

AIR2008

9th International Conference
Jerusalem, Israel • May 25-30, 2008

חדשות אל הורס

ביטאון העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות

2007 מאי 7, תשס"ז • איר תשס"ז, מאי 2007 • גיליון מס' 10 • THE ISRAELI NATIONAL SOCIETY FOR NON DESTRUCTIVE TESTING



איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות בישראל (ע"ר)



הדשות דקטל NDT

חברת דקטל טכנולוגיות מתקדמות בע"מ מייצגת זה שנים רבות חברות מובילות בתחום של בדיקות אל-הרס, כולל שיווק מוצריהן ומתן שירותי תחזוקה ותיקונים למוצרים אלה. בין הנושאים והחברות, המיוצגים על ידי דקטל, נמצא את:

GEIT - KRUATKRAMER

GEIT - R. SEIFERT - X-RAY

חדש!!

מכשירים אולטראסוניים, רנטגן תעשיתי, זרמי מערבולת, מדי קושי ניידים.

PHYSICAL ACCUSTICS (PAC) – ארה"ב: מכשירים ממוחשבים ומתקדמים ביותר לבדיקת פליטה אקוסטית.

R. WOLF – גרמניה: אנדוסקופים קשיחים וגמישים לתעשייה.

OXFORD – פינלנד: אנליזרים לזיהוי חומרים Rohs ופלדות ללא הרס בשיטות XRF וכן בשיטות של פליטה אופטית, XMET ו-ARCMET.

SEIKO – יפן: מכשירים לבדיקת עובי ציפויים בשיטות XRF.

COMET FEIN FOCUS – מערכות רנטגן מיקרופוקוס, שיקוף בזמן אמת ומערכות אוטומטיות משולבות עד 225Kv, מערכות CT מיקרופוקוס.

KRAUTKRAMER Phasor XS

Portable Phased Array
Ultrasonic Flaw Detector

מכשיר משולב הכולל PHASE ARRAY IMAGING יחד עם מכשיר אולטראסוני קונבנציונלי.

החברה מציעה מגוון של מכשירים UT מדי עובי ומדי קושי ניידים.



R. SEIFERT

מכשיר רנטגן נייד - 300kv

החברה מייצרת מגוון מכשירי רנטגן תעשייתיים בעלי מתח CP, קלי משקל וניידים וכן קבועים למתח של עד 450kv.

מערכות בזמן אמת REAL-TIME.



דבר הנשיא

בל"ה בארץ נתון ב"אקלים משחית" או מדוע ענף הבל"ה בארץ אינו פורח

עוז אביזן



לעדכון ולהתקדמות
מקצועית.

מה שקורה בתחום

הבל"ה נקרא בתחום מדעי החברה "קולוניאליזם פנימי", כלומר פועלת בכל השרשרת יזם-קבלן-לקוח מערכת של ניצול לא רק של כוח האדם אלא של כל המשאבים הפנימיים במדינה. הניצול נעשה תוך אי אכפתיות ו"תפוס כפי יכולתך" מבלי להתחשב באחרים שלא לדבר על המדינה, כל זאת תוך השענות על הסברים של כלכלה אגרסיבית ותחרות חופשית.

להווייה זו התכוונתי במונח "אקלים משחית" המופיע בכותרת. מצב זה בהכרח מוביל לפגיעה בלקוח הסופי, להוצאות מיותרות ולפגיעה תדמיתית של ענף הבל"ה.

בזמן שושלת ציין בסין נקבע שהעונש עבור איכות נמוכה הנו הצלפה בפרסיה, קנסות והשמדת המוצרים. החוקים אצלנו קובעים אחרת ולכן התאפשרה ההתפתחות של אקלים מסוג זה.

לדעתי אין מספיק בבכייה וטרונייה אלא חברי העמותה חייבים להתעמת עם התופעה, להוקיעה, לא לשתף פעולה, לחבור ביחד ולמנוע את ההידרדרות. חברי העמותה חייבים לפעול ברוח הקוד האתי של העמותה ולזכור שבכל פעולה כל אחד מייצג את העמותה כולה.

הנכם מוזמנים להודיע למערכת על תופעות ניווניות שהגן תולדה של אקלים משחית אנו נפרסם זאת בעיתון.

הפרסום עשוי לתרום להתרעה.

בואו נפעל ביחד להוקעת הפוגעים בנו ובמדינה.

בברכה

פרופ' עמוס נוטע

מפגישותיי עם יזמים, קבלנים/יצרנים ולקוחות בארץ מתקבל אצלי הרושם שבדיקות הבל"ה אינן מוערכות כחשובות על ידם והם מעין נטל שאם מוכרחים אז מבצעים אותן. הדרישה לבדיקות מופיעה לרב בהסכם החוזי מטעם היזם עם הקבלן ושם מוטל עליו לשאת בעלויות הכרוכות בביצוען. במקרים רבים הצורך בבל"ה לא הובא כלל בחשבון בעת התכנון ולא נקבעו הנקודות הקריטיות ולא השלבים בהם יש לבצען.

מאחר שהקבלן הנו לרב המשלם עבור הבדיקות הוא מעוניין במעט ביותר ובהוצאות הנמוכות ביותר. נראה שכל שמעניין את השרשרת יזם-קבלן-לקוח הוא לקבל אישור על ביצוע בדיקות ואין התייחסות לתוצאות וממצאים. כך מגיעים למצב בו נערכת לדוגמה בדיקה עם שיטת שטח בפריט בו התקן דורש בדיקה נפחית וזאת משיקולי עלות גרידא. אקלים זה מוביל ל"יעיגול פינות" בביצוע הבדיקות כלומר ל"גניבת הדעת" ולכתיבה עמומה בתעודת הבדיקה.

גניבת דעת זו ידועה כמובן אף לקבלן מזמין הבדיקה אולם נוח לו להסתתר מאחורי "קלישאות ריקות" מהסוג של "לא ידעתי", "לא הבנתי את הפרטים הטכניים", "אולי ישנה אפשרות חדשה", "אני יודע כיצד להתמקח" וכד'. קבלן כזה המתייחס לבדיקות כאל "פעולה שיש להציג אישור לביצועה" אינו קושר בין הבדיקות לאיכות המוצר או שהיא אינה מעניינת אותו. מתברר שבדרך זו מתנהגים גם חברות גדולות וגם רשויות מקומיות.

לאור המצב שהתהווה נאלצות לעתים קרובות מעבדות הבל"ה לשלם שכר נמוך מאד לעובדי הבל"ה. בתנאים אלו אין הקפדה על רמתם המקצועית וברור שאין לצפות ממי שמרגיש שעושים אותו ולא מתחשבים בידע שלו, שיקדיש מאמץ לשיפור ידיעותיו,

חדשות אל-הרס

ביטאון העמותה הישראלית
הלאומית לבדיקות לא הורסות
גיליון מס' 10 • מאי 2007

טל: 03-9605559, פקס: 03-9604160
כתובת העמותה: ת.ד. 73, אזור
E-mail: israndt@netvision.net.il

נשיא העמותה: פרופ' עמוס נוטע
נשיא כבוד: גבי שואף

חברי הוועד המנהל: חיים אלמוג, יהושע ויגודני,
יואל וייל, יוסי וייספלד, אופיר מגל, יצחק סגל,
גדעון סקופ, גדעון רונן, יוסי שואף, דורון שלו

עורך ראשי: יהושע ויגודני

מערכת: ויקטור ביטון, ליאת אוריאל, ליאת גמבו שואף

הפקה



תירוש (1998) הוצאה לאור בע"מ

יבנה 44, תל-אביב 65792,

טל: 03-5662080, פקס: 03-5662081

E-mail: tirosh@tirosh-site.co.il

דבר העורך

קוראים יקרים

השנה האחרונה עומדת בסימן פרויקט 787 של חברת בואינג, פרויקט זה יביא לשינוי גדול בתחום הבדיקות הלא הורסות, שינוי אשר התחלנו להרגישו כבר במהלך השנה האחרונה.

אחד המאפיינים העיקריים במטוס זה היא הריבוי בשימוש בחומרים מרוכבים במבנה גוף המטוס, דבר שיגביר באופן משמעותי את בצורך בבדיקות אולטרסוניות מתחכמות במקום הבדיקות בצבעים חודרים.

בנוסף, דרישות האיכות המחמירות של חברת בואינג, ודרישות לבדיקות שלא הכרונו עד כה, מצריכות התארגנות מיוחדת ורכישה ופתוח של ציוד ייחודי לציוד אולטרסוני ומערכות מחשוב ופענוח. בין היתר ראינו התחלה של שימוש במערכות PHASEARRAY, אשר מאפשרות סריקה מהירה של משטחים גדולים ופיתוח מקומי של תוכנות ייחודיות לפענוח הממצאים.

פעילות זו דורשת משאבים רבים, ובתוכם גם דרישה גדולה לכוח אדם המוסמך לבדיקה אולטרסונית.

מסיבות של סודיות מסחרית, אין בביטאון זה ביטוי מספק לפעילות זו, אני מקווה שבביטאון הבא נוכל לדווח על פרויקט 787 באופן מקיף.

יהושע ויגודני

עורך ראשי



במהנדסים לבנייה ותשתיות בישראל (ע"ר) איגוד



גבי שואף בע"מ
בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

הכינוס השמיני של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות 2007 ASNT ISRAEL בשיתוף איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות הכנס מתקיים בשפיים ב-14.5.07 ויכלול שני מושבי הרצאות

משעה	עד שעה	בתוכנית:
08:00	09:00	התכנסות והרשמה
09:00	09:30	ברכות: הגב' זיוה פתיר מנכ"ל מכון התקנים הישראלי וסגנית נשיא ISO העולמי מר שרגא ברוש – נשיא התאחדות התעשיינים ד"ר יואב סרנה – יו"ר איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות פרופ' עמוס נוטע-נשיא העמותה, ד"ר יוסי שואף - נציג ASNT ישראל
09:30	10:00	הרצאת הפתיחה: בואינג 787 ה- Dream liner - Mr. Bob Goldrich - נציג בואינג מטוסים מסחריים בישראל (עברית)
		פתיחת התערוכה בשעה 10:00
10:20	10:40	יושבי ראש – ד"ר דורון שלו, גבי שואף בדיקות לא הורסות בחקירת המגילות הגנוזות- (עברית) Dr. Ira Rabin, JNUL, Jerusalem
10:40	11:00	יושבי ראש – פרופ' יצחק סגל, חיים אלמוג בדיקות ב Phased Array - (אנגלית) Peter Toebben, GE Inspec. Tech, בדיקות עובי דופן בצנרת מבודדת (אנגלית) J. Quakkelsteijn, Applus
11:00	11:40	בדיקות NDT לשחזור יומני אילן רמון – תנ"צ עזי צדוק, משטרת ישראל
		הפסקה וביקור בתערוכה
		אולם א': בדיקות בתשתיות
		אולם ב': בדיקות לא הורסות כללי
		יושבי ראש – פרופ' עדין שטרן, יואל ווייל
		יושבי ראש - בן ציון פוקס, יוסי ויספלד
11:40	12:00	שיקוף מבנים באמצעות רדאר חודר קרקע ד"ר אורי בסון, גאוסנס בע"מ
12:00	12:40	בדיקות אוטומטיות במיקרופוקוס Steffen Jens-Peter, Comet Fine Focus
12:20	12:40	עבודות מעניינות בבדיקת מבנים גבי שואף, גבי שואף בע"מ
12:40	13:00	ישום תוכנית דגימת "אפס ליקויים" בבדיקות לא הורסות אלי לוזון, רפא"ל
13:00	12:40	הגזירה-בעיה מרכזית בתקריות פל-קל. הפתרון- בדיקות והקטנת המאמץ ע"י ברגים דרוכים- אינג' ג'קי אהרונוב
		הפסקת צהרים וביקור בתערוכה
13:00	14:00	בדיקות בתעשייה הפטרוכימית
		בדיקות לא הורסות בתעופה
		יושבי ראש – סא"ל אריה עצמוני, צבי לאופר
14:00	14:20	יושבי ראש ד"ר אליעזר כץ, אופיר מגל
14:20	14:40	שיקוף צנרת בתנאי שטח ע"י מערכת DR ניידת ליאור פיק, רון פינקו, וידיסקו
14:40	14:20	בדיקת דלק מוצק בשיטה האולטרסונית ד"ר גרי פסי, סונטרון
14:40	14:20	פיתוח NDT בסרוו מסוק צפע רס"ב מאיר מיארה, רס"מ שחר להב, חיל האוויר
14:40	15:00	דרשות לבדיקות בצנרת ארצית לדלק ד"ר אריה פיטיניר, המשרד לאיכות הסביבה
15:00	14:40	ניטור דליפות בצנרת באמצעים אקוסטיים מתקדמים אינג' אמיר קידר, קדמור מהנדסים
		יושבי ראש – ד"ר גרי פסי, עדי עציץ
15:00	15:20	זיהוי מתכות P.M.I בתעשייה הפטרוכימית ירון רוזנברג, R.B.M
15:20	15:40	מיקרוואנליזה בבדיקות לא הורסות ניר קדם, יאיר רוזנטל, פרופ' עדין שטרן, אוניברסיטת הנגב
15:40	15:20	האם פינתה הרדיוגרפיה את מקומה לאולטרסוניק? ד"ר יוסי שואף, גבי שואף בע"מ
15:40	16:00	עיבוד דמות רדיוגרפית באמצעות לוגיקה עמומה שירה כהן, פרופ' ע. נוטע טכניון
16:00	15:40	חידושים במדידת קושיות במפעל ובמתקן זלמן ברטל – דקטל בע"מ
		הרעלה בפולוניום 210 – תיאור מקרה משה קרן, המשרד לאיכות הסביבה
		הגרלה ונעילת הכנס
		אסיפת מליאת חברי העמותה
16:30		



בסיום הכנס תוגרל בין הנוכחים מצלמה דיגיטלית משוכללת תוצרת



מתנת

לאחר הכנס התקיימה אסיפת מליאת חברי העמותה

פיתוח בל"ה בתבריג צילינדר סרוו ראשי במסוק ה"צפע" (AH-1S COBRA) - טיוטה

רס"ב מאיר מיארה, רס"מ שחר להב - חיל האויר

פתרון הבעיה - פיתוח בל"ה חילופית

הקצב האיטי והמאמץ הרב בבדיקת כל בוכנה בסטראוסקופ חייב מחשבה נוספת לצורך מציאת חלופה. לאחר שנמצאו מספר בוכנות סדוקות הוחלט להשתמש בהן כדגמי כיוול ולנסות לפתח בדיקה בזרמי ערבולת שתהייה ייחודית לאזור זה של התבריג.

השלב הראשון - הוכחה אפשרות לאיתור הסדק בשיטת זרמי ערבולת על בוכנה סדוקה תוך שימוש באום מתכתית מקורית אשר נקדחה במספר מקומות לצורך החדרת גשש בניצב לכיוון הסדק. הוכח שניתן לאמת את קיום הסדק.

ההנחה הייתה כי השדה המגנטי "נכלא" בין הכריכות ועל ידי כך ניתן לאתר גם פגמים קטנים ביותר וזאת על פי צפייה בהתנהגות הממצא על לולאת האימפדנס. נקבע שהאום תשמש כמוביל (ובכך תבוצע סריקה לכל אורך התבריג).

נבחר גשיש מסוכך קטן מימדים שאורכו הכולל כ-4 ס"מ - גשיש סטנדרטי מסוג MP-20 וזאת כדי לאפשר נוחות מקסימאלית בעת ביצוע הבדיקה.

השלב השני - תוכנן ויוצר מוביל מחומר לא מתכתי - טפלון - חומר זמין וזול יחסית לצורך הכנת אב טיפוס. כצפוי הסדק התגלה בברור תוך כדי סריקת התבריג.

השלב השלישי - הוכנו מובילים מחומר איכותי ועמיד יותר - ניילון 6/6 - והוחלט על ביצוע הבדיקה בשיטה זו.

אמינות הבדיקה נבחנה על מספר בוכנות והתוצאה היא שנמצאו כל הממצאים שהתגלו בבדיקת הסטראוסקופ ובנוסף נתגלו סדקים נוספים אשר לא נתגלו בשיטה בבדיקה הראשונית.

הצורך המבצעי

בתקופה זו החל מבצע "שינוי כיוון" - מלחמת לבנון השנייה. הצורך המבצעי חייב זמינות גבוהה יותר של מסוקים, זמינות שנפגעה עקב

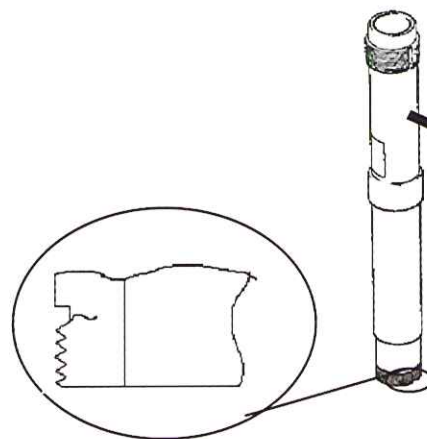
במטה ח"א על ביצוע בדיקות ויזואלית מדוקדקות תוך שימוש בסטראוסקופ, ובנוסף בדיקת נוזלים חודרים זוהרים.

הבדיקה בסטראוסקופ אפשרה את שחרור הסד"כ אך קצב הביצוע היה איטי והצריך עבודה מאומצת ובמשמרות של טכנאי אל הרס, מה גם שחלק מהממצאים לא היו חד משמעיים. בדיקה של כל צילינדר סרוו ארכה כשלוש שעות.

ברוב המקרים נוצר הסדק בשתי הכריכות האחרונות והתפתח בין שני התבריג.



בדיקת ראייה בסטראוסקופ



אזור הבדיקה - התבריג התחתון

רקע

מחלקת אל הרס ביחידת אחזקה אווירית הינה המעבדה המרכזית של ח"א בתחום הבדיקות הלא הורסות.

פרט לביצוע בדיקות שוטפות מתמודדת המחלקה עם אתגרים מקצועיים הכוללים פיתוח של בדיקות לא הורסות כמוצג במאמר זה.

בתחילת 2006 נחת מסוק צפע נחיתה אונס. הסיבה הייתה סדק התעייפות בתבריג התחתון של צינת צילינדר סרוו ראשי האחראית על גלגול/עלרוד במערכת ההיגוי שהתפתח עד כדי כשל קטסטרופאלי.

