضا واضحا لدى وصول القضيب بسبب التوهين (attenuation) الحاصل للاشعة في معدن القضيب وكما هو مبين في المعادلة (1) والذي يعتمد اعتمادا كبيرا على سمك القضيب (x) وكما هو مبين من الشكل (2) الذي يمثل نتائج قياسات شدة الاشعة النافذة نلاحظ من هذا الشكل ان القراءات متقاربة عند حركة القضيب مع ظهور ارتفاعات واضحة في القراءات في بعض المناطق وانخفاضات اخرى اقل وضوحا في مناطق اخرى حيث نلاحظ بان هنالك ارتفاع على مسافة cm17 و cm37 من طول القضيب وان هنالك انخفاضا على مسافة cm26 من طول القضيب .

ان وجود هذه الارتفاعات يبين بان هنالك توهين اقل لهذه الاشعة في هذه المنطقة دالا على وجود فجوة او كسر في هذه المنطقة مما يسبب انخفاض في قيمة (x) المبينة في المعادلة (1) ومن ثم ارتفاع في شدة الاشعة النافذة I .

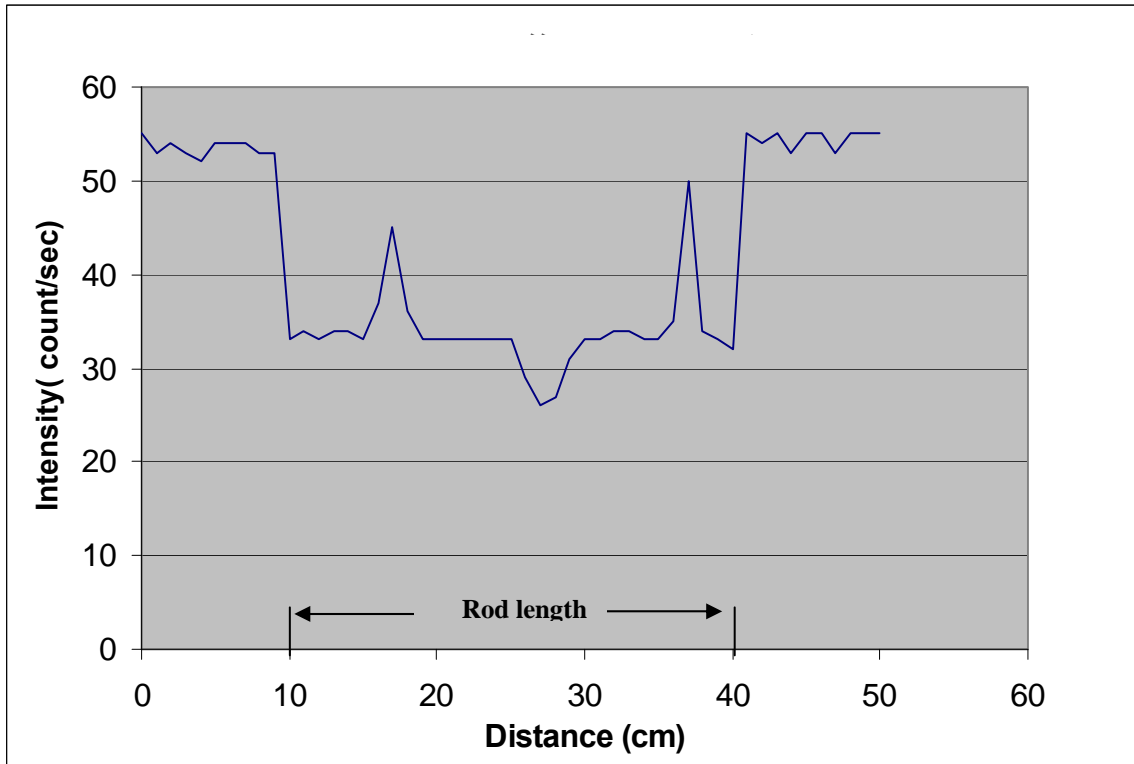
اما وجود الانخفاضات فقد تم تفسيره على انه قد تكون هنالك شوائب (impurities) ذات كثافة اعلى من كثافة المعدن مما

