

التصوير البيضاوي باستخدام أشعة جاما في اختبارات جودة اللحام لأنابيب خط الغاز الطبيعي الخمس-طرابلس

د. عياد مفتاح شاحوت* م. سعد محمد عامر**

1- مقدمة

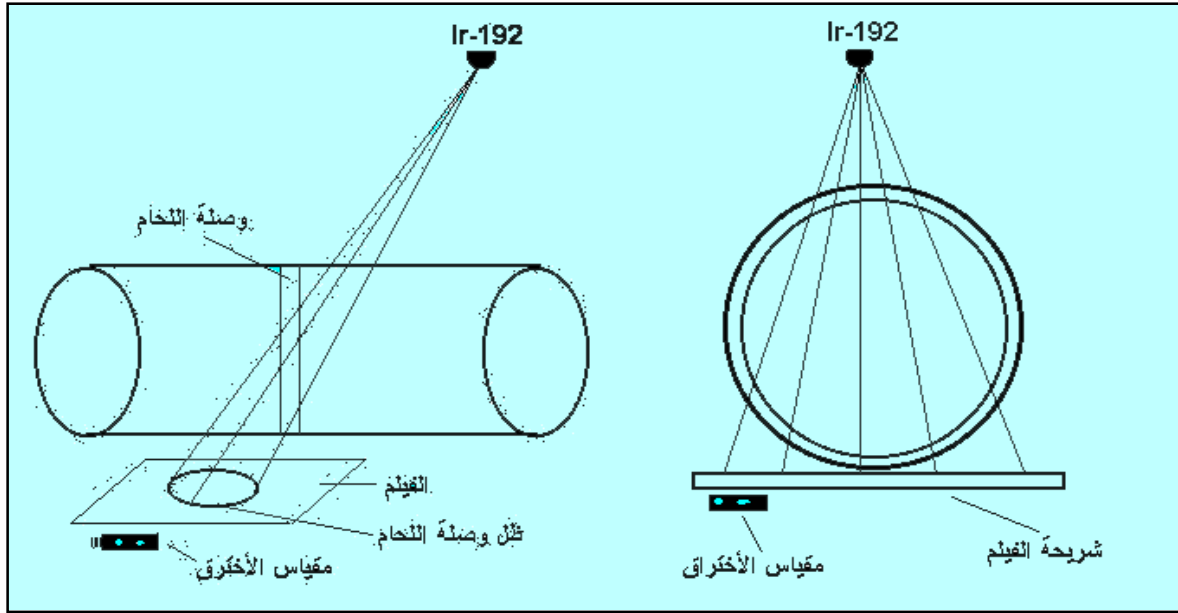
يعتبر مشروع خط الغاز الطبيعي الخمس-طرابلس من المشاريع الحيوية للاستفادة من مخزون الغاز الطبيعي، إذ يبلغ طوله الكلي 150.8 كيلومترا مما يتطلب أكثر من 14 ألف وصلة لحلم، لذلك تُجرى عدة أنواع من عمليات التصوير الإشعاعي للكشف عن جودة وصلات اللحام وذلك حسب قطر الأنبوب - و التي من أهمها طريقة التصوير البيضاوي التي تبرز أهميتها في حالات الأنابيب التي تقل أقطارها عن 10 بوصات، و التي تستخدم في محطات التحكم و الفصل للغاز الطبيعي في حالات الطوارئ أو أثناء إجراء عمليات الصيانة. حيث تتوزع 7 محطات تحكم على طول خط الغاز و ترقم من LVS1 إلى LVS7، و بما أن هذه المحطات تستخدم أنابيب ذات قطر 2 بوصة، فإنه من الضروري أثناء إجراء عمليات اختبار جودة اللحام، استخدام طريقة التصوير البيضاوي بأشعة جاما الصادرة من نظير الإريديوم ^{192}Ir .