בכל מסוק מורכבים 3 צילינדרי סרוו העשויים מנתך אלומיניום מצופה בציפוי אנודי.

מסוק הצפע הינו מסוק תקיפה בעל חשיבות רבה מאוד לביטחון השוטף ולמשימות תקיפה.

תאור הבעיה

מיד עם מציאת סיבת הכישלון הוחלט על ביצוע בדיקות אל הרס לכל הצילינדריים, שהוסרו מכל המסוקים.

לאור הבעייתיות בבדיקת התבריגים הוחלט



מסוק תקיפה "צפע"

צורך להאריך את זמן שהיית המסוק בביקורת וללא פגיעה בזמינות המסוקים.

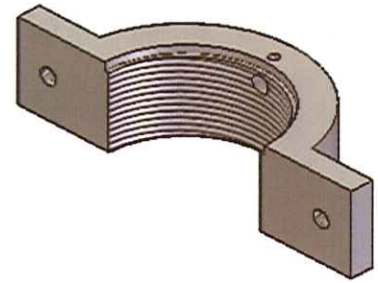
אמינות ויכולות איתור הממצאים גדלו בצורה ניכרת, פרוצדורת הבדיקה הועברו לנציגי חברת "בלי" שגילו בה עניין רב.

פיתוח בלי"ה בשיטת זרמי ערבולת הכוללת תכן ויצור של מתאמים לתפיסת הגשיש אפשר קיצור זמן משמעותי של הבדיקות הנדרשות להחזרת המסוק למצב מבצע.

יישום שיטת בדיקה זו מנעה פגיעה בזמינות המסוקים בנקודת זמן קריטית (לחימה בצפון ובעזה) וע"י כך אפשר הטסה ללא מגבלות של מסוקי הצפע לכל אורך הלחימה ולאחריה.



מתאמי הבדיקה - כל הגרסאות



המתאם החצוי

פשטות הבדיקה -

שיפור המוביל אפשר לטכנאי הבסיסים ליישם את הבדיקה תוך צורך פירוק מינימאלי ובכך בפגיעה מינימאלית בזמינות המסוקים. הבסיסים הוסמכו תוך פרק זמן קצר לביצוע הבדיקה בשטח וכיום הבדיקה מבוצעת בשגרה ע"י הטכנאים עפ"י מדיניות הבדיקה שנקבעה ע"י מטה חיל האוויר.

סיכום

כיום בעזרת המוביל הייחודי הבדיקה בשיטת זרמי ערבולת מבוצעת בשטח תוך זמן קצר (כ-20 דקות לצילינדר סרוו). הבדיקה מבוצעת במהלך הביקורת השגרתית של המסוק בלי

ההגבלה הפריט לשעות טיסה.

בעקבות כך ובמטרה להגדיל את זמינות המסוקים הוחלט על ביצוע הבדיקה בבסיסים (עד לשלב זה צילינדרים הסרוו היו מפורקים מהמסוקים ומובאים ליחידת האחזקה האווירית), תוך ניסיון לבצע מינימום פרוקים ברמת הטייסת.

השלב הרביעי - תכן המוביל שופר ויוצר מוביל נוסף בעל יכולת חציה, כלומר פרוק המוביל לשתיים וע"י כך מתן אפשרות "לעטוף" את הבוכנה ולהניח אותה על שני צדי התברג בלי צורך בפרוק האום מהצילינדר. הבדיקה שוב הוכיחה את עצמה גם בשימוש במוביל משופר זה.



ביצוע הבדיקה

אתיקה במעבדות מוסמכות

אילן לנדסמן

ראש אגף טכנולוגיה ותשתיות, הרשות הלאומית להסמכת מעבדות

הנוספות לו נותנים מענה הולם לדרישת התנהגות אתית של המעבדה? האם יש מקום שגופי אב כגון משרדי ממשלה ורגולטורים שסמכות האכיפה נתונה בידם יפעלו ויתרמו לנושא.

לסיכום יוצעו נקודות הראויות להתייחסות בעת חיבור ואימוץ קוד אתי לארגון ולמעבדה המתבסס על מסמך המדיניות של הרשות לנושא אתיקה ויושרה בארגון, ומקורות נוספים על מנת לכלול במסמך הקוד האתי ערכים ומסרים בעלי משמעות.

הראויות בנושא הצורך בקוד אתי במעבדות מוסמכות ובכלל.

מטרת הכתוב לבחון האם מעבדות בדיקה או כיוול מוסמכות הפועלות על פי אמות מידה בינלאומיות כמתחייב מתקן ISO 17025 ומדרישות הרשות, מחויבות בקוד אתי נוקשה יותר או בכללים רפים מעט לעומת ספקי שירותים אחרים כגון שירותים בנקאיים, ובעלי מלאכה אחרים.

האם קיים הבדל מהותי בעבודת המעבדה לעומת עבודת ארגוני שירות אחרים? והאם מסגרת התקן הנוכחית ודרישות הרשות

הצורך בקוד אתי ואימוץ כללי התנהגות בהתאמה לסטנדרטים גבוהים הפכו זה מכבר לדרישת יסוד ככול ההיבטים הנוגעים בפעילות הניהולית והתפעולית במעבדה.

אווירת השחיתות והתחושה הקשה נוכח האירועים להם נחשפנו בארץ ובעולם בשנים האחרונות החל מפרשת אנרון מחוץ ופרשיות שוחד שחיתות והתנהגות לא אתית מבית, מעלים סימני שאלה רבים לגבי מה שהוגדר בעבר כטאבו בלתי מקובל בשום אמת מידה, והפך למציאות שאינה זוכה לגינוי מוחלט בפי כול. ראוי להעלות ולשאול את השאלות

גבי שואף מציגים: איכות ומקצועניות ללא פשרות



צור

מעבדת גבי שואף בע"מ, המובילה בתחום הבדיקות הלא הורסות בישראל, ערוכה לבצע עבורך מגוון בדיקות מקיפות ויסודיות לכל צורך שיידרש על ידך:

● בדיקות אטימות	● רדיוגרפיה ב - X וגמא
● בדיקות ויזואליות וגיאומטריות	● אולטרסוניק למתכת ובטון
● בדיקות צנרת במחליפי חום	● בדיקות עובי דופן
● בדיקות מיכלי דלק תת קרקעיים	● זרמי ערבולת
● בדיקות בורוסקופיות מתקדמות	● נוזלים חודרים
● בדיקות פל קל ותשתיות	● חלקיקים מגנטיים
● ייעוץ וגיבוי רמה III	● פליטה אקוסטית

גבי שואף בע"מ - בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

מעבדות ראשיות: משמר השבעה טל' 03-9605559. פקס, 03-9604160. www.gabishoef.co.il
מעבדת צפון: חיפה טל' 04-8214826. מעבדת דרום: באר שבע טל' 08-6278465
מעבדות גבי שואף בע"מ מוסמכות ומאושרות ע"י משרד התעשייה והמסחר



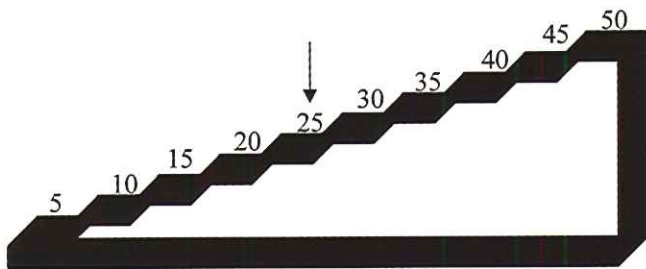
עיבוד דמות רדיוגרפית באמצעות לוגיקה עמומה

שירה כהן, פרופ' עמוס נוטע, אבטחת איכות ואמינות, הטכניון

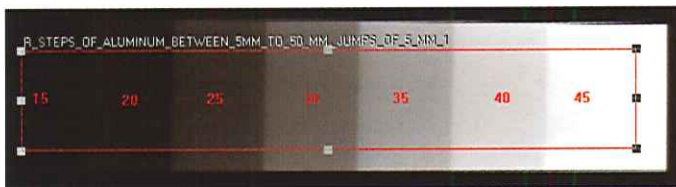
ואיזופלנארית אלא היא נותנת קירוב מהיר וישים מסוג של "Workable Solution" לעיבוד הדמות ע"י בחירת פונקצית ההרחבה האופטימאלית לכל אזור בדמות תוך הנחות של ליניאריות ואיזופלנאריות בתוך האזור, וע"י כך היא מאפשרת הפקת מידע כמותי במצבים בהם פונקצית ההרחבה האופיינית תלויה במקום.

מתודולוגיה זו תתרום לקבלת דמות משוחזרת עם מאפיינים יותר קרובים לדמות האידיאלית כי היא תוקדש להפעלת פונקצית ההרחבה האופטימאלית לכל אזור בדמות בעת העיבוד. היתרון הכלכלי בהפעלת מתודולוגיה זו הוא בהמעטת מספר פונקציות ההרחבה שיש למדוד בשלב הכיול.

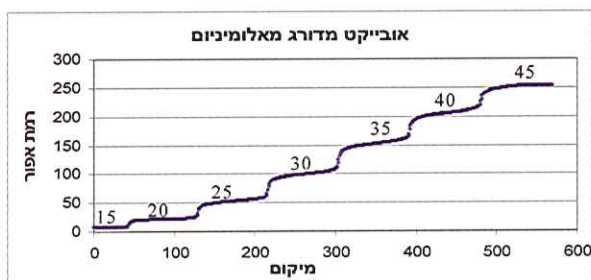
דוגמא הממחישה את תופעת השתנות פונקצית LSF ממקום למקום היא דמות רדיוגרפית של אובייקט מדורג עשוי אלומיניום המשתנה בתחום שבין 15 ס"מ ל-45 ס"מ:



הדמות הרדיוגרפית המתקבלת:



ופרופיל ההשחרה הינו:



גובה המדרגה משתנה ממקום למקום עם העובי ועל כן פונקצית LSF עבור כל מדרגה משתנה ולא מוצדק לשחזר את הדמות כולה בעזרת דה

הפקת מידע כמותי והגדרת הקצה או הגבול הנן הבעיות העיקריות והחשובות ברדיוגרפיה. הקושי נובע מעיוות ברדיוגרף כתוצאה מפרמטרים של המערכת הרדיוגרפית וממשתנים המאפיינים את האובייקט הנבחן.

הפקת מידע כמותי כגון מימדים מדמות רדיוגרפית מבוססת לרוב על עיבוד הדמות בעזרת דה קונבולוציה במישור ה"מיקום" או סינון במישור התדר במטרה לשחזר מהדמות המדודה את הדמות ה"אידיאלית" שממנה ניתן להוציא פרמטרים רבים יותר ולכמת מימדים עם דיוק רב יותר.

עיבוד הדמות הרדיוגרפית מהווה את פתרון "הבעיה ההפוכה" (Inverse Problem) ומצריך שימוש בפונקצית ההרחבה האופיינית- פונקצית הרחבת קו (LSF) או פונקצית הרחבת נקודה (PSF), הכוללת בתוכה את הגורמים השונים לעיוות הדמות.

בספרות מתייחסים בדי"כ אל פונקצית ההרחבה האופיינית כאל בלתי תלויה במקום (Shift Invariant) במישור הדמות ובדי"כ היא נקבעת מתוך תגובה לפונקצית מדרגה (בחד מימד). במצב כזה ניתן להציג את המערכת הרדיוגרפית כמערכת ליניארית ואיזופלנארית ולהפעיל אלגוריתמים של דה קונבולוציה לעיבוד הדמות.

הבעיה מתעוררת כאשר יש להפיק מידע כמותי ולא מוצדק להניח שהמערכת הרדיוגרפית הינה ליניארית ואיזופלנארית. מצב זה שכיח עבור אובייקטים שיש בהם שינויים חדים בעובי-צפיפות-הרכב אלמנטי. במצב זה פונקצית ההרחבה האופיינית כן תלויה במקום וצורתה משתנה ממקום למקום ואף יכולה להיות סימטרית באזור מוגדר ובאחר לא.

במצב כזה שחזור הדמות ע"י האלגוריתמים המקובלים של דה קונבולוציה תוך שימוש בפונקצית הרחבה בודדת לשחזור הדמות כולה יגרור עיוותים בדמות המשוחזרת ויקטין את היכולת להפיק באופן מדויק מימדים לגבי אי רציפויות באובייקט הנבחן.

הגישה המוצעת לעיבוד דמות במצבים בהם המערכת אינה ליניארית ואיזופלנארית היא שימוש בכלי של "הלוגיקה העמומה" (Fuzzy Logic) שהינה אחת מהטכניקות של "החישוב הרך" (Soft Computing).

"הלוגיקה העמומה" הינה סובלנית לחוסר דיוק בניסוח, לאי ודאות ו"לאמת חלקית" וזאת במטרה להשיג משמעות ובכך היא מאפשרת ניתוח מהיר ומקורב של מערכות מסובכות לניתוח מדויק.

עפ"י גישת "הלוגיקה העמומה", הדמות הרדיוגרפית תחולק לאזורים בעזרת קבוצות עמומות (Fuzzy Sets) ובכל אזור יוחלט על סמך חוקים (Fuzzy Rules) ופונקציות חברות (Membership Functions) באיזו פונקצית הרחבה אופיינית יש להשתמש.

חשוב להדגיש כי "הלוגיקה העמומה" אינה מונעת את בעיית העיוות בדמות המשוחזרת במצבים בהם המערכת אינה ליניארית

קונבולוציה עם פונקציה הרחבה בודדת.

ההנחה היא שהשינוי היחסי בגובה כל מדרגה הינו "קטן" מספיק כך שניתן להתאים פונקציה סימטרית כדי לייצג את פונקציה LSF של כל מדרגה.

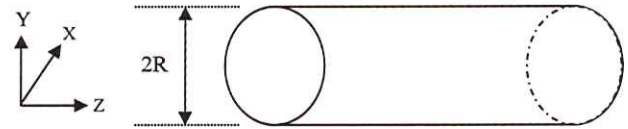
באמצעות "הלוגיקה העמומה", נקבעת פונקציה LSF המיוצגת באמצעות פונקציות ה-LSF של שני קצות תחום החברות. פונקציה LSF המייצגת, שבמקרה זה היא גם סימטרית, מתאימה לעיבוד אזור בדמות עם עובי הנמצא בתחום.

בדוגמה הנ"ל נעשה שימוש ב"לוגיקה העמומה" כאשר פונקציה LSF משתנה ממקום למקום, אך היא סימטרית בכל מקום.

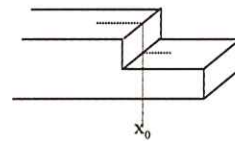
הדוגמה הבאה מציגה שימוש ב"לוגיקה העמומה" כאשר פונקציה LSF משתנה ממקום למקום וגם לא סימטרית במקומות מוגדרים (כאשר נמצאים מתחת ל"עובי הרוויה" [1]).

עבודה עם אובייקט בעל סימטריה גלילית גורמת לכך שפונקציה LSF תשתנה ממקום למקום.

צולם גליל לצורך מדידת פונקציות LSF.



יש לציין שה-LSF המתקבל כאן שונה מזה המתקבל ממדרגה:

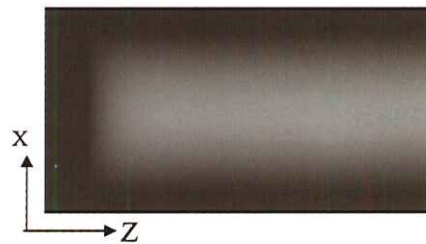


הגליל הינו מאלומיניום, קוטרו: 5 ס"מ, אורכו: 17 ס"מ, והוא מונח על לוח אלומיניום בעובי של 4 מ"מ:

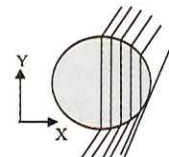


הצילום נערך עם קרינה ניצבת לקצה הגליל בכיוון (Y) המאונכת. מתח: 130 kV, זרם: 4 mA, זמן: 4 דקות, מרחק מוקד-פילם: 98 ס"מ, פילם: D4 Agfa.

הדמות הרדיוגרפית הינה:



חתך XY נותן מעגל שקוטרו הינו קוטר הגליל:



פרופיל ההשחרה של הדמות האידיאלית לאורך ציר X (הנוצרת מהקרינה הראשונית בלבד) פרופורציוני להתפלגות אורך המיתרים שעוברת הקרינה בחומר וכל מיתר מיוצג בדמות ע"י נקודה בודדת.

מידת ההנחתה של הקרינה תלויה בהרכב החומר, בצפיפותו ובאנרגיה של הקרינה הפוגעת.

בהתאם לכמות הקרינה השונה שהצליחה לעבור מיתרים שונים בחומר מתקבלת תגובה שונה של הגלאי (פילם) לפי:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

כאשר:

I_0 = עוצמת הקרינה הפוגעת באובייקט (בהנחה שהקרינה מונואנרגטית)

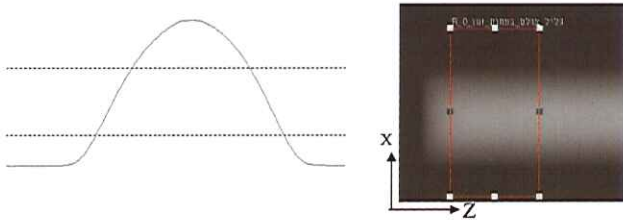
μ = מקדם הנחתה ליניארי בחומר האובייקט $\left(\frac{1}{\text{cm}}\right)$

I = עוצמת הקרינה הראשונית היוצאת מהאובייקט

x = אורך המיתר שהקרינה עוברת באובייקט (cm)

בכיוון ציר Z אין השתנות של אורך המיתר בחומר אלא רק בכיוון ציר X. העובי האפקטיבי בכל נקודה בכיוון ציר X שקול לאורך המיתר במישור XY.