الجدول (1): نسب مكونات الفولاذ الكاربوني المتوسط للقضييب

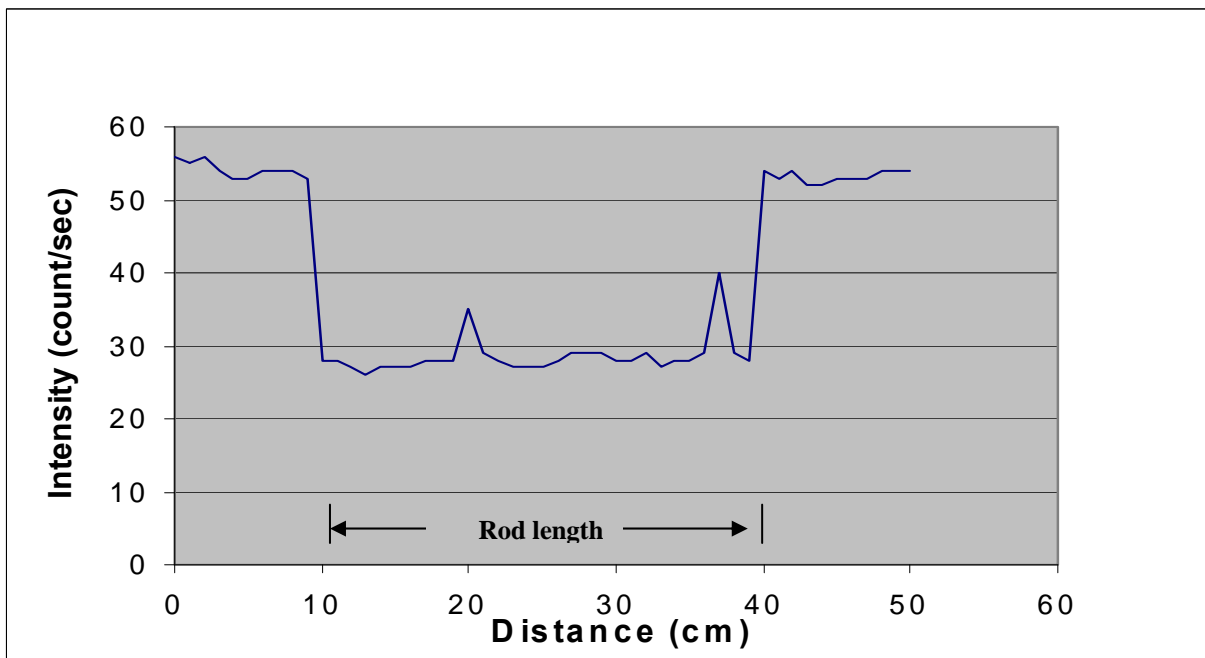
العنصر	المقدار %
C	0.36
Si	0.2
Mn	0.676
Ph	0.01
S	0.036
Cr	0.085
Ni	0.124
Mo	0.024
Cu	0.177
Al	0.033
V	0.003
Ti	0.001
Su	0.013



شكل (1): مخطط المنظومة المصممة



الشكل (2): منحنى قياس الشدة النافذة من القضيب الاول



الشكل (3): منحنى الشدة النافذة من القضيب الثاني

المصادر

1. Enge, **2001**, “*Introduction to Nuclear Physics*”, Mir publishers, Moscow.
2. Tarch S., **1999**, “*Mechanics*”, Mir publishers, Moscow.
3. Gerasimov V., Monakhov A., **2003**, “*Nuclear Engineering Materials*”, Mir publishers, Moscow.
4. E G&G ORTEC, **2002**, “*Nuclear Instruments and Systems, Radiation Detection, Measurement and Analysis*”, U.S.A.
5. Norman.S.Nise, **2000**, “*Control Systems Engineering*”, John Wiley&Sons, 3-rd edition.
6. Morris M., Charles R., **2001**, “*Logic and Computer Design Fundamentals*”, Prentice Hall, 2-nd edition updated.