2- التصوير البيضاوي خلال طبقتين

تستخدم طريقة التصوير البيضاوي للكشف الإشعاعي عن وصلات لحام الأنابيب التي تقل أقطارها عن 10 بوصات بحيث يمكن الحصول على ظل (Shadow) بيضاوي محيط دائرة الأنبوب في منطقة اللحام و ذلك بوضع مصدر أشعة جاما خارج الأنبوب على مسافة 350 مم من السطح السفلي لمنطقة اللحام أي عند النقطة $F=350$ مم

(*) Line Valve Station – LVS

بحيث تكون الزاوية بين اتجاه أشعة جاما و سطح منطقة الكشف 30 درجة. تتطلب هذه الطريقة نوعا مسطحا من الأفلام يوضع في منطقة ظل محيط دائرة اللحام في الاتجاه المقابل لانتشار الأشعة بحيث تلامس سطح الأنبوب من الخارج (الشكل-1). كما توضع مع الفيلم شريحة معدنية تسمى بمقياس الاختراق عند الظل البيضاوي، لقياس اختراق الأشعة لمادة الأنبوب و التي تستخدم كمرجع أساسي لاختبار جودة الصورة الإشعاعية بعد تمييز الفيلم، حسب مواصفات الجودة API-1104. تتطلب هذه الطريقة مرحلتين لتصوير محيط دائرة اللحام بالكامل، بحيث



الشكل (1) التصوير البيضاوي خلال طبقتين

أشعة جاما للمواد على النظير المستخدم. و الجدول-1 يوضح العلاقة بين نوع النظير المشع و سمك مادة الأنبوب، حيث نلاحظ أن نظير الإريديوم-192 يمكن أن يعطي نتائج جيدة لعمليات التصوير الإشعاعي للأنابيب المستخدمة في خط الغاز و التي يتراوح سمكها من 3.91-14.27 مم.

ثانياً: بما أن عمليات الكشف تستخدم نظير الإريديوم-192 الذي له نصف عمر يساوي 74 يوماً، فإن عملية الحصول على صورة إشعاعية واضحة تعتمد على زمن التشعيع أثناء التصوير، لذلك يجب إجراء عدة صور تجريبية لتعيين زمن التشعيع المناسب

والذي يعطي أعلى مستوى حساسية أثناء الكشف، مع الأخذ بعين الاعتبار أن عملية التصوير تتطلب زيادة في زمن التشعيع أسبوعياً (نظراً للتناقص الأسّي للنشاط

تكون الزاوية بين نقطة التشعيع الأولى و الثانية 90 درجة [1].

3- معايير و شروط الكشف

تتوقف عمليه التصوير الإشعاعي باستخدام النظائر المشعة على ثلاثة عوامل أساسية هي:

أولاً: تتطلب عمليات التصوير الإشعاعي اختياراً مناسباً لنوع النظير المستخدم في عمليات التصوير، و ذلك حسب نوع مادة الأنبوب و سمكها، حيث تتوقف قدرة اختراق

الجدول (1) العلاقة بين نوع النظير و سُمك المعدن

نوع المصدر المشع	سمك المعدن، مم
الإريديوم (Ir^{192})	38.1-63.5 فولاذ أو ما يعادله
السيوميوم (Cs^{137})	25.4-88.9 فولاذ أو ما يعادله
الكوبالت (Co^{60})	63.5-228.9 فولاذ أو ما يعادله

المزود بمصدر للأشعة السينية بجهاز نظير الإريديوم-192 بشدة Ci 100.6* .

5- المواصفات المقبولة لجودة اللحام

Standards of API-1104 Welds Acceptability

لا تختلف المواصفات المقبولة لجودة اللحام هنا عن تلك التي استخدمت في حالة التصوير الدائري الشامل بالأشعة السينية وهي مواصفات الجودة لتحليل الصور الإشعاعية حسب المعيار API-1104 لوصلات اللحام والذي تم التطرق لها بالتفصيل في ورقة سابقة [2] ولا داعي لتكرارها هنا ، ويمكن الرجوع إلى تلك الورقة للمزيد من التفصيل.

6 - النتائج والمناقشة

زيادة زمن التشعيع أثناء عمليات التصوير للوصول إلى مستوى حساسية مقبول ليصبح زمن التشعيع 56 ثانية (انظر الجدول رقم 2)، لان الشدة الإشعاعية للمصدر

قد انخفضت من Ci 100.6 إلى Ci 26.27 خلال هذه المدة. فبعد تحميض الفيلم الخاص بكل وصلة لحام و قياس كثافته الضوئية وتحديد مدى حساسيته لمقياس الاختراق، تمت عملية تحليل كل صورة حسب مواصفات الجودة API-1104 (باستخدام الجدول رقم (2) في المرجع رقم [2]).