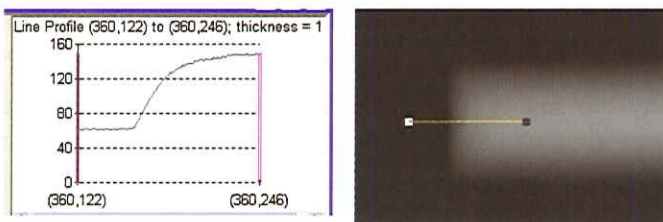
התפלגות אורך המיתרים בגליל נראית בגרף השמאלי:



אורך המיתר בחומר הינו פונקציה של מקום ועל כן פונקציה LSF התלויה בקרינה המשנית תשתנה אף היא. לדוגמה, במרכז הגליל, פונקציה LSF מתאימה לאזור בו אורך המיתר מרבי $[2R]$, ובצידי הגליל, אורך המיתר יורד לאפס. לכן עבור כל מיקום X מתקבלת פונקציה LSF משלו. יתרה מכך, התגובה המתקבלת במרכז הגליל נובעת משינוי יחסי "גדול" בעובי (מ-4 מ"מ - עובי לוח האלומיניום ל-5 ס"מ - קוטר הגליל), לכן פונקציה LSF באזור זה תהיה לא סימטרית. ככל שמתרחקים לצידי הגליל, גודל השינוי היחסי בעובי הולך וקטן ועל כן גם פונקציות LSF המתאימות תיעשינה יותר סימטריות [1].

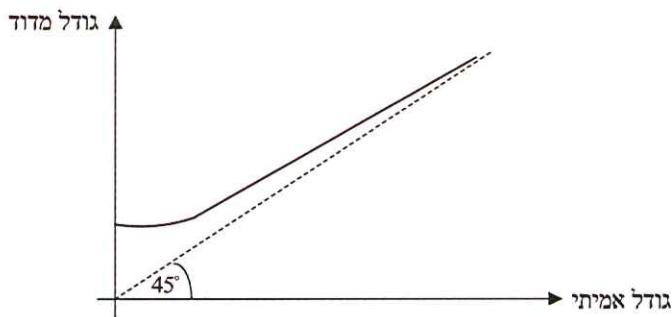
להלן מספר תוצאות עיקריות שהתקבלו:

דמות רדיוגרפית (מימין) ופרופיל השחרה (משמאל) המתקבלים ממיתר העובר במרכז הגליל:



להלן תגובה מותאמת הנובעת משימוש ב-LSF לא סימטרי לתגובה המדודה:

מייצגת מ"הלוגיקה העמומה", מראה כי התוצאות קרובות. לסיכום, ככל שגודל הפגם הולך וקטן כך העיוות הנוצר בשחזור מימדי הולך וגדל לפי:



העיוות נעשה גדול יותר כאשר הפגם מצוי באובייקט בו פונקציית LSF משתנה ממקום למקום ואף לא סימטרית. מכאן הדגש לא לשחזר את הדמות כולה ע"י פונקציית LSF בודדת ודה קונבולוציה אלא להפעיל כלים חלופיים כגון "הלוגיקה העמומה" שדונה כאן על מנת לעבד כל אזור ע"י LSF האופטימלי המתאים לו.

תודות

לסוכנות הבינלאומית לאנרגיה אטומית, וינה, מחקר מספר 14144

מקורות

[1] שירה כהן, "אי סימטריה של פונקציית LSF ברדיוגרפיה", מצגת לכנס השביעי של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות, שפיים, 2006

מערכת HD-CR מדור חדש

חברת Durr-NDT הגרמנית מציגה מערכת CR חדשנית, היי דפינישן, קומפקטית השוקלת כ- 25 ק"ג במארז שטח נוח לנשיאה. המערכת מציעה פתרון דיגיטאלי



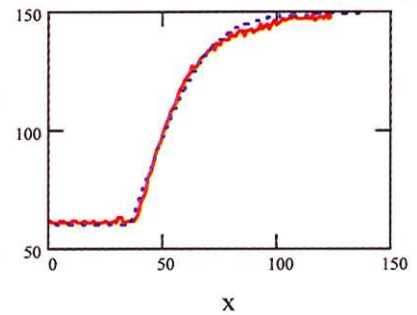
לרדיוגרפיה תעשייתית ע"י שימוש בסרטי צילום דיגיטאליים גמישים הנסרקים בתום הפעולה ע"י המערכת ומוצגים על גבי מסך מחשב להמשך פענוח.

המערכת נעזרת בטכנולוגיית סריקה חדשנית, מעגלית, היחידה בעולם המגיעה לרזולוציות פיקסל של 12.5 מיקרון ובכך מסוגלת לדמות רזולוציית סרט צילום מקטגוריית CI - Ultra fine grain.

לפרטים נוספים: Email: info@vsr.co.il; Tel: 972(3) 9605559 Ext:3

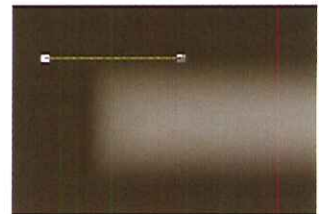
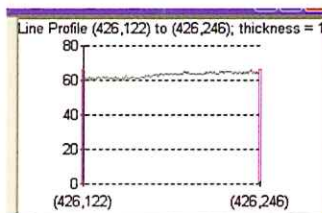
Measured Response(x)

Fitted Response(x)



עפ"י הקריטריון של שיטת הריבועים הפחותים (Least Square Method) נקבע ש-LSF לא סימטרי מייצג בצורה מקורבת יותר את התגובה המדודה עבור המיתר המרכזי.

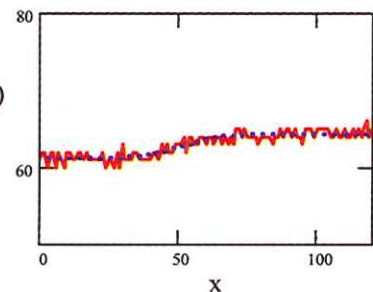
דמות רדיוגרפית (מימין) ופרופיל השחרה (משמאל) המתקבלים ממיתר בצדי הגליל:



להלן תגובה מותאמת הנובעת משימוש ב-LSF סימטרי לתגובה המדודה:

Measured Response(x)

Fitted Response(x)



במקרה זה, עפ"י הקריטריון של שיטת הריבועים הפחותים, ניתן לומר ש-LSF סימטרי מייצג בצורה מקורבת יותר את התגובה המדודה עבור המיתר הצדדי.

מכאן שעבור המיתר המרכזי יש לעבוד עם LSF לא סימטרי וככל שמתרחקים לצדי הגליל ניתן לעבוד עם LSF סימטרי.

המקרה לעיל מדגים פונקציית LSF המשתנה ממקום למקום והופכת מסימטרית ללא סימטרית. במצב כזה לא מוצדק להניח שהמערכת היא ליניארית ובלתי תלויה במקום ועל כן גם לא מוצדק לשחזר את הדמות כולה בעזרת אלגוריתמים מקובלים של דה קונבולוציה עם פונקציית הרחבה בודדת.

במצב כזה אם רוצים להפיק מידע כמותי מדויק יש לבצע עבודת כיוול ארוכה הכוללת מדידת מספר רב של פונקציות LSF למיתרים השונים בגליל.

"הלוגיקה העמומה" נותנת כאן פיתרון מקורב אך יחד עם זאת גם מהיר וישים עם מספר מוגבל של פונקציות LSF, אשר מתוכן, בעזרת פונקציות חברות, ניתן לקבל עבור כל מיתר בתחום החברות את פונקציית LSF המייצגת המתאימה לו.

השוואה של ה-LSF המחושב למיתר מסוים באזור הביניים עם LSF

האם יחליפו הבדיקות האולטרסוניות את בדיקות הרדיוגרפיה?

ד"ר יוסי שואף, גבי שואף בע"מ

מבוא

החלק הארי של ריתוכי ההשקה של הצנרת, המיכלים והקונסטרוקציה מתבצע באמצעות רדיוגרפיה. לרדיוגרפיה יש יתרונות מסוימים אך גם חסרונות הגורמים לעיכובים בעבודה ולהגדרתה כסיכון לעובדים ולסביבה.

הרצון להסב שיטה זו בשיטה אמינה לא פחות אך נוחה יותר גרם לשינוי דרישות התקנים. גם הציוד האולטרסוני המתקדם תורם להגדלת האמינות והטמעת השינוי.

במהדורות האחרונות של תקני הבדיקה השונים מופיעה כבר אופציה של בדיקות אולטרסוניות במקום רדיוגרפיה. בתקנים לבדיקת קונסטרוקציות פלדה (AWS D1.1), צנרת דלק (ASME B31.3), צנרת תהליכית (ASME VIII), ושנרת למיכלי לחץ (API 1104), ישנה התייחסות לשימוש זה עם או בלי הגבלות שיפורטו בגוף המאמר. הנושא נחשב למעניין ביותר בין הגופים המכינים את התקנים כך שבאישור לשימוש עבור מיכלי לחץ יש כבר עדכון תשיעי בתוך 10 שנים להיתר המיוחד שניתן.

פירוט השיטות

רדיוגרפיה

שיטה זו משתמשת במקור קרינה רדיואקטיבית - איזוטופ או מכשיר X-RAY ליצירת קרינה. הקרינה עוברת של החלק הנבדק (ריתוך לדוגמה), נחלשת כפונקציה של צפיפות החלק ומשאירה את רישומה על סרט צילום. בועה בחלק תגרום להחלשות קטנה יותר של הקרינה, כך שהרישום של הבועה יהווה אזור כהה יותר על סרט הצילום. (ראה איור 1).

יתרונות השיטה

1. משאירה רישום קבוע של הריתוך ומאפשר דיון מאוחר יותר על ידי מומחים
2. משאירה דמות שמקלה על הבנת החלק (שיקוף)

אולטרסוניק

שיטה זו משתמשת בציוד המשדר גלים אולטרסוניים לתוך החומר, בגלים ישרים או זוויתיים. הגלים נעים ומוחזרים מרפלקטורים שונים וביניהם גם מאי רציפויות ופגמים. השיטה היא שיטה מקובלת וותיקה לגילוי פגמים בנפח הריתוך. האינדיקציות מתקבלות בדרך כלל על גבי מסך כפולס חשמלי אם כי בשני האחרונות התפתחו מכשירים המציגים חתך או מבט על של הריתוך עם ציון הפגמים עליו.

שיטות הבדיקה החדשניות מאפשרות בדיקות מהירות ואמינות ביותר אך דורשות הבנה מעמיקה, ניסיון וציוד יקר. סריקת הריתוך נעשית ידנית. בריתוכים אוטומטיים או בצנרת בקוטר גדול ניתן להפעיל סריקה אוטומטית מהירה. אך משך ההתקנה והכוונן על החלק ועלותה גבוהים.

יתרונות השיטה

1. אינה מסכנת את הבודק
2. מאפשרת גילוי ודיווח מיידי של פגמים בחלק הנבדק
3. אינה מחייבת את פניו הסביבה ולפיכך ניתן לביצוע בכל שעות היממה מבלי לעכב את עבודות היצור
4. אינו מחייב גישה לשני הצדדים
5. העבודה יכולה להתבצע על ידי בודק אחד

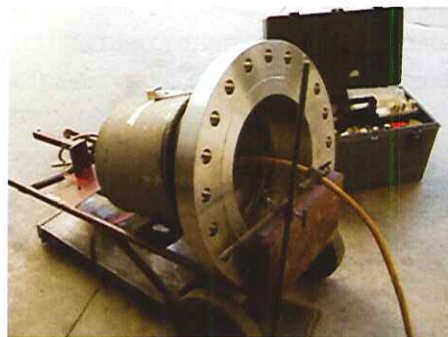
חסרונות השיטה

1. אינה משאירה רישום של הבדיקה לצורך דיון מאוחר
 2. מחייבת אמון מלא במקצועיות ובמהימנות הבודק
 3. המפקחים אינם רגילים לסוג זה של בדיקות ומתקשים לבקר אותן
 4. מיומנות הבודק צריכה להיות גבוהה
- יתרונות השיטה האולטרסונית כל כך גבוהים שבשנים האחרונות נעשים מאמצים לבטל

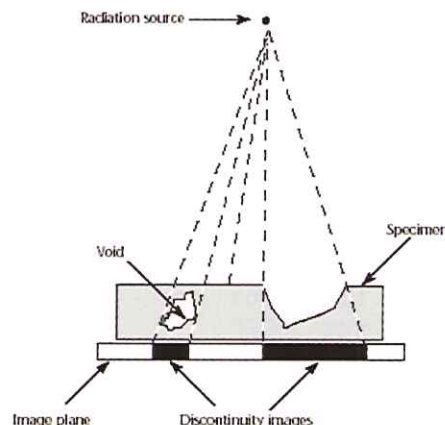
3. כח האדם הנדרש לביצוע הוא ברמה בינונית
4. המפקחים רגילים לסוג זה של בדיקות ומסוגלים לבקר אותו
5. מכיל דגם יחוס קבוע על כל סרט - פנטרמטר

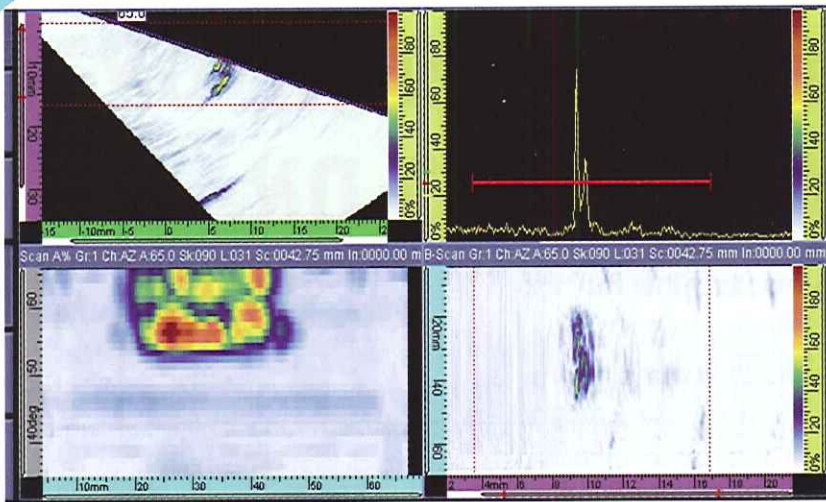
חסרונות השיטה:

1. מסכנת את העובד
2. מסכנת את הסביבה
3. מעכבת את הביצוע (צורך בפניו הסביבה)
4. מעכבת את התשובות (צורך בפיתוח)
5. עלות הולכת וגדלה של סרטי הצילום
6. הצנרת נבדקת חייבת להיות ריקה מנוזלים
7. מחייבת גישה לשני צידי החלק הנבדק



צילום רדיוגרפי באמצעות מקור גמא





תצוגה קלאסית של מכשור בדיקה אולטרסוני

תצוגות phased array

גילוי אינדיקציות באוריינטציות רבות אך בסריקה בודדת.

במישור התקני

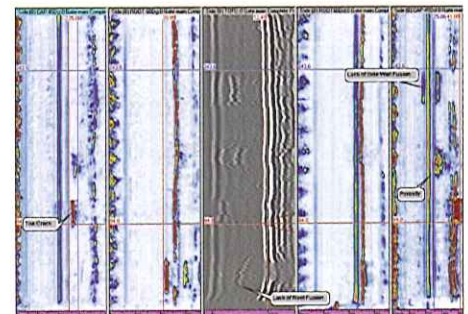
התקנים מאפשרים בדיקות אולטרסוניות במקום רדיוגרפיות.

1. ריתוכים בעובי של 1/2" ומעלה, סריקה אוטומטית, ציוד עם data acquisition, הקלטת כל המידע בצורה גולמית.
2. סריקה אוטומטית, ציוד עם data acquisition, הקלטת כל המידע בצורה גולמית.

סיכום

לבדיקות האולטרסוניות נראה שימוש רב בעתיד בבדיקות ריתוכים במקום בדיקות רדיוגרפיות. ישנם שלשה צעדים הכרחיים למימוש

1. הפעלת ציוד מתקדם.
2. הכשרת הבודקים.
3. הטמעת השיטה אצל המפקחים.
4. אמון בבודק - עריכת מבחן מעשי על דגם עם פגמים (על ידי הלקוח) לכל בודק של המעבדה המבצעת.



תצוגת TOFD משולבת בתצוגות B scan / C scan

את החסרונות הן במישור הטכני והן במישור התקני.

במישור הטכני

פיתוח מכשירים עם תצוגה מרחבית כאשר הסריקה הינה סריקה ידנית עם משוב וסימון על המסך לגבי האזור הנבדק.

פיתוח מערכות בעלות אמינות גבוהה. מערכת אחת היא ה-Phased Array אשר משרתת גלים אולטרסוניים בכל הזוויות ובכך סורקות את כל נפח הריתוך ומקבלת החזר מכל אי רציפות ללא תלות באוריינטציה שלה (למעט כאלה שהינן מקבילות לפני השטח).

מערכת אחרת היא ה-TOFD, מעכת המאפשרת

להלן ריכוז התקנים והמגבלות:

התקן	השימוש	הסכמת הלקוח	התנאי	הסמכה מיוחדת
AWS D1.1	קונסטרוקציות פלדה	לא נדרשת	ללא הגבלה	רמה II או III ASNT
ASME	מיכלי לחץ	לא נדרשת	Code Case 2235-9 1	רמה II או III ASNT
B31.3	צנרת תהליכית	נדרשת ל-SCC לא נדרשת ל-NF		רמה II או III ASNT
API 650	מיכלי דלק על קרקעיים	נדרשת	2	רמה II או III ASNT ומבחן ספציפי
API 1104	צנרת דלק	נדרשת	ללא הגבלה	רמה II או III ASNT

מד עובי זופן דיגיטלי חדש

חברת DANATRONICS, ארה"ב, גאה להציג מכשיר אולטרסוני חדשני לבדיקת עובי דופן.

המכשיר מאפשר מדידות עובי דופן בשיטת A-SCAN, B-SCAN

תכונותיו המיוחדות:

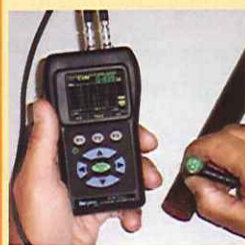
1. מסך TFT צבעוני בעל רזולוציה גבוהה המאפשר תצוגה וויזואלית ברורה וקלה להבחנה.
2. המכשיר יכול לבדוק עובי דופן בין 0.2-508 מ"מ ברזולוציה של 0.01 מ"מ.
3. יכול לעבוד בשיטה אינציית ומילימטרית.
4. זהו המכשיר הקטן ביותר במימדיו מבין אלה המצויים בשוק: 127X76X32 מ"מ ומשקלו 230 גרם. מידות המכשיר ומבנהו מאפשרים תפעול המכשיר ביד אחת בלבד.

המכשיר פועל על שתי סוללות מסוג AA המאפשרות עד 50 שעות עבודה רצופות.

הוא בנוי מזיוד פלסטי אטום ואיכותי אשר תוכנן לשימוש בתנאים תעשייתיים קשים וכולל לחצני גומי אטומים מוארים לצורך בדיקות go/not go.

מד-עובי דופן זה תוכנן ויוצר בארה"ב. הרוכש ינהנה מתמיכה טכנית בישראל ואחריות בת שנתיים.

היבואן: חברת ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון



מעבר מרדיוגרפיה קונבנציונאלית לשימוש ברדיוגרפיה דיגיטאלית

מאת: רון פינקו - מנהל מחלקת NDT - חברת וידיסקו

השוהים באותה עת במפעל.

אחת הגישות האלטרנטיביות היא המעבר לשימוש במקורות רנטגן ניידים מסוג פולס X-ray (Battery operated Pulsed X-ray source) המופעלים בעזרת סוללות בשילוב עם מערכת הרדיוגרפיה הדיגיטאלית. מקורות רנטגן מסוג זה מסוגלים להפיק אנרגיה של כ-270kV עם יכולת חדירה טובה המאפשרת בדיקת ריתוכים בצינורות. יש לציין כי מקורות אלו הינם מקורות פולס לכן אין באפשרות הטכנאי לשלוט על ה-Kv ועל ה-Ma. הטכנאי יכול לשלוט על זמן החשיפה ועל המרחק מהמקור לאובייקט המשווק בלבד. כל פולס מתמשך 60 ננו שניה וסה"כ כמות הפולסים המכסימלית בחשיפה אחת הינה 99 פולסים, כלומר סה"כ של 6.4 שניות. ברצוני להדגיש, כי מרחק הבטיחות הנדרש מאחורי מקור הרנטגן הוא בטווח של 3-5 מטר בלבד. זמן החשיפה המינימלי מאפשר מתן בטיחות מכסימלית לעובד. בדרך כלל זמן חשיפה קצר זה אינו מאפשר בניית תמונה על פילם סטנדרטי, הפיתרון אם כך טמון בשילוב פאנלים דיגיטאליים מסוג Amorphous Silicon בשל רגישותם הרבה לקרינה ניתן לקבל תמונה באנרגיה המופקת מפולס אחד בלבד. הרזולוציה הגבוהה של עד כ-4 lp/mm וכמות של 16,384 (14bit) גווני האפור מאפשרים קבלת תמונה העולה משמעותית על איכות המתקבלת בשימוש באיזוטופ וזאת בזמן חשיפה של כ-3

רדיואקטיביים אלו. כמו כן, אין להתעלם מהעלות הרבה הכרוכה בעבודה זו הן עבור מומין העבודה, הנדרש לפעמים להשבת חלקים במפעל, והן לנותן שירותי NDT בעבודה עם מקורות אלו.

במחקר אשר הוזמן על ידי EPA (Environmental Protection Agency) המשרד לבטיחות איכות הסביבה, התבקש Dr. Glenn Light למצוא אלטרנטיבות לשימוש באיזוטופים בבדיקת רדיוגרפיה.

מציאת אלטרנטיבה הינה אחת מהגישות שנינקטות כדי להקטין את השימוש באיזוטופים ובכך להגדיל את הבטיחות בעבודה בשטח. בעקבות כך גם יצירת יתרונות כלכליים לא מבוטלים הכדאיים למבצע ולמומין העבודה. השימוש באיזוטופים טומן בחובו גם יתרונות ולכן השימוש בו נרחב.

היתרונות בשימוש באיזוטופים הם:

- ניידות גבוהה של הציוד.
- אין צורך בחשמל כדי להפעילו.
- אין צורך בחימום המקור לפני תחילת העבודה (כנידרש בעבודה עם מקורות X-ray, תעשייתיים)
- עוצמת אנרגיה גבוהה המאפשרת חדירות וקבלת מתן תמונה טובה יחסית.
- החסרונות בשימוש במקורות איזוטופים הם:
 - בהיבט הבטיחותי - קיימת סכנה לאיבוד איזוטופים בעבודה בשטח ובכך הגדלת הסכנה בחשיפת יתר לקרינה לא רק עבור איש הרדיוגרפיה אלא לציבור רחב הנמצא בקרבת מקום.
 - בהיבט הרגולטורי - כח האדם הנדרש לביצוע העבודה מחייב שני אנשים בעלי הכשרה מתאימה בעבודה עם איזוטופים.
 - בהיבט הכלכלי - נידרשת השבתת חלקים נרחבים בשטח המפעל כדי להגדיל את בטיחות העובדים

ביסוס מעמדה של הרדיוגרפיה הדיגיטאלית בשוק ה-NDT הולך וגובר עם ההכרה כי טכנולוגיה זו אינה נופלת מהטכנולוגיה הקונבנציונאלית הידועה ואף עולה עליה בהרבה. המשתמשים בטכנולוגיה הדיגיטאלית רואים לנגד עיניהם את היתרונות הכלכליים הנכבדים בשימוש בטכנולוגיה זו: מהירות קבלת התמונה ויכולת פענוח מידי בשטח מאפשר חיסכון רב בזמן ביצוע העבודה וגידול משמעותי ברווחים עבור חברות מתן שירותי NDT וחברות תעשייה המנהלות פרוייקטים עתירי הון. בשל רגישות הפאנלים בין פי 20 ל-100 בהשוואה לפילם בשיקוף עם קרינת גאמא וקרינת X-ray ניתן לבצע שינוי בשיטת ביצוע העבודה בשני אופנים: האחד, מעבר משימוש באיזוטופים מסוג IR-192 ו-Selenium לשימוש בקרינת X-ray על מנת להגדיל את הבטיחות לעובד בסביבת הקרינה, והשני, השימוש באיזוטופ בשילוב עם הרדיוגרפיה הדיגיטאלית מאפשר קיצור משמעותי בזמני חשיפה.

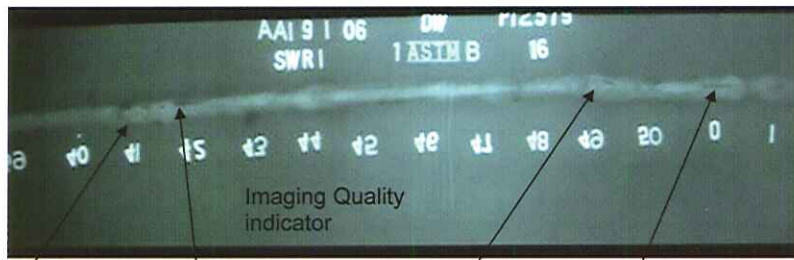
בהמשך מוצגות שתי דוגמאות לשימוש במערכת דיגיטאלית המיועדת לעבודה בשטח.

הראשונה, הינה מתוך מחקר אשר בוצע על ידי Dr. Glenn Light ממכון מחקר בארה"ב (South (West Research Institute). והשנייה הינה מתוך עבודה בשטח המבוצעת בבדיקות צינורות בפילנד, באמצעות מערכת דיגיטאלית מסוג foX-Rayzor מתוצרת וידיסקו בשילוב שימוש באיזוטופ.

אירגוני איכות הסביבה וביניהם הארגון האמריקאי EPA's Radiation Protection Division (RPD).

אינם מאפשרים עבודה תוך שימוש באיזוטופים, אלא לאחר בדיקות בטיחות וריגולציה קפדניות מאוד של העובד והמעביד, הן בעבודה בשטח והן ביכולת שינוע מקורות רדיואקטיבים אלו ממקום למקום. כל זאת על מנת להקטין את השימוש באיזוטופים ככל האפשר ובכך את הסכנה מחשיפת יתר הטמונה בשימוש במקורות



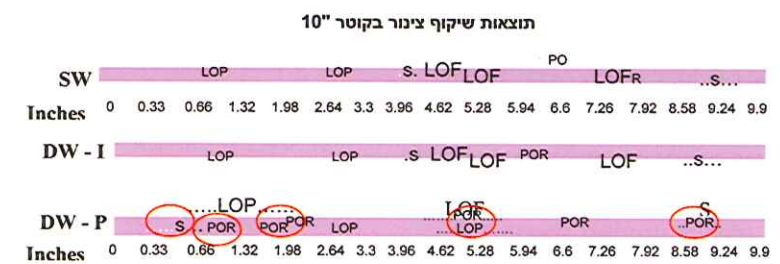
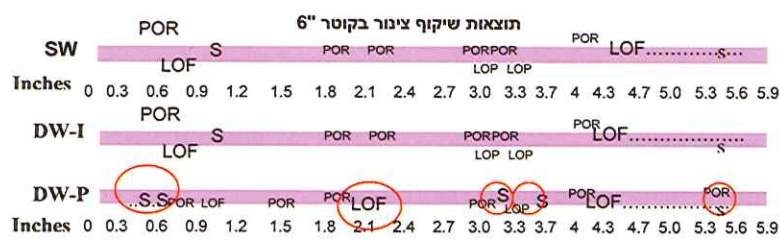
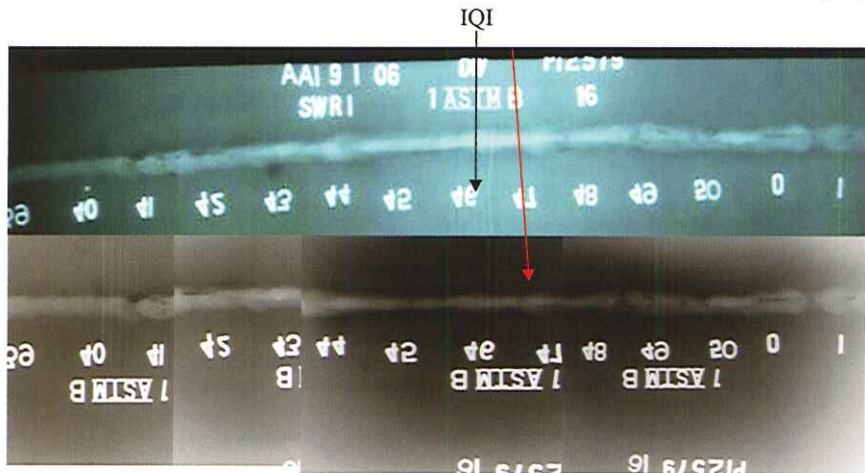


Porosity Lack of fusion Porosity Lack of Penetration

בשלב השני תוצאות הבדיקה בשימוש מערכת דיגיטאלית foX-Rayzor ומקור רנטגן מסוג Golden XRS-3 Pulsed, 270kV

השיקוף שנלקח במערכת הדיגיטלית מצינור בקוטר 16". התקבל בזמן חשיפה של 3 שניות לתמונה בלבד. בשל שטח השיקוף של ה-foX-Rayzor נלקחו 4 תמונות לכיסוי 120 מעלות מקוטר הצינור, בזמן חשיפה של מספר דקות בודדות (כולל זמן שינוי מיקום הפאנל לאחר כל צילום).

השוואה אחת לאחת שיקוף בעזרת איזוטופ פילם (למעלה) לעומת שיקוף בפאנל דיגיטלי להלן הממצאים בין הפגמים שהתגלו בשיקוף צינור בקוטר 6" ו-10" באיזוטופ אל מול שיקוף במקור רנטגן מסוג פולס בשילוב עם מערכת דיגיטאלית מסוג foX-Rayzor Amorphous flat Panel Silicon



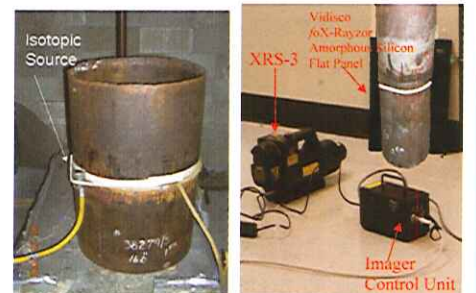
S= Slag, LOP= Lack of Penetration, LOF= Lack of Fusion, POR=Porosity

○ - הניגול האדום מסמל פגמים שלא התגלו בצילומים הקודמים

שניות בלבד לדוגמא בשיקוף צינורות. במחקרו של Dr. Glenn Light נבדקה היכולת לשקף צינורות בעזרת מערכת דיגיטאלית ניידת המותאמת לעבודות שטח מתוצרת וידיסקו בשילוב עם מקור רנטגן מסוג פולס (Golden XRS-3) מתוצרת Golden Engineering), בהשוואה לעבודת שטח בעזרת איזוטופ מסוג Ir-192.

לשם ביצוע המחקר נבדקו חמישה צינורות בקטרים שונים: 4", 6", 10", 14", 16" עם פגמים ידועים בעלי עובי דופן של כ-8 מ"מ כל אחד. הצנורות הללו מכילים פגמים ידועים כגון פורזיביות (Porosity), חוסר חדירה (Lack of Penetration), חוסר התכה (Lack of Fusion), וסיגים (Slag) תהליך המחקר התבצע בשני שלבים: בשלב הראשון הצנורות נבדקו בשיטה הקונבנציונאלית עם איזוטופ ובשלב השני הצנורות נבדקו בעזרת מערכת דיגיטאלית מסוג foX-Rayzor Golden XRS-3 Pulsed, 270kV בשוללות מסוג Golden XRS-3 Pulsed, 270kV בהתאם לתקן ASME (ראה תמונה המתארת את תצורת השיקוף).

התקנת הציוד בשטח התבצעה כמוצג מטה:



חמשת הצינורות שנבדקו במסגרת המחקר:



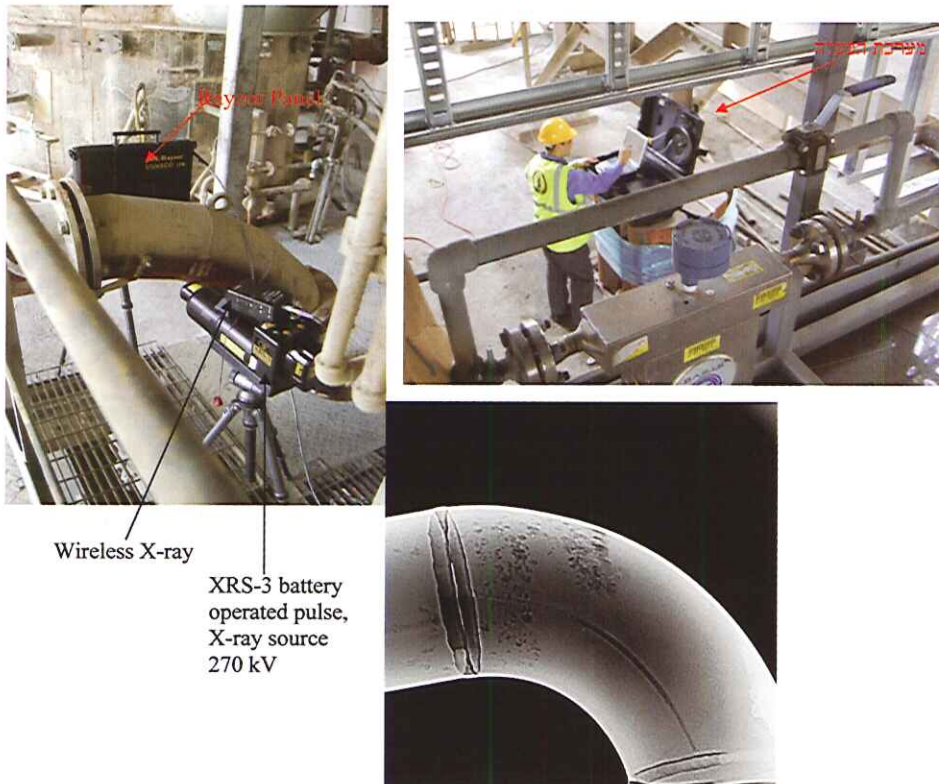
המחקר ותוצאותיו: השלב הראשון כלל שימוש באיזוטופ מסוג Ir-192 ובפילים.

הפילים המצולם מטה, נלקח מצינור בקוטר 16", זמן חשיפה 70 שניות וזמן פיתוח הפילם כ-20 דקות. סה"כ 21 דקות ו-10 שניות עד לקבלת התוצאה בכיסוי של 120 מעלות מקוטר הצינור.

להלן טבלא השוואתית בין Ir-192 לבין שילוב השימוש בין פאנל דיגיטאלי ומקור פולס מסוג XRS-3

נושא	מקור רדיואקטיבי + פילם	מקור רנטגן + פאנל דיגיטאלי
עלות מקור רנטגן	\$5,000	\$5000 עלות הנדרשת ל 5 שנים ויותר
עלות מערכת ניידת לפיתוח פילם בשטח	\$20,000	אין צורך תמונה מיידית המתקבלת על מסך המחשב
עלות מערכת מסוג foX-Rayzor	1 דולר לפילם	\$60,000 שיקוף ללא הגבלה
עלות כימיקלים	\$200 לשבוע	0
זמן הנדרש לקבל תמונה מצינור בקוטר 16"	10 דקות לשיקוף + 20 דקות פיתוח	12 שניות לשיקוף 4 תמונות + 8 שניות לשינוי מיקום
צורך במתח חיצוני	אין צורך	5 שעות עבודה על סוללות ללא צורך במתח חיצוני ניתן להפעלה גם ממתח רכב ללא הגבלת זמן
איכות תמונה	יכול להראות את החוטים הנדרשים על פי תקן ASME B חוטים	יכול להראות את כל החוטים הנדרשים לפי תקן ASME באיכות העולה על איזוטופ
אורח חיי מקורות רנטגן	עבור Ir192 בין 4 ל 6 חודשים	4000 פולסים לשעת טעינה ו 150,000 פולסים עד להחלפת שופרת
גודל המקור	כ 30 ס"מ	כ 30 ס"מ משקל 5 ק"ג
מספר השיקופים הנדרשים לכיסוי 10 אינצים של צינור	3 שיקופים כל שיקוף כ 70 שניות ופיתוח 20 דקות לפילם סה"כ- שעה 3.51 דקות	12 שיקופים כל שיקוף כ 3 שניות סה"כ 36 שניות
קבלת הטכנולוגיה	איוזטופים נימצאים בשימוש למעלה מ 50 שנה	מקור רנטגן + מערכת דיגיטאלית נימצאים בשוק כ 7 שנים
מספר אנשים הנדרשים לביצוע העבודה	2 אנשים המוסמכים לעבודה באיוזטופים	נידרש איש 1 המוסמך לעבודה ברנטגן

דוגמא לעבודה עם מערכת מסוג foX-Rayzor בשטח



SW - האינפורמציה הידועה לגבי קיום פגמים בצינור זה בבדיקת דופן אחת (Single wall) **DW-I** בדיקת עובי דופן כפול (Double Wall) בעזרת איזוטופ

DW-P בדיקת עובי דופן כפול (Double Wall) במקור רנטגן מסוג פולס בשילוב עם מערכת דיגיטאלית מסוג Amorphous Silicon Vidisco foX-Rayzor

לסיכום: בשיקוף בעזרת הטכנולוגיה הדיגיטאלית התגלו פגמים נוספים לאלו אשר התגלו בבדיקת שיקוף בעזרת איזוטופ ואף יותר מאלה שהיו ידועים עד ביצוע הבדיקה.