الإشعاعي للنظير مع الزمن) وذلك بقسمة زمن التشعيع الابتدائي (الذي تم تعيينه تجريبياً أثناء تصنيع النظير المشع ويساوي 15 ثانية) على مُعامل التصحيح لنظير الإريديوم-192(K) ، و الجدول رقم (2) يوضح العلاقة بين قيم K وزمن التشعيع لكل أسبوع.

ثالثاً: تحدد المسافة بين المصدر المشع إلى نقطة الكشف، بحيث تعطي أعلى مستوى حساسية ممكن وهي قيمة تبقى ثابتة و تتوقف فقط على نوع النظير المشع المستخدم.

4 - معدات و أجهزة الاختبار

تم التعرض في ورقة سابقة [2] إلى معدات وأجهزة الاختبار المستخدمة في الكشف عن عيوب اللحام في مشروع خط الغاز الخمس- طرابلس باستخدام طريقة التصوير الدائري الشامل بالأشعة السينية. ولا تختلف المعدات وأجهزة الاختبار بطريقة التصوير البيضاوي الواردة بهذه الورقة عن تلك الواردة بالمرجع السابق إلا باستبدال جهاز الحركة (Crawler) داخل أنبوب الغاز لقد استخدمت طريقة التصوير البيضاوي بأشعة جاما في اختبارات جودة اللحام لعينات من وصلات اللحام في محطة (LVS 2) بمنطقة الكيلومتر 33 للوصلات (V4, V6, V15, V17).

وبما أن عملية الكشف قد أجريت بتاريخ 2001/11/29 وهو ما يوافق الأسبوع العشرون من تاريخ تصنيع نظير الإريديوم -192، فإنه كان لابد من

(* شدة النظير المشع عند تحضيره بتاريخ 2001/07/09)

تقنيات الطاقة

الجدول (2) العلاقة بين قيمة المعامل K وزمن التشيع

زمن التشيع بالأسبوع	قيمة المعامل K	الزمن بالأسبوع	زمن التشيع ثانية	قيمة المعامل K	الزمن بالأسبوع
31	0.486	11	15	1	0
33	0.455	12	16	0.937	1
35	0.426	13	17	0.877	2
38	0.399	14	18	0.821	3
40	0.374	15	20	0.769	4
43	0.350	16	21	0.720	5
46	0.328	17	22	0.675	6
49	0.307	18	24	0.632	7
52	0.288	19	25	0.592	8
56	0.269	20	27	0.554	9
60	0.252	21	29	0.519	10

وغير مقبولة وذلك بالرجوع إلى مواصفات الجودة API-1104 لذا تقسم العيوب إلى فئتين:

أولاً: عيوب مقبولة:

وهي كل أنواع العيوب التي لا تتجاوز أبعادها تلك الأبعاد المسموح بها في مواصفات الجودة API-1104 سواء كانت عيوباً منفردة أو متكررة أو مختلطة، بحيث لا تزيد نسبة ظهورها أو مجموع ما تشكله من أبعاد في طول محدد (304.8 مم) عن الحد الأقصى المقبول لجودة اللحام، لذلك تم اعتبارها مقبولة (Acceptable).



ثانياً: عيوب غير مقبولة:

وهي كل أنواع العيوب التي تتجاوز أبعادها تلك المسموح بها في مواصفات الجودة API-1104 سواء

وبما أن عمليات اللحام لا تخلو من عيوب، وحيث أن الهدف هو التعرف عليها وتصنيفها إلى عيوب مقبولة

الكيلومتر 33، حيث تم أخذ صورتين إشعاعيتين لكل وصلة لحام الأولى عند القطب* 12 والثانية عند القطب 3. ونلاحظ أن وصلات اللحام V4 و V6 و V17 خالية من العيوب.