מסקנות:

השימוש במערכת דיגיטאלית בשילוב מקור רנטגן מסוג פולס מאפשר קבלת תוצאות מיידיות.

אין צורך בפיתוח, ולכן ניתן לדעת באופן מיידי מהו טיב הצילום לאחר השיקוף. רמת הבטיחות למשתמש גבוהה לאין שיעור מהשימוש באיזוטופ. בנוסף איכות התמונה המתקבלת מהפאנל הדיגיטאלי היא באיכות גבוהה מאוד, רזולוציה של עד 3.5 lp/mm במערכת מסוג foX-Rayzor ויכולת הבחנה של 16,384 גווני אפור, ולכן היתרון בשימוש בפאנלים דיגיטאליים מובהק.

יש לציין כי עלות כוח האדם הנדרש לעבודה עם איזוטופים גבוהה מזו הנדרשת בעבודה עם פאנלים דיגיטאליים. אפשרות שמירת המידע והעברתו ללקוח ללא איבוד תמונות המקור מאפשר לנותן השירות ואף למקבל השירות מעקב מסודר אחר לקוחותיו ורמת ביצוע איכות העבודה.

כפי שנוכחנו, היתרונות בהפעלת מערכת ניידת מסוג Amorphous Silicon flat panel בתחום בדיקות סדקים בצינורות הינו רב. פיתרון זה גם מתאים לאפליקציות נוספות בתעשייה לדוגמא בתעופה, במקומות בהן הגישה בעייתית בעבודה עם מקור תעשייתי גדול. ופה המקום לציין כי המערכות תמוכות בתיקני DICOM / DICONE, Boeing BSS 7044/ 7075, ASTM E2442-5 ואחרים.

שימוש באיוזטופים בשילוב מערכת מסוג foX-Rayzor

אחת הסיבות לשימוש באנרגיית גאמא היא בזכות יכולתה לחדור צינורות בעלי עובי דופן גדול במיוחד. כידוע בשל זמן האינטגרציה הרב הנדרש לבניית תמונה על פילם יש צורך בזמני חשיפה ארוכים. זמן חשיפה זה הינו

שיקוף צינור זה נידרשים כ-20 צילומים משמעות היא בקיצור זמן העבודה נמדד בימים.

סיכום

היתרונות העיקריים בשימוש בטכנולוגיית הפאנלים הדיגיטאליים הם:

- יעילות - התמונה מתקבלת תוך שניות ספורות בלבד - אין צורך באיסוף סרט הצילום בכל תמונה לצורך פענוחו ואין צורך בפיתוח.
- איכות תמונה מעולה, טווח דינמי רחב של 16,384 רמות אפור (14 ביט)
- שמירה על איכות הסביבה אין שימוש בכימיקלים

● קיצור זמני החשיפה באופן משמעותי

● אפשרות מעבר משימוש באיזוטופים מסוכנים ומסורבלים לשימוש במקור רנטגן מסוג Pulse X-ray ועל ידי כך הפחתת סיכוני החשיפה לקרינה לעובד ולסביבה.

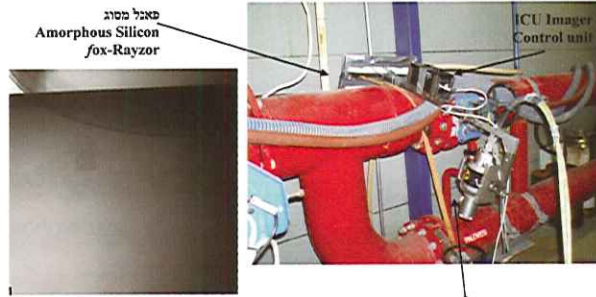
● אפשרות השימוש באיזוטופים בשילוב עם מערכת דיגיטאלית. שמוש זה מאפשר ירידה דרסטית בזמני החשיפה ועקב כך מקטין את הסיכון לעובד השטח ומשפר את ריווחיות החברה

● בזכות איכות תמונה הצגנו כי קיים גידול משמעותי באחוזי גילוי הפגמים ויכולת פענוח

טובה יותר, בזכות השימוש בכלי תוכנה חזקים, כגון Window leveling צפייה בגווני אפור נבחרים, הגדלה עד 800%, כלי מדידה ועוד כלים המקלים על עבודת הפענוח.

● ניהול ארכיב דיגיטאלי מלא, שיתוף מידע בתוך ומחוץ לארגון, קטלוג ואיחזור מידע מהיר.

בעקבות התאמת הפאנלים הדיגיטאליים לעבודת שטח, השימוש בפאנלים דיגיטאליים מסוג Amorphous Silicon הפך למציאות. תחומי עבודה נוספים, שעד לא מכבר השתמשו ברדיוגרפיה הקונבנציונאלית עוברים גם הם בהדרגה לשימוש בפאנלים דיגיטאליים.



זמן חשיפה עם מקור מסוג איזוטופ הוא כ-3 דקות לעומת 30 שניות בשילוב מערכת foX-Rayzor

דוגמא 3 - שיקוף צינור פלדה (SS-2343) בקוטר חיצוני של 150 מ"מ בעל עובי דופן של 6 מ"מ עם בידוד. הצינור מלא במים. בשיקוף בשיטת הרדיוגרפיה הסטנדרטית עם פילם זמן

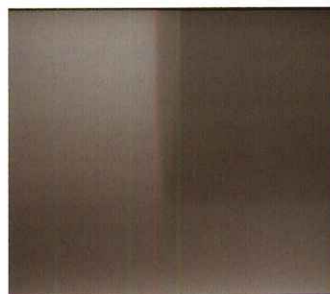
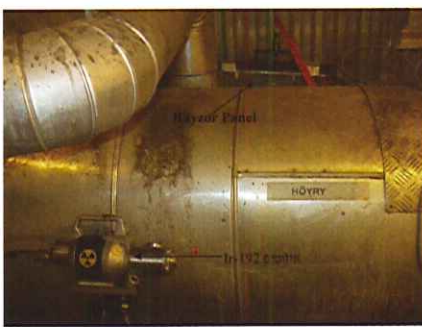


החשיפה הנדרש לכל שיקוף הינו 15 דקות לא כולל הזמן הדרוש לפיתוח הפילם.

לעומת זאת שיקוף עם מערכת ה- foX-Rayzor אורכת כ-20 שניות לקבלת תוצאה סופית

דוגמא 4 - מצנן לאדי קיטור - שיקוף צינור נחושת (CuMo 10) בקוטר חיצוני של 250 מ"מ בעל עובי דופן אחד של 40 מ"מ עם בידוד. זמן חשיפה

הנדרש בעבודה עם פילם ללא זמן פיתוח הפילם הוא 1 שעה, לעומת זמן חשיפה של 50 שניות בעבודה עם foX-Rayzor. לביצוע



מסוכן לעובד ולסביבתו ואף מקטין את הספק העבודה במיוחד כאשר יש צורך בספר רב של שיקופים. השילוב של עבודה מסוג זה עם מערכת דיגיטאלית ניידת כגון ה-foX-Rayzor מתוצרת וידיסקו מאפשר קבלת תמונה באיכות גבוהה תוך שימוש בזמן חשיפה קצר.



מערכת foX-Rayzor

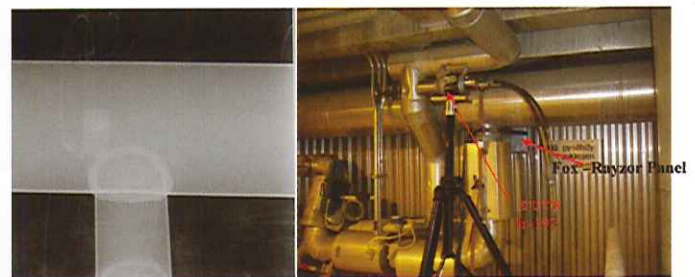
דוגמא נוספת לחברה העושה שימוש במערכת דיגיטאלית היא חברת Inspecta למתן שירותי NDT חברה זו מעסיקה כ-450 טכנאי NDT, פועלת במדינות סקנדינביה והסביבה, ומספקת שרותי NDT במגוון רחב של שיטות בדיקה לתעשייה.

להלן מספר דוגמאות מתוך עבודות שטח של Inspecta העושה שימוש במערכת ה-foXRayzor בשילוב איזוטופים מסוג Ir-192.

הערה: הפאנל בתצורתו הרגילה מתוכנן לעבודה עד 160 kV בעבודה עם מקורות תעשייתיים רציפים. על מנת לעבוד עם איזוטופ יש למסך את האזור האלקטרוני של הפאנל לפי שירות המסופק על ידי היצרן בהתאם לאנרגיית העבודה בפועל. כל זאת על מנת להאריך את חיי האזור האלקטרוני של הפאנל.

דוגמא 1 - שיקוף צינור המספק דלק לדוד חימום בעל עובי דופן של 4-6 מ"מ העשוי מפלדה SS2343 בעל קוטר חיצוני של 100/80 מ"מ.

זמן החשיפה הנדרש לשיקוף בשיטה הרדיוגרפיה הקונבנציונאלית הינו 10 דקות לא כולל הזמן הדרוש לפיתוח הפילם. לעומת זאת, השיקוף בעזרת ה-foX-Rayzor הינו 15 שניות ותוצאה מיידית.



דוגמא 2 - שיקוף צינור מים ריק לכיבוי אש בעל עובי דופן של 7.2 מ"מ העשוי מברזל (St 35) בעל קוטר חיצוני של 208 מ"מ.

תקציר הרצאה בנושא NDT בצוללות

אורן פיקסל - קצין גוף בצוות אחזקת צוללות (29/04/2007)

כללי

צוללת הינה כלי שייט ייחודי מעצם תצורת הפעלתו, הצוללת מפליגה לבדה באופן חשאי. עצם ביטחונה הוא בחשאיותה, באיכות מערכותיה השונות וביתירות הקיימת במערכות המשפיעות על ביטחון הצלילה. מתובנה זו נגזרת תפיסת התכנון והאחזקה של כלי שייט מורכב זה.

ה"דולפין" היא אחת הצוללות ה"דחוסות" ביותר בעולם, עובדה אשר מסבכת ומקשה על ביצוע טיפולי האחזקה ותיקון תקלות כוננות. על כן במהלך טיפולי האחזקה בצוללת נעשה שימוש במגוון רחב של שיטות בלי"ה ועבודה רבה מושקעת בפרוק מכלולים ומערכות על מנת לאפשר בדיקה מיטבית של גוף הצוללת ומערכותיה הרבות.

מבנה צוללת מדגם דולפין:

צוללות הדולפין נבנו במספנות HDW בקייל אשר בצפון גרמניה במהלך שנות ה-90.

צוללת מדגם "דולפין" הינה צוללת חד מדורית בעלת דחי של כ-1600 טון ו-LOA של כ-56 מטר. מבנה הצוללת נגזר מהאפיון המבצעי הן בהיבט הגיאומטרי והן בהיבט חומרי המבנה.

גוף הצוללת בנוי מ-7 סקציות כאשר מתוכן 5 סקציות מרכיבות את גוף הלחץ (קרי - הנפח אשר עמיד לחץ ההידרוסטטי הנוצר במהלך הצלילה). כל סקציות גוף הלחץ בנויות מלוחות מעורגלים מפלדת חוזק גבוה HY80 אשר מחוזקות בצלעות HY80 ואילו הגוף הרך בנוי ברובו מ-ST52.

לאורך השנים גוף הלחץ ומערכות הצוללת חווים העמסה מחזורית בעומסים גבוהים, על מנת להפחית את הסיכון של כשל אשר עלול לגרום לחדירת מים בלתי נשלטת לצוללת מבוצעות בדיקות רבות.

פרופיל ביצוע האחזקה בצוללת:

אופן ביצוע הבדיקות אשר השפיע בצורה משמעותית על מרווחי הטיפוליים, מפורט בהוראות האחזקה של הצוללת כאשר תכולת הבדיקות משתנה בהתאם לעומק הפרוקים. מחזור החיים של הצוללת מורכב ממספר

תחנות מרכזיות:

טיפול רמה 1 - מבוצע בעיקר על ידי צוות

הצוללת ואינו כולל בדיקות אלא אם מתעורר חשד כלשהו.

טיפול רמה 2 - מבוצע על ידי מספנת חיל הים וכולל פעולות פירוק בשיפולי הכלי ובאזור הסיפון.

טיפול רמה 3 - מבוצע על ידי מספנת חיל הים וכולל פעולות פירוק מקיפות.

שיפוץ - מבוצע על ידי מספנת חיל הים וכולל פרוק כללי של מערכות הצוללת לטובת סריקה מקיפה של מצב הגוף והמערכות.

פרוט הבדיקות והממצאים:

במהלך ההרצאה אפרט את עיקרי הבדיקות המבוצעות בצוללת ואתאר ממצאים אשר אותרו במהלך הבדיקות:



• MT ו-RT לריתוכי HY80.

• UT לאזור השידורית.

• RT ו-AET במסנני מי ים מרותכים מברונזה אלומיניום.

• UT ו-AET לבקבוקי לא"ג.

• VT לבקבוקי לא"ג.

• RT ו-PT לריתוכי צנרת דופלקס לחץ גבוה.

• RT ו-MT לריתוכי חדירות.

• PT למדחף.

אפרט מעט על חלק מהבדיקות:

ריתוכי גוף לחץ:

כאמור גוף הלחץ בנוי מ-HY80, ריתוך פלדה מסוג זה מחייב ביצוע חימום מוקדם (טמפי' החימום נקבעת על פי עובי האזור המרותך) ולאחר כ-72 שעות מתום תהליך ההרפיה נדרש ביצוע בדיקה

בחלקיקים מגנטיים על מנת לשלול מצב של התפתחות סדקים באזור הריתוך.

במהלך בניית הצוללת מבוצע צילום רדיוגרפי של כלל הריתוכים בגוף הלחץ.

אחת התופעות הנפוצות איתן אנו מתמודדים במהלך הטיפול בצוללת הינה התפתחות גימומים המתרחשת לרוב במיכלי השתייה והרחצה בהם אין הגנה של אנודות הקרבה מפאת רעילותם. גימומים אלו מתוקנים על ידי מילוי בריתוך. כמו כן אזור נוסף החשוף לאווירה קורוזיבית במיוחד (של חומצה גופרתית H2SO4) הוא חדרי המצברים אשר גימום בהן מסכן את הצוללת ואף התרחשו בעולם אירועי טביעת צוללות עקב חדירת מי ים לחדרי המצברים. איתור גימומים אלו הוא אחד האתגרים הגדולים במהלך טיפולי הרמה ומאמצים רבים נעשים על מנת לאתרם וזאת באמצעות סריקה אולטראסונית מלאה לתחתית הצוללת.

מסנני מי ים:

מערכות רבות בצוללות מהוות צרכני מי ים, הן לטובת קירור והן לטובת שמירה של שקילה ואיזון של הצוללת (זאת בעזרת הכנסת והוצאת מים ממיכלי האיזון והפיצוי), יכולת ביצוע מניפולציות שונות עם מי הים נדרשת בכל טווח העומקים בכלל ובעומק מרבי בפרט ועל כן מתוכננים מסנני מי הים ואף מערכות רבות אחרות לעמוד בלחצים הנוצרים בעומק הקריסה של הצוללת.

במהלך בדיקות RT תקופתיות אותר באחד המסננים סדק. עומק הצלילה המרבי של כלל הצוללות הוגבל עד לביצוע בדיקות וחישובי חוזק לכלל המסננים בצי הצוללות. בוצעו צילומים רדיוגרפיים בכלל הצוללות ואותרו בכלם סדקים. במהלך חישובי חוזק בשיטת FEM אכן אותרו מספר אזורים של ריכוזי מאמצים במסנן אשר כפי הנראה גרמו לסידוק.

כלקח מתקלה חמורה זו כלל המסננים הוחלפו במסננים יצוקים.

בנוסף בשנים האחרונות נעשה שימוש בשיטת AET על מנת לשלול את קיומם של פגמים מתפתחים הניתנים לגילוי בזמן העלאת הלחץ במסנן ללחץ החוץ.

ניטור דליפות בצנרת באמצעים מתקדמים

אמיר קדר B.Sc, M.E - קדמור מהנדסים בע"מ

השיטות העיקריות המיושמות בהיקף נרחב בעלות תוצאות מוכחות הינן:

1. שיטת SoundPrint®-Pipe לניטור רציף של דלף בצנרות בטון, אסבסט, פיברגלס ופלדה המבוסס על מערכות אקוסטיות רציפות.
2. שיטת SmartBall® לניטור רציף מהיר של דלף בקווי צנרת לחץ המבוסס על מערכת אקוסטית נידת.
3. שיטת SoundPrint®-AFO לאבטחה ולגילוי דלף בצנרת.
4. שיטת P-Wave® לגילוי מוקדם של בליה בצנרת לחץ מבטון דרך להולכת מים וביוב באמצעים אלקטרומגנטיים מתקדמים.
5. שיטת SoundPrint®-Pipe לגילוי מוקדם של בליה וקצב בליה בצנרת לחץ מבטון דרך באמצעות מערכות אקוסטיות רציפות.

במסגרת הרצאה זו יוצגו שיטת SmartBall® לניטור אקוסטי רציף ומהיר לגילוי דלף בקווים ושימוש בשיטת SoundPrint®-AFO לאבטחה ולגילוי דלף בצנרת נפט וגז.

שיטת SmartBall

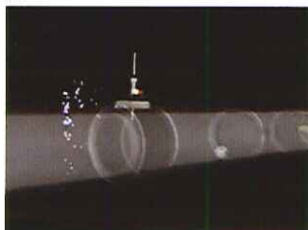
הגדרת הבעיה: ביצוע ניטור אקוסטי לצנרת לחץ במובל ראשי (Main Carrier).

מאפיינים:

- קוטר צינור גדול יחסית.
- נגישות נמוכה, עומק צינור גדול יחסית, מיעוט חיבורי צרכן ומגופים (בהשוואה לרשתות חלוקה).
- אורך קו גדול (ממספר קילומטרים עד עשרות ק"מ ואף למעלה מכך).