أما الوصلة رقم V15 بالصورة الأولى (انظر الجدول رقم 3) فقد ظهر فيها العيب من نوع SP (Spherical Porosity) في المنطقة 23 مم من محيط دائرة اللحام، وهو عبارة عن تشوهات كروية تحدث في

كانت عيوباً منفردة أو متكررة أو مختلطة، بحيث تكون نسبة ظهورها منفردة أو مجتمعة للوصلة الواحدة أكبر من الحد الأقصى المقبول لجودة اللحام، لذلك تم تصنيف هذه العيوب على أنها غير مقبولة (Unacceptable) ويجب إصلاحها إذا كانت محصورة في نطاق ضيق من محيط دائرة اللحام، أما إذا كان انتشارها متكرراً فيجب قطع كل وصلة اللحام.

ويوضح الجدول رقم (3) نتائج تحليل الصور الإشعاعية لعينات من وصلات اللحام للمحطة (LVS 2) بمنطقة

الجدول (3) - تقرير الكشف الإشعاعي لعينات من محطة (LVS 2) في منطقة الكيلومتر 33.

Steel Grade: X-60		Inspection Technique : PANORAMIC				Source: X-RAY	Equipment: CRWLER	
Weld Joint No.	Pipe		Film Type	Sensitivity	Density	Description and Location of Defect	Final Conclusion	
	Dia. (inch)	W .T. (mm)					OK	Acceptable
							R	Repair
							RX	Re-Shoot
							CO	Cut Out
V4 (1)	2	3.19	D4	2T	2.8	لا توجد		OK
(2)	2	3.19	D4	2T	3.0	لا توجد		OK
V6 (1)	2	3.19	D4	2T	3.1	لا توجد		OK
(2)	2	3.19	D4	2T	3.1	لا توجد		OK
V15 (1)	2	3.19	D4	2T	2.8	SP 23		R
(2)	2	3.19	D4	2T	2.9	لا توجد		OK
V17 (1)	2	3.19	D4	2T	2.9	لا توجد		OK
(2)	2	3.19	D4	2T	3.0	لا توجد		OK

Legend:

BT- Burn-through	ESI- Elongated Slag Inclusion	IFD- Incomplete Fusion due to Cold Lap
CP- Cluster Porosity	HB- Hollow Bead	IP- Inadequate Penetration of Weld Root
CR- Crack	IC- Internal Concavity	IPD- Inadequate Penetration due to High Low
EU- External Undercut	IF- Incomplete Fusion	ISI- Isolated Slag Inclusion
IU- Internal undercut	SP- Spherical Porosity	

7- المراجع

1. Maximlyux, Y.V. " Radiographic Inspection of Weld Joints", Quality Systems Procedures Manual, 2nd edition , Moscow, 1999, pp.1-21

2. عياد مفتاح شاحوت و سعد محمد عامر، "التصوير الدائري بالأشعة السينية في اختبارات جودة اللحام لأنابيب خط الغاز الطبيعي الخمس-طرابلس"مجلة "الطاقة والحياة"، العدد 16، صفحة 48-55، الفاتح (سبتمبر).

العادة داخل منطقتي اللحام (Hot Pass) و(Root Pass).

وظهرت في الفيلم على شكل دائرة بقطر 3.5 مم، مما تطلب إصلاح تلك المنطقة وإعادة لحامها وتصويرها من جديد.

إن عملية الكشف الإشعاعي البيضاوي باستخدام نظير الإريديوم-192 تعطي نتائج كشف جيدة لأنابيب ذات الأقطار الصغيرة (أقل من 10 بوصات)، وذلك من خلال نتائج الكشف الخالية من العيوب الغير مقبولة.

ملخص

يدرس هذا البحث طريقة التصوير البيضاوي باستخدام أشعة جاما الصادرة من نظير الإريديوم Ir^{192} للكشف عن عيوب اللحام بمحطة تحكم وفصل الغاز الطبيعي (LVS 2) في منطقة الكيلومتر 33 غرب مدينة الخمس، وذلك حسب مواصفات الجودة ASTM (**). الخاصة بعمليات الكشف الإشعاعي وكذلك مواصفات الجودة API-1104 (***) الخاصة بتحليل الصور الإشعاعية لوصلات اللحام. حيث تمت عملية التصوير الإشعاعي البيضاوي لعينات من وصلات اللحام لأنابيب المستخدمة في هذه المحطة وتحليل نتائج الصور الإشعاعية الناتجة.

American Society for Testing and Materials – ASTM (**)
American Petroleum Institute – API-1104 (***)