דרישות:

- גילוי דליפות מערך דליפה נמוך ככל שניתן.
- קביעת מיקום הדליפה בדיוק גבוה לצורך ביצוע עבודות תיקון.



הכוללת אחריות פלילית אישית, מחייבות את האחראיים על תשתיות הצנרת הקיימות למצוא פתרונות מתאימים אשר יאפשרו לצמצם את רמת אי הוודאות למינימום ולאפשר קבלת החלטות המבוססות על נתונים הנדסיים נכונים ומדויקים ככל שניתן.

מצב זה, מחייב מתן מענה הנדסי מתאים ומבוסס לפעולות האחזקה השוטפת, השיקום וההחלפה. ביצוע בדיקות ויזואליות היכן שניתן וביצוע נקודתי של בדיקות NDT שונות, נותן מידע מוגבל למהנדסים האחראיים וכתוצאה מכך החלטות לגבי פעולות הטיפול, סוגיהן ומועדן מבוסס על ניסיון קודם ועל מידע מוגבל ברמת אי וודאות גבוהה יחסית.

מספר שיטות ניטור רציפות פותחו ע"י חברות ADVITAM מצרפת ו-PURE Technologies מקנדה עבור קווי צנרת לחץ ראשיים בקטרים גדולים יחסית המשמשים בעיקר להולכת מים, ביוב, דלק וגז. שימוש מושכל במשפחת הפתרונות המוצגת כאן בצמוד לשיטות מסורתיות אחרות, מאפשר למהנדס האחראי לקבל תמונת מצב עדכנית לגבי חלק מהפרמטרים החשובים המשפיעים על תיסבולת הצנרת ועל נקודות כשל אפשריות לאורך הקו.

נתוני הבדיקות השונות מוזנים למערכת PRMS (Pipe Risk Management System) תומכת החלטה, אשר בשילוב עם ניתוח הנדסי נכון של התוצאות וחישובי תיסבולת מתקדמים, מאפשר לתכנן את פעולות האחזקה השיקום וההחלפה הנחוצות תוך הקטנת רמת אי הוודאות ושימוש מושכל בתקציב אחזקה מוגבל.

מערכות צנרת לחץ ראשיות להולכת נוזלים, מהוות כיום חלק מרכזי מעורקי החיים של המדינה המודרנית. השימוש חוצה תחומים וכולל בתוכו אספקת מים, סילוק ביוב, הולכת דלקים, גז וכד'. במרבית המקרים, חשיבות התשתית הינה אסטרטגית לקיום המדינה. במקרה של מדינת ישראל, פרויקטים לאומיים כמו המוביל הארצי, צנרת הולכת נפט, דלק וגז וצנרת השפד"ן הינם חלק חשוב במערכת הקיומית של מדינה, הן בעת רגיעה והן בעת חירום.

בעבר, תהליכי התכנון הנדסי והביצוע של צנרת לחץ ראשית להולכה, לא כללו בתוכם קריטריונים סדורים של בחירת סוג ותכונות הצנרת בהתחשב בתנאים הסביבתיים או אחרים המשפיעים על תפקודה לאורך חיי התכן המיועדים. תכנון אופן ומערך האחזקה אם בוצעו, התבסס על אחזקת שבר. במקרים רבים הדבר התבטא בחוסר התייחסות לנתונים בסיסיים המשפיעים בצורה ניכרת על אורך חיי הצנרת כגון התכונות הכימיות והחשמליות של הקרקע בה מותקנת הצנרת, קיום מי תהום ותכונותיהם, או במקרה של צנרת עילית ההתייחסות לנתוני האקלים ותכונות האוויר הסובב את הצנרת.

עם התקדמות הפיתוח במדינות המתועשות ומעבר של מספר עשרות שנים ממועדי הקמת חלק מתשתיות הצנרת הלאומיות של מדינות אילו, החלו להופיע תופעות הבליה האופייניות לסוגי הצנרת השונים בקצב גובר והולך, אשר במרבית המקרים בהגיע הצנרת לנקודת זמן מסוימת הואץ באופן ניכר. קצב האירועים גדל בנוסף כתוצאה מפיתוח סביבתי מואץ בחלק מהאזורים, הצנרת נתונה לסיכונים נוספים אשר לא היו קיימים במועד ההקמה ולסיכונים ביטחוניים. בנוסף, הדרישות ההולכות ומחמירות בתחום הסביבתי, כולל מניעת זיהום ודלף, וכן מודעות ורגישות הציבור לנושא זה וחקיקה המקודמת כיום

- הימנעות מהשבתת הצינור והקטנת זמן אי תפקוד למינימום.
- הימנעות מעבודות שונות או התקנות קבועות על הקו.
- רצון לקבלת תוצאות בפרק זמן קצר כאשר קיים חשד לדליפה.

מרבית השיטות האקוסטיות הקיימות פותחו לשימוש ברשתות חלוקה צפופות. רשתות אילו מאפיינות רשת מים עירונית, או רשתות של מסופי חלוקת מוצרי דלק וכד'. במקרים אילו ניתן לבצע התקנה של מספר רב של גלאים אקוסטיים על האבזורים הגלויים שמעל לקרקע. הקרבה הגדולה יחסית של הגלאים מאפשרת שימוש בגלאים אקוסטיים זולים יחסית. במצב זה ניתוח התוצאות מאפשר ביצוע של קורולציה אקוסטית בין גלאים לאיתור וגילוי דלף בצנרת.

שיטות אילו אינן יעילות ואמינות פוחת משמעותית כאשר מדובר בצנרת הולכה ראשית בתנאים שתוארו. במצבים אילו התקנת גלאים במרווחים נמוכים תהיה יקרה מאד ולא כלכלית.

שיטת SmartBall® פותחה על בסיס ידע נרחב שנצבר בביצוע ניטור אקוסטי בשיטת SoundPrint® החל משנת 1997. ניתוח בדיקות רבות שבוצעו לאורך זמן אפשרו בידוד והגדרת חתימת הרעש האופיינית לדלף בצנרת לחץ טיפוסית.

בשיטה המוצגת, גלאי אקוסטי בעל מקור כח עצמאי מותקן בתוך כדור אלומיניום קטן בקוטר 65 מ"מ אשר נעטף במעטפת ספוג מיוחד בגודל ובצפיפות המחושבים בהתאמה לסוג הנוזל וצמיגותו, לחץ העבודה ולמהירות הזרימה בצינור. מעטפת הגלאי הינה דחיסה וכתוצאה מכך ניתן להחדירו לצינור דרך מתקן מיוחד שפותח המחובר להתקני צנרת שונים.

מהירות תנועת הגלאי הרצויה מחושבת בהתאמה לתנאי הצינור. המהירות נקבעת כך שתהיה המינימאלית האפשרית אשר תבטיח את המשכיות תנועת הכדור ותמנע עצירתו. הכדור נע בד"כ ב-90% ממהירות הזרימה שבצינור. מהירות הזרימה המכסימלית המותרת הינה 2m/s ומהירות אופטימאלית תהיה סביב 0.5m/s. גודל הכדור יותאם בד"כ כך שיהיה בין 1/4 ל-1/3 מקוטר הצינור. המערכת מסוגלת לעבור מגופי פרפר המותקנים לאורך הצינור וכן מכשולים שונים המצויים בתוך הצינור. הכנסת והוצאת הגלאי מבוצעים ע"י שימוש בציוד מיוחד שפותח המאפשר הרכבה על מגופים או

מחברים אחרים הקיימים בקו אשר קוטרם גדול מ-100 מ"מ.

מעטפת הגלאי הספוגית משמשת כמסנן אקוסטי המסנן את מרבית רעשי הרקע ומאפשר זיהוי נוח של חתימת הרעש של הדליפה.

המערכת רוכשת אירועים אקוסטיים לאורך תנועתה כאשר קביעת המיקום מבוצעת בשיטות מוצלבות המבוססות על מדידת זמן התנועה ומהירותה, ספירת התפרים שבין חלקי הצינור וקליטת אותות אקוסטיים המשודרים ממשדרים הממוקמים לאורך הקו.

השיטה מתאימה לשימוש בצנרת הולכה ראשית בקטעים ארוכים. קוטר מינימאלי של הצנרת הוא 250 מ"מ ומעלה והלחץ הטיפעולי עד 25bar. הלחץ בנקודת ההוצאה לא יעלה על 12bar. קצב התנועה מאפשר ניטור של עד 20 ק"מ ליום בתנאים אופטימאליים.

שימוש בשיטת SoundPrint®-AFO לאבטחה ולגילוי דלף בצנרת נפט וגז.

כיום ממוקמים בעולם למעלה מ-5 מליון ק"מ של צינורות נפט וגז, כאשר בחלקם מותקנים מעל ובחלקם מתחת לפני האדמה. צינורות אילו עוברים במקרים רבים אזורים מרוחקים או חוצים תשתיות ודרכים שונות. שיטות האבטחה המסורתיות עושות שימוש באמצעים מגוונים כגון גידור, סוירים, מצלמות, חישני תנועה וכד'. מערכות אילו הינן יקרות לתפעול ומערבות שימוש נרחב יחסית בכוח אדם. מערכות האבטחה אינם מסוגלות במרבית המקרים לתת אינדיקציה לפגיעה פיזית בצינור או לדלף.

במקרים רבים פגיעה בצינור במתכוון או באקראי מביאה לדלף או לחיבור חיבורים בלתי מורשים לגניבת הנוזל. במרבית המקרים הללו הגילוי הינו מאוחר ועד לטיפול במקרה יתכנו

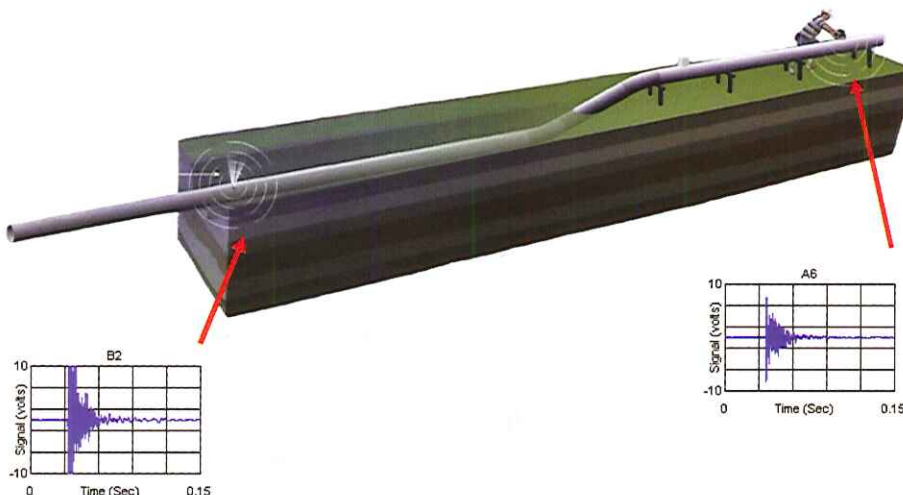
דליפות משמעותיות ונזק סביבתי נרחב. לצורך כך פותחה מערכת ניטור קבוע המבוססת על ניטור רציף אקוסטי תוך שימוש בסיב אופטיים ייחודיים. המערכת מבוססת על התקנת סיב אופטי מיוחד לאורך הצינור. ניתן לבצע שלושה סוגי התקנות:

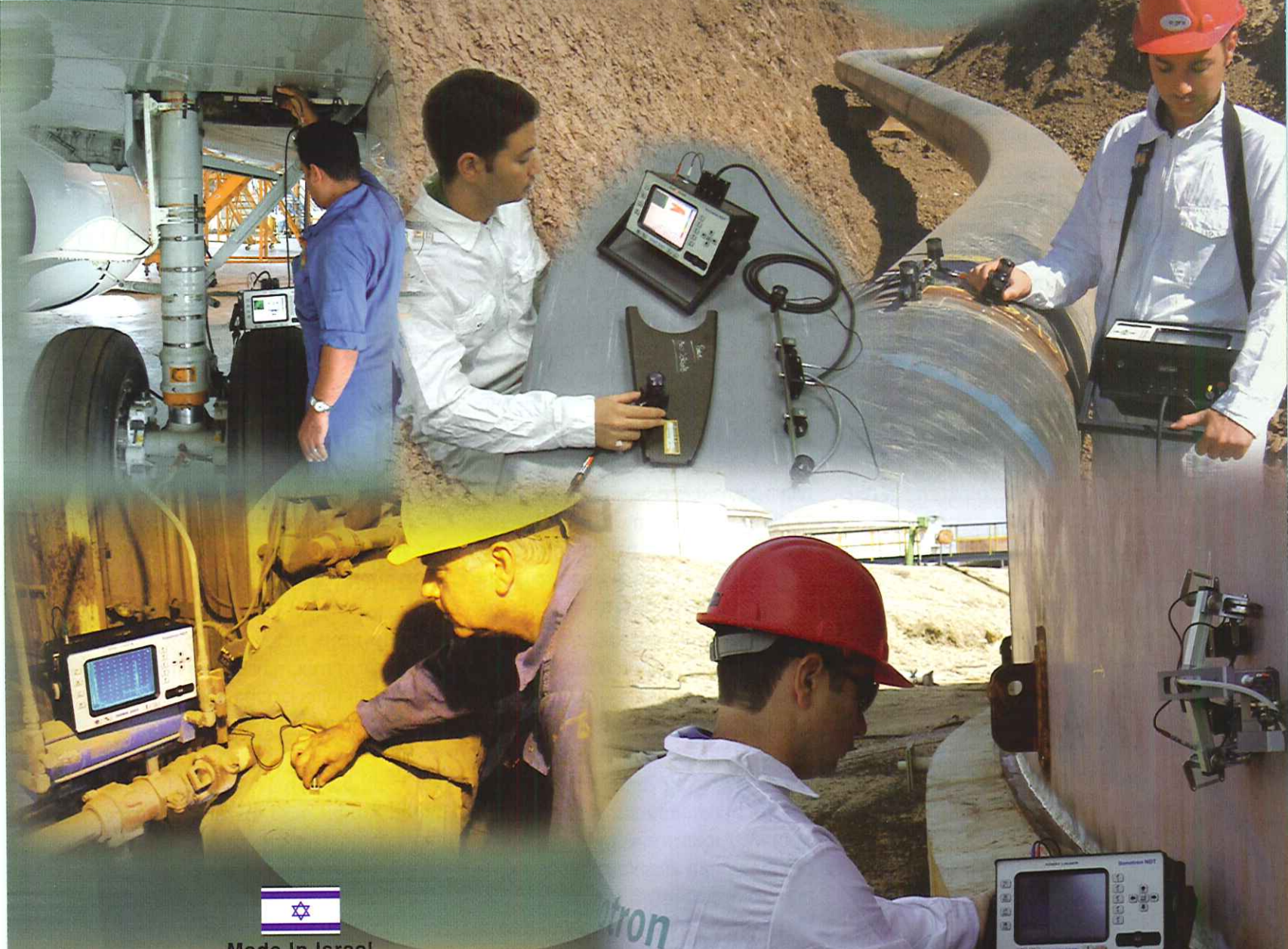
1. התקנה בצמוד לצינור (בד"כ לצינורות חדשים בעת התקנתם).
2. התקנה בקרקע מעל צינור קיים במרחק קטן מעליו.
3. התקנה צמוד לצינור עילי גלוי.

המערכת מאפשרת זיהוי חתימת רעש אקוסטית בקרבת או על הצינור ומתן התרעה מיידית תוך שימוש במערכת GIS למיקום האירוע. חתימות הרעש כוללות גילוי דלף ברמות שונות כוללות התקנה ובמיקום היחסי של נקודת הדליפה. האירועים נרשמים ומועברים דרך הסיב האופטי לצמתי חיבור המצויים כל 30 ק"מ לערך משם מועבר המידע בצירוף החתימה למרכז בקרה ושליטה מרכזי.

יתרונות עיקריים:

1. התקנה חד פעמית
2. עלויות אחזקה ובלאי נמוכים.
3. מתאים לשימוש לצנרת תת קרקעית.
4. פועל בכל מזג אוויר.
5. מאפשר קבלת התראות בזמן אמת ומיקום מדויק.
6. מתאים לשימוש בקטעי צנרת ארוכים מיוחד עד מאות ואלפי קילומטרים.
7. מאפשר התרעות ייחודיות בהצטלבויות צנרת ובתוואי המיועדים להקמת תשתיות מצטלבות.





Made In Israel
Frost & Sullivan Award for Product
Differentiation Innovation



- Portable Digital Ultrasonic Flaw Detectors and Recorders providing A-, B-, CB-, C-, D-, P-Scan and TOFD
- Dual Channel and Eight Channel Portable Digital Ultrasonic Flaw Detectors and Recorders
- Long Range Guided Wave Inspection Instruments
- Manually Driven and Automatic Scanners
- Pipe Inspection Gauges
- High Speed Automatic Phased Array Inspection Systems
- TOFD and Guided Wave Probes
- Custom Design Probes for Special Applications

For solutions, technical consultancy, training, support, service, demonstrations, and quotations contact us at:



Sonotron NDT

Pekeris st., Rabin Science Park 76702, Rehovot, Israel
Phone: +972-(0)8-9311000 Fax: +972-(0)8-9477712
www.sonotronndt.com

Don't miss our advanced ultrasonic inspection training classes (C-Scan, TOFD, Long Range, Phased Array) starting July 1, 2007

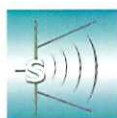


Variety of state of state of the art instruments and probes from GE Inspection Technologies for:

- Phased Array and Conventional Ultrasonic Inspection
- Precision and Corrosion Ultrasonic Thickness Gauging
- Eddy Current Inspection
- Hardness Testing

is represented in Israel by Sonotron NDT

For solutions, technical consultancy, training, support, service, demonstrations, and quotations contact us at:



Sonotron NDT

Pekeris st., Rabin Science Park 76702, Rehovot, Israel
 Phone: +972-(0)8-9311000 Fax: +972-(0)8-9477712
www.sonotronndt.com

Don't miss our advanced ultrasonic inspection training classes (C-Scan, TOFD, Long Range, Phased Array) starting July 1, 2007

דווח מכנס ECNDT - ברלין - ספטמבר 2006

דיווח של מר גבי שואף



גבי שואף (משמאל), נשיא הכבוד של העמותה, עם ד"ר לינק, הנשיא של העמותה הגרמנית לבדיקות לא הורסות

ביקור בקתדרלה של ברלין לשמיעת קונצרט וארוחת ערב חגיגית שהתקיימה ב-2 אולמות במקביל.

בכנס הנעילה הביעו נשיא הקונגרס Mr. Jorg Volicer, נשיא הפדרציה לבדיקות לא הורסות Mr. Mike Farley, נשיא העמותה הגרמנית לבדיקות לא הורסות Mr. Rainer Link ונשיא העמותה הבריטית לבדיקות לא הורסות Mr. Tony Wool, את שביעות רצונם והערכתם לכנס, דבר שתרום רבות להידוק הקשרים ולפעולות המשותפות של העמותות לבדיקות לא הורסות בעולם.

לבדיקות לא הורסות ואת זוכי הכבוד בעבור פעילותם למען הפדרציה וביניהם MR. John Tompson שפעל רבות בתחום ההתעדה, Dr. Guiseppe Nardoni שכוונו עבוד מעורבותו לשיתוף פעולה בין העמותות השונות בעולם וזאת לאורך תקופה ארוכה מאד. הזוכה השלישי היה Mr. Roger Roche ששימש במשך שנים נשיא של האגודה הצרפתית לבדיקות לא הורסות ותקינה.

Dr. D. J. Marchal מקנדה יו"ר ECNDT, בירך את הנוכחים והביע את הערכתו מפעילותן של העמותות למען האנושות.

הפעילות בכנס כללה דיונים של הגופים השונים, דיווחים על פעולות הוועדות, אירועי אירוח כגון

בכנס שערך 5 ימים השתתפו קרוב ל 1700 איש מרחבי העולם, ו-300 מבקרים נוספים בתערוכה. בכנס התקיימו 500 הרצאות שנערכו בשמונה מושבים מקבילים.

בתצוגה הוצגו 200 תצוגות באמצעות פוסטרים ומאה ביתני תצוגה.

מספר המשתתפים הרב וארגון למופת דיברו בעד עצמם.

הכנס התשיעי של ECNDT בברלין שאורגן על ידי האגודה הגרמנית הלאומית לבדיקות לא הורסות, היה אירוע יוצא דופן שהוכן בצורה אינטנסיבית במשך 4 שנים.

ד"ר Rafael Link, הנשיא של העמותה הגרמנית

לבדיקות לא הורסות שהיה היו"ר בטקס הפתיחה, בירך את המשתתפים שהגיעו מכל העולם. כ-650 ממשתתפי הכנס היו מגרמניה, כ-850 מארצות אירופאיות אחרות וכ-200 מעבר לים.

ראש עיריית ברלין, Mr. Klaus Wowereit, בירך את העמותה הלאומית על תרומתה לחיזוק הקשר עם הכלכלה, התעשייה, המדע ואיכות הסביבה של גרמניה.

נשיא EFNDT, Mr. Mike Farley, בירך את הארגון של העמותה הלאומית



האסיפה הכללית, 29 בספטמבר 2006. מימין: פרופ' נוטע, נשיא העמותה

הכנס הבינלאומי החמישי להתעדה ותקנון של בל"ה יערך ע"י האיחוד האירופאי לבל"ה EFNDT ב-27-26 ספטמבר, 2007, ברלין

www.certification2007.info

מדבריו של ג'והן תומפסון, יו"ר שרותי ההתעדה של BINDT.

יש לזכור שעד לתאריך הכנס בספטמבר 2007, תקן - EN473 (הוצאה שלישית) יושלם או ידחה, ISO11484 ייצא בהוצאה חדשה, ISO20807 יהיה בשלב של בחינה, התקן המשולב NAS410/EN4179 יהיה בשלב מתקדם, הבחינה של חלקים 21 ו-145 מתוך EASA תהיה בשלב מתקדם, הפדרציה האירופאית ל-NDT תבסס את גישתה להסמכה של גופי התעדה לעובדי בל"ה והפורום ל-NDT/NANDTB יגדיר את תפקידי ותיקף האחריות שלו. כל ההתפתחויות הללו תסוכמנה ותידונה בכנס בברלין ולכן יש לצפות למפגש מעניין.

המעסיק], אולם במספר מדינות כבר אין התעדה זו בלעדית. בדירקטיבה האירופאית לציוד לחץ נדרשת התעדה ע"י גוף שלישי [כלומר גוף שאינו תלוי במעסיק].

מההתחלה שאפו רב המדינות בעולם להגיע לתקן אחד אשר יכסה את הכשירות המקצועית ואת ההתעדה של עובדי בל"ה. בעיות פוליטיות יותר מאשר טכניות מנעו עד כה את האיחוד של התקן הבינלאומי ISO9712 ושל התקן האירופאי EN473.

כנס התעדה 2007 יקדם את הדיאלוג בין גופי הסמכה והתעדה במטרה ליצור נהלים טובים יותר להתעדה של עובדי בל"ה.

הכנס מציע במה לדיון ברעיונות והצעות חדשים בו ישתתפו כל המעורבים ומעוניינים להתגבר על בעיות והבדלים בגישות אשר עדיין קיימים.

פרופ' עמוס נוטע

הסבר על הכנס: נהלים שבין תקנים וצרכים תעשייתיים

מאז שיצאה ההוצאה הראשונה של EN473 ב-1993 נרכש באירופה ניסיון ניכר עם ההתעדה של עובדי בל"ה ע"י צד שלישי. ב-2003 הוחלף תקן EN45013 ע"י ISO17024, ב-2005 פורסמה הוצאה שלישית של ISO9712 וב-2007 צפויה הוצאה השלישית של EN473. התפתחות מהירה זו מצביעה על תהליכי ההסתגלות והשיפור החלים עתה באירופה. גופי התעדה פועלים באירופה כמתווכים בין דרישות התקינה שהוזכרו והצרכים התעשייתיים.

תעשיות התעופה, פסי רכבת ומנהרות באירופה עדיין דורשות התעדה ע"י צד שני [כלומר ע"י



הוכן על-ידי ד"ר יוסי שואף,
יושב ראש הסקציה הישראלית של ASNT

כנס הסתיו של ASNT

החדש Marvin Trimm ויו"ר מועצת המנהלים היא Sharon Vukelich.

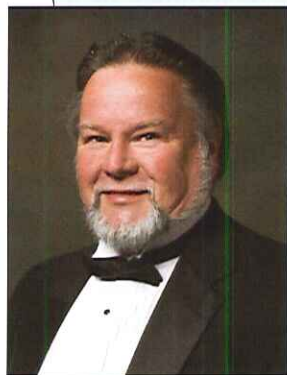
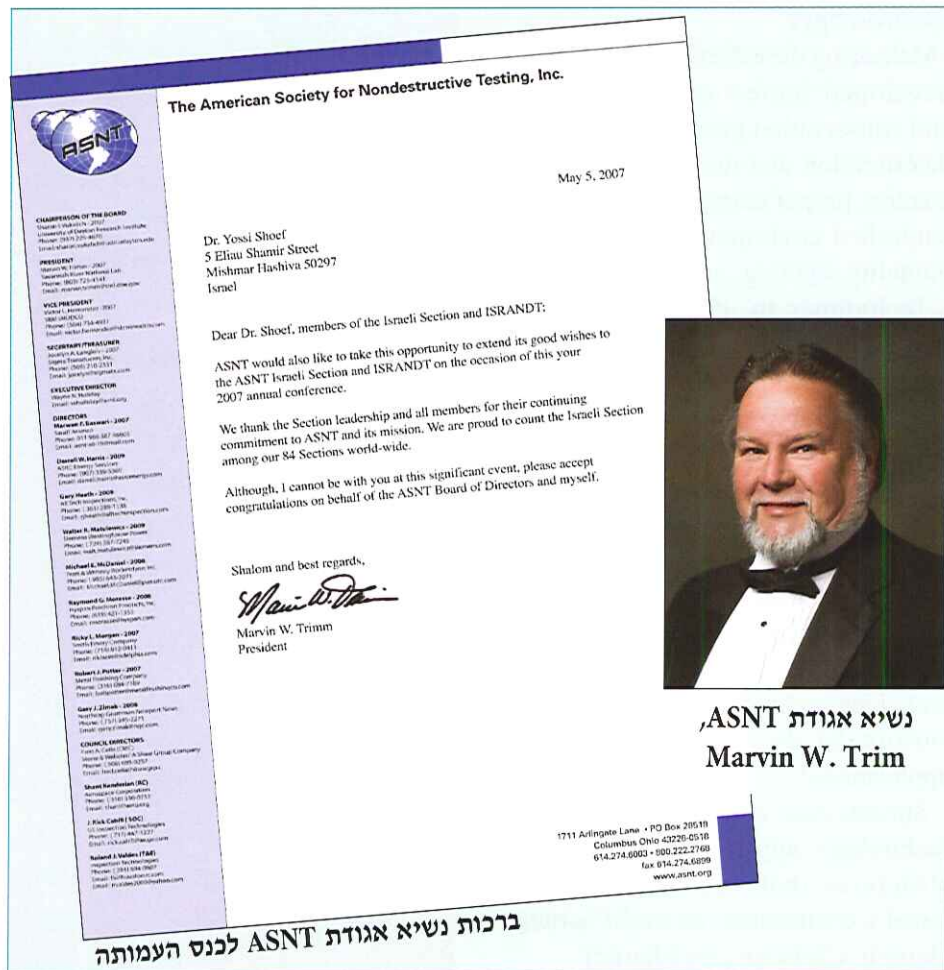
הכנס הבא של ה-ASNT יהיה בלאס וגאס -12 בנובמבר. ניתן עדיין להציג שם הרצאות!

כנס הסתיו 2006 נערך בחודש אוקטובר ביוסטון טקסס בה נמצאת הסקציה המקומית הגדולה ביותר של ה-ASNT. הכנס היווה הצלחה רבה ושילב תוכנית מקצועית מרשימה, תערוכה בה הוצגו השכלולים בתחום מבחינת הציוד ופגישות רבות של ועדות האגודה השונות. בכנס השתתפו כ-1600 משתתפים מרחבי העולם וזה שיעור המשתתפים הגדול ביותר מזה כ-10 שנים. בכנס שנמשך 5 ימים, הוצגו 112 הרצאות בתחומים שונים של הבדיקות הלא הורסות, 122 מציגים הציגו את טכנולוגיות ושירותים בתחום הבדיקות הלא הורסות.

בכל שנה, בכנס הסתיו נערכת גם אסיפת המליאה של החברים בה מאשרים החברים את החלטות האגודה. הגובר הציג את המשך חוסנה כלכלי של האגודה (נכסים של למעלה מ-7 מיליון דולר). מספר החברים באגודה הוא למעלה מ-9000 חברים ועוד 430 חברים מוסדיים.

תוכנית ההרצאות התמקדה ברדיוגרפיה דיגיטלית, בדיקות בתעופה, רדאר חודר קרקע, בדיקות מגנטיות וצבע חודר, ייצור, הכשרה והסמכת כח אדם, ישומים בתעשייה הפטרוכימית ועוד. שתי ההרצאות שוכו בפרסים היו "קליע הכסף של ה-ASNT" (השם מגיע מתרבות המערב הפרוע) ההרצאה הראשונה דנה בתרומה של אנשים לאגודה בדיקות הלא הורסות בכלל. וההרצאה השנייה הייתה על הרמוניזציה של תקנים ב-NDT. את הפרס בגובה \$500 קיבל הפוסטר העוסק בבדיקות בזרמי ערבולת של מסמרות.

בערב החגיגי השנתי נכנס לתפקיד נשיא האגודה



נשיא אגודת ASNT
Marvin W. Trim

ברכות נשיא אגודת ASNT לכנס העמותה

שינויים בתקני הסמכת כוח אדם לבדיקות לא הורסות - ASNT

- הוספת שיטת בדיקה נוספת לרשימת מקצועות הבלייה: בדיקות בשטף מגנטי (לדוגמה: בדיקות גימומים ברצפות מיכלי אחסון)
- חלוקת הבדיקות האלקטרומגנטיות ל-4 תת מקצועות
- משך ההסמכה יהיו 5 שנים לכל הרמות (עד עתה היה 3 שנים לרמות I ו-II)
- תוכניות הקורסים הנדרשים הוצאו מהתקן הראשי ומופיעות בתקן CP-105

ANSI/ASNT CP-105

מכיל רשימת נושאים הנדרשים ללימוד במקצועות השונים בהתאם לרמת ההסמכה.

ANSI/ASNT CP-189

תקן להסמכת כוח אדם לבדיקות לא הורסות.

עיקרי השינויים בתקנים הם:

- אפשרות להסמכות מוגבלות לרמה 2 במקצועות כגון רדיוגרפיה דיגיטלית, פענוח רדיוגרמות, בדיקות אולטרסוניות ב-A-SCAN, ובדיקות עובי דופן דיגיטליות.

6 שנים חלפו מאז פרסום המהדורה הקודמת, וכעת פרסמה ASNT שלוש מהדורות חדשות של תקנים להסמכת כח אדם בבדיקות לא הורסות.

ANSI/ASNT CP-105, ANSI/ASNT CP-189, SNT-TC-1A

המלצות לתוכנית הדרכה (Recommended Practice), למרות היותו מסמך המלצות בלבד, מסמך זה הוא הנפוץ ביותר, ומופיע בתקנים רבים כדרישה לתוכנית הדרכה לבדוקי אל הרס.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE

Dear Colleague,

We are happy to host the upcoming 9th International Art Conference in Jerusalem on Non-destructive Investigation and Analysis. The success of twenty years of Art conferences throughout Europe has set the background for Art2008. The main objective of Art2008 is bringing together experts in nondestructive evaluation and material analysis with professionals from the fields of preservation of cultural heritage, archeology, art history and architectural researchers of ancient structures.

Non-destructive methods of analysis have become a routine in many areas of technology, engineering and medicine. With a growing number of application areas, non-destructive analysis found its way into the world of art and archeology. Its advantage over sampling is obvious in the cases of unique objects of cultural heritage. Continuous improvement of sensitivity and reliability has caused nondestructive investigations to become a preferred approach even in cases where microanalysis sampling is permitted.

Many non-destructive techniques and evaluation methods applied in the natural sciences offer advantages to cultural heritage preservation. The synergy between experts will lead to the continuous development and adjustments of new scientific methods and their application in the fields of preservation, reconstruction and diagnostics of museum and archeological objects.

Conference topics:

- Techniques to measure and evaluate environmental damage and degradation processes (on stone, leather, parchment, paintings, wood, ivory, bone, metals, glass) Measurement of the extent of damage caused by

(corrosion; atmospheric pollution; biodegradation)

- Development of analytical techniques for the study of the composition and decay of museum objects (ion beam analysis; irradiation and diffraction techniques; radiography and tomography; fluorescence spectroscopy)

- Measuring the effectiveness of newly developed protection, preservation and conservation procedures (slowing deterioration and damage; innovative coating; proper storage conditions and controlled environment: temperature, humidity, lighting, gas composition)

- Techniques to identify materials, provenance of raw materials and production details of objects (origin and supplies; studies of ancient production techniques; identify trade routes)

- Authenticity and authentication of art and archeological objects (questions of origin;

identification of fakes and forgeries), investigation and verification of ancient recipes (ancient manufacturing techniques; classification of artifacts; carbon 14 dating; DNA methods applications)

- Special case studies relating to the technology applied to artifacts and structures that emphasize ancient Israel's contribution to world heritage (Jewish, Christian and Islamic)

We look forward to your attending Art2008 and participating in its high level scientific program and entertaining social and cultural events.

Israel provides the unique atmosphere of a modern vibrant society existing alongside the archeological and historic sites and the climax is Jerusalem, the City of King David. We see the conference as a milestone event for the conservation and preservation of the spiritual heritage of Israel for the benefit of humanity.

Prof. Amos Notea
Conference Chairman

העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות שמחה להודיעה על קיומו של הכנס הבינלאומי Art2008 במאי 2008 בישראל

הכנס יאורגן על ידי העמותה ובשיתוף גורמים מקומיים ובינלאומיים

זהו הכנס הבינלאומי התשיעי העוסק בבדיקות לא הורסות ובדיקת חומרים בהקשר של מורשת תרבות, ארכיאולוגיה, ההיסטוריה של האמנות וחקר מבנים עתיקים.

הבדיקות הלא הורסות הפכו לבדיקות שגרתיות בתחומים טכנולוגיים רבים, ובתחומי ההנדסה והרפואה. עם שיפור טכנולוגיות הבדיקה החל יישום הבדיקות גם בתחום האמנות והארכיאולוגיה, יתרונות הבדיקות הלא הורסות ברורות במקרה של צורך בבדיקה של פריטים בעלי ערך היסטורי ותרבותי.

שיפור הרגישות ואמינות הבדיקות מאפשר שימוש בכלים אלו גם למקרים בהם ניתן לבצע בדיקות דגימה.

במהלך הכנס תתקיים תצוגה סמינר וסיורים באתרים היסטוריים ברחבי הארץ.

פרטים נוספים:

אתר האינטרנט:

www.isas.co.il/art2008



AUSPICES

ISRANDT - The Israel National Society for NDT

IN COORDINATION WITH

AIPnD, *Italy*

ASNT - Israeli section

Israel Antiquities Authority

Israel Ministry of Tourism

Israel National Committee of ICOM

Israeli Society for the Conservation and

Preservation of Cultural Property (in formation)

Jewish National and University Library, *Israel*

Technion - Israel Institute of Technology

Dep't of Quality Assurance & Reliability

The Israel Museum

STEERING COMMITTEE

(in formation)

Amos Notea, *Israel*, Chairman

Yossi Shoef, *Israel*, Vice Chairman

Irit Lev Beyth, *Israel*

Ira Rabin, *Israel*

Hasia Rimon, *Israel*

Adolfo Roitman, *Israel*

Adin Stern, *Israel*

Sharon Tager, *Israel*

René Van Grieken, *Belgium*

Joseph Wejsfeld, *Israel*

Annemie Adriaens, *Belgium*

Nachum Applbaum, *Israel*

Yaakov Applbaum, *Israel*

Sigal Benzoor, *Israel*

Itzhak Brenner, *Israel*

Magen Broshi, *Israel*

Francesco Buranelli, *Italy*

Alfredo Castellano, *Italy*

Roberto Cesareo, *Italy*

Aurelio Climent-Font, *Spain*

Marie-Claude Corbeil, *Canada*

Guy Demortier, *Belgium*

Shuka Dorfman, *Israel*

Pier Francesco Fumagalli, *Italy*

Gianmaria Gatti, *Israel*

Annamaria Giovagnoli, *Italy*

Roberto Gittardi, *Italy*

Elzbieta Greiner-Wronowa, *Poland*

Varda Gross, *Israel*

Jan Gunneweg, *Israel*

Oliver Hahn, *Germany*

Kirsti Harva, *Finland*

Hezi Israeli, *Israel*

Dennis J. Johnson, *USA*

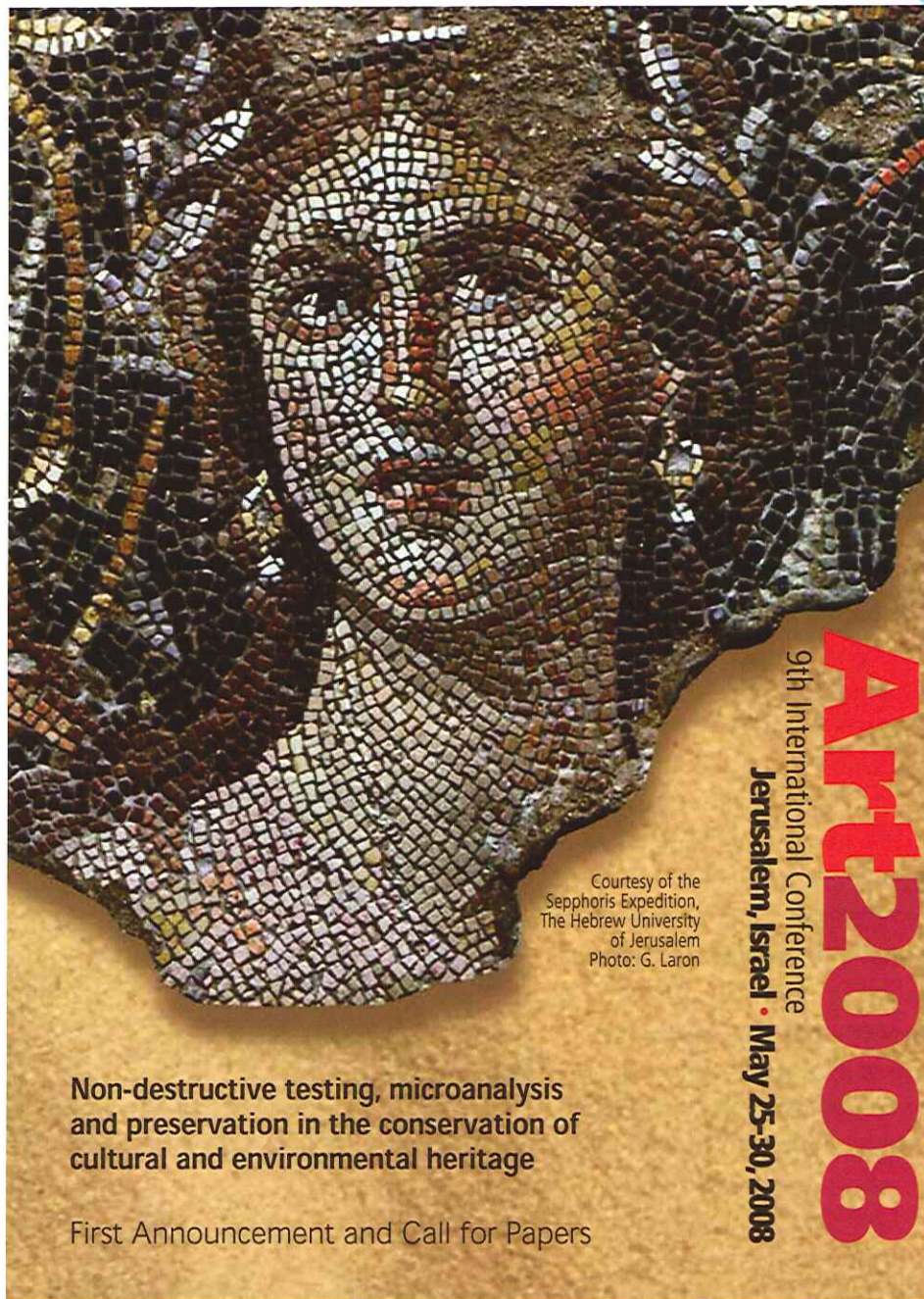
Ilana Kessler, *Israel*

Robert J. Koestler, *USA*

Irit Lev Beyth, *Israel*

Albert Lincoln, *Israel*

Roman Gr. Maev, *Canada*



Courtesy of the
Sepphoris Expedition,
The Hebrew University
of Jerusalem
Photo: G. Laron

Non-destructive testing, microanalysis
and preservation in the conservation of
cultural and environmental heritage

First Announcement and Call for Papers

Art2008
9th International Conference
Jerusalem, Israel - May 25-30, 2008

Maurizio Marabelli, *Italy*

Pietro Marani, *Italy*

Cardinal Carlo Maria Martini, *Israel*

Eilat Mazar, *Israel*

Biljana Minceva-Sukarova, *Rep. of
Macedonia*

Giuseppe Nardoni, *Italy*

Amos Notea, *Israel*

Emmanuel Pantos, *UK*

Comcetto Parisi, *Italy*

Frantisek Peterka, *Czech Republic*

Cardinal Paul Poupard, *Italy*

Ira Rabin, *Israel*

Stefano Ridolfi, *Italy*

Hasia Rimon, *Israel*

Hannelore Roemich, *Belgium*

Adolfo Roitman, *Israel*

Renzo Salimbeni, *Italy*

Gancarlo Santi, *Italy*

Noga Sher Greko, *Israel*

Yossi Shoef, *Israel*

Gerard Sliwinski, *Poland*

Adin Stern, *Israel*

Eliezer Stern, *Israel*

Tova Szeintuch, *Israel*

Sharon Tager, *Israel*

Michael Turner, *Israel*

René Van Grieken, *Belgium*

Steve Weiner, *Israel*

Kern Weisman, *Israel*

Joseph Wejsfeld, *Israel*

Dov Winer, *Israel*

Jan Wouters, *Belgium*

Alessandro Zucchiatti, *Italy*

בדיקות לא הורסות במבנים ותשתיות עבודות מעניינות שבוצעו

גבי שואף, חברת גבי שואף בע"מ

מהרגיל והאטת מהירות הגל עבור הבטון, מאפשרים למיין את האלמנטים המחייבים החלפה ותיקון.

גשר שיציקתו נפסקה בגלל תקלה

בדיקות אולטרסוניות מאפשרות גילוי דלמינציות בין היציקות השונות וגילוי אזורים שיש לתקן. בדיקות אלו נעשו באמצעות מכשיר אולטרסוני מיוחד לבטון וכן באמצעות אימפקט אקו.

לאחר שמופו כל האזורים בהם נתגלו אינדיקציות נעשתה דריכה של הגשר ותוך כדי הדריכה נבדק האלמנט בפליטה אקוסטית. התוצאות הראו מצב של רצף והומוגניות.

יפורטו עבודות שנעשו לגילוי חדירת כלורידים וקרבונטים לתוך בטון הכיסוי, שקיעות של קיר מסך וגילוי אי רציפויות בשיטה אולטרסונית, הנחתה רדיואקטיבית ועוד.

בדיקות אלו מאפשרות לקונסטרוקטורים קבלת מידע אמין, ובזמן אמת על מצב המבנה לצורך החלטותיהם ועשוי לחסוך עלויות גבוהות ביותר בשימוש עם חלקי מבנה בלתי תקינים.



בדיקות מבנה לאחר שריפה



בדיקות גשר - בדיקה אולטרסונית לגילוי הפרדות בבטון

קיים ציוד רב גוני לבדיקות של פרמטרים שונים בבטון, מבנים ותשתיות.

תוך שימוש בציוד הנ"ל ובהשוואת תוצאות בדיקה של אותם הפרמטרים בשיטות שונות ניתנו תשובות המתאימות למצבו של מבנה, גשר או אלמנטים קונסטרוקטיביים אחרים.

בין העבודות המעניינות שנעשו ניתן למנות את הרשומים מטה:

קביעת מצבו של מבנה לאחר שריפה

נמצא שפרופילי הפלדה שעברו חום גבוה שינו את התכונות שלהם וכתוצאה מזה נתקבלו אינדיקציות מבדיקות אולטרסוניות המתאימות להנחתה העל קולית וליחס הפואסון.

כמו כן מתקבלת האטה של מהירות הגלים העוברים דרך בטון שעברו חימום עד 600°C ומעבר לטמפרטורה זו מעבר הגלים הינו בלתי אפשרי.

שילב של האינדיקציות הנ"ל שהינן עבור פרופילי פלדה הנחתה אולטרסונית ויחס פואסון גבוהים

שימוש בגשיש זה חוסך זמן רב הנדרש בדרך כלל להסרת החלודה, בנוסף על ידי שימוש במכשיר בדיקה מתאים נקבל קריאה נכונה של עובי המתכת, ללא הטעות הנגרמת בגלל זמן מעבר הגל בשכבת החלודה.

יתרון נוסף הוא ששימוש בגשיש זה אינו מצריך חומר צימוד כמקובל בבדיקת עובי דופן.



הגשיש המגנטי ממוקם במבנה אל חלד ומוקף בטבעת מתכתית כדי לקבל את השדה המגנטי האולטרסוני. בשכבת החלודה.

18 ס"מ, משקלו: 2.7 ק"ג בלבד.

היוק האלקטרומגנטי ישים בתצורת AC או ע"י סוללת נטענת DC Heavy Duty חיצונית.

לפרטים נוספים: VSR Technologies Ltd.; Email: info@vsr.co.il; Tel: 972(3) 9605559

Ext:3

גשיש לבדיקת עובי דופן לפני שטח קורוזיביים EMAT transducers

(Electromagnetic Acoustic Transducers)

גשיש זה הוא בעל יתרונות רבים כגון יכולת בדיקה של פני שטח בעלי שכבת קורוזיה ובטמפרטורות גבוהות.

יוק אלקטרומגנטי זעיר מימדים

חברת פארקר האמריקאית פיתחה יוק אלקטרומגנטי מדגם B-310, זעיר מימדים ומשקל העונה לדרישות כושר



ההרמה לפי תקנים האמריקאים ואחרים. היוק מאפשר בדיקות בחלקיקים מגנטיים בצורה יעילה, אמיינה ובמשך שעות רבות של עבודה ללא עייפות ושחיקת הבודק. אורכו של היוק האלקטרומגנטי:

בדיקות בטון באתר בשיטות ללא הרס

ירון רוזנברג, ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון

שאינם, לצערנו, זהים לתהליך האשפחה שעובר הבטון באתר הבניה.

באמצעות בדיקות בפטיש שמידט ניתן לבצע בדיקות קורות בטון טרם פרוק התבניות כדי לבדוק את התאמתם למפרטים.

2. איתור מוטות זיון: קיים מכשיר נייד מסוג REBAR LOCATOR, הפועל על עקרון של זרמי ערבולת. המכשיר מאתר את מוטות הזיון, מציייר את מיקומן על הצג, מודד את קוטר המוטות ומודד את עובי החיפוי מעליהן. כאשר נדרשת בדיקות של מבנים ישנים או למבנים שהתכניות שלהם לא נמצא, המכשיר הוא כלי עזר יוצא מן הכלל, מהיר ביותר, מדויק ואמין. באמצעות פלט המכשיר נתן להפיק תוכניות AS-MADE.

3. איתור סדקים וחללים בבטון: באמצעות מכשיר אשר פועל על עקרון בדיקה אולטראסונית. המכשיר יכול לאתר סדקים או חללים בבטון בשלוש שיטות מדידה: ישירה, בה מציבים את הפרובים אחד מול השני; חצי ישירה, בה מציבים את הפרובים בזווית של 90 מעלות אחד לשני; שיטה עקיפה, שבה הפרובים מוצמדים לדופן משטח המדידה באותו מישור הבדיקה. המכשיר מסוגל לעבוד עם 5 סוגי פרובים בתדירות שבין 24KHZ ועד 150KHZ. השלוב

בנושא בדיקות של בטון: קיימת היום האפשרות לבדוק מצב של בטון, בשטח, באופן שלא יהרוס את המבנה, שלא יזיק לו אסטטית ותפקודית, לא יפגע בערכו, ויאפשר קבלת מידע מיידי על הבטון בנושאים שונים, וזאת גם על-ידי משתמש לא מקצועי.

איזה בדיקות אל-הרס ניתן לבצע בבטון בשטח?

1. בדיקת קושי הבטון: בדיקה של כוח דחיסת הבטון. הבדיקה נעשית על ידי פטיש שמידט, הבודק את ערך R-REBOUND. ערך זה משווה לעקומות המרה המובנות במכשיר ותוצאות הבדיקה מתקבלות בכל יחידה הנדסית רצויה. הבדיקה מאפשרת איתור נקודות תורפה בבטון באופן מיידי. קורלציית הבדיקה בהשוואה לבדיקת גלילים הינה כ-80%. משך הבדיקה הינו מספר שניות והתוצאות מתקבלות מיידיית כך שיש אפשרות לסקור שטחים גדולים בזמן קצר, לאתר אזורים מוחלשים (שיש לחזקם) באופן מיידי, או להחליט אם ומהיכן כדאי להוציא גלילים.



בדיקה חוזק הבטון באמצעות פטיש שמידט בעל רשם נייר

הבדיקות באמצעות פטיש שמידט הינם מדויקות ונכונות סטטיסטית לעומת יציקת מספר קוביות בטון (כפי שמחייב החוק) שכן הן נותנות מידע אמיתי על חוזק הבטון. קוביות בטון עוברות תהליך אשפחה בתנאי מעבדה,

בדיקות אל הרס באות לגילוי ליקויים בחומר וזאת בדרך שלא תגרום להפרעה בתפקודו העתידי. בדיקות אל הרס מיועדות בדרך כלל לבדוק חומרים, ולא מערכות מכשירים. המונח נמצא בשימוש לגבי חומרים שונים, פרט למערכת הרפואה. שם מקובל להבדיל בין בדיקות פולשניות לאלו שאינן כאלה.

בשנים האחרונות יש שאיפה הולכת וגוברת לפתח ולעבור לשימוש בבדיקות אל-הרס יותר מאשר בבדיקות שיש בהן הרס של החומר. היתרונות של בדיקות אל-הרס הם ברורים:

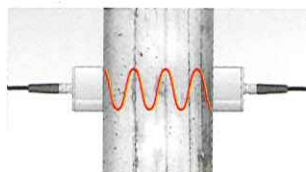
1. הפריט הנבדק נשאר כשהיה. אפילו סימן לא נשאר.
 2. הפריט ממשיך את פעולתו כפי שהיה קודם לבדיקה.
 3. אין בזבוז זמן ומשאבים על הכנת חומר לדגימה- החומר נבדק כפי שהוא.
 4. אין צורך להשבית מערכת כדי להוציא פריט ולהכניס אחר במקומו.
 5. נתונים המתקבלים מיידיית מאפשרים תגובה מיידיית.
- כאשר יש אפשרות להשתמש בציוד נישא, יש יתרונות נוספים:

1. מכשיר הבדיקה מגיע אל החומר הנבדק, ולא להיפך. לפיכך, אין צורך בפירוק והרכבת הרכיב הנבדק. בכך נחסך זמן ואין צורך בהשבת מערכת עובדת.
2. התוצאות מושגות באופן מיידי, בניגוד לבדיקת מעבדה בה נדרש זמן להוצאת פריט, הבאתו למעבדה, ביצוע הבדיקה והחזרת הפריט למקומו. זמן התגובה במקרה תקלה מצטמצם למינימום
3. במקרים רבים ציוד נישא מתוכנן מראש לשימוש על ידי משתמש לא-מיומן. יש כאן חסכון בעלויות הכשרת כוח-אדם ספציפי למשימה זו.
4. ציוד נישא מתקדם מתוכנן היום להיות ממוחשב: יש אפשרות לאגירת נתונים ממוחשבת, עיבוד נתונים, הדפסתם, והפקת דוחות גרפיים ונומריים ועוד.

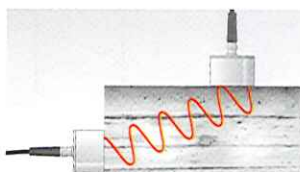
היתרונות שמנינו לעיל ניתנים היום ליישום



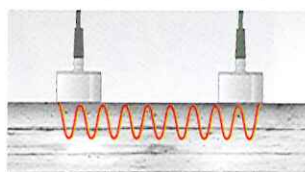
בדיקה אולטראסונית של קיר יציקת בטון



Direct transmission



Semi-direct transmission



Indirect or surface transmission

אפשרויות העברת הגל האולטראסוני בין הגשישים

מכשירים דומה מאוד במבנה שהוזכר לעיל אך לתחום של עד 50 קילונויטון, המיועדת לבדיקת היתכנות שליפה של אנקולים ועוגנים.

כל הבדיקות המתוארות לעיל נעשות על-ידי מכשירים בעלי ממשק מחשב, בעלי יכולת אגירת נתונים, העברה למחשב לצורך עיבוד, הדפסה. חלק מהמכשירים מראים ציור של השטח הנבדק לפי ניגודי גוונים או ערכים מספריים.

במאמר זה באנו לסקר ציוד המצוי בשימוש נרחב בקשת רחבה של משתמשים אשר יכול לתת תמונה ברורה ומיידית למתכנן, לקונסטרוקטור, לחוקרים, לחברות פקוח ולעוסקים בשימור ובשיפוץ מבנים.

אנו ומקוויים שהמידע שהובא כאן ימנע כשלים או תאונות שיכלו להיחסך בשל חוסר פיקוח הדוק באמצעות מכשור מתאים.



בדיקה קורוזיה של ברזל זיון בבטון

ידועים, ונראים סימני קורוזיה ראשוניים ניתן עדיין לבצע פעולות שימור במבנים בעלויות נמוכות יחסית.

שימוש משולב בין שני מכשירים אלו מניב מידע בעל ערך רב.

5. DYNNA המיועד לבדיקת איכות הדבקות חיפויים. המכשיר בנוי מיחידה מודולארית בודדת הכוללת את כל המרכיבים: מתקן מכאני שמתאם ומצמיד את השטח הנבדק למכשיר ויחידה הידראולית מיניאטורית אשר יכולה להפעיל כוח של 16 קילו ניוטון לבדיקת תלישה של חיפויים: לוחות שיש, קרמיקה, טיח, צבע וכל חומרי הדבקה ואטימה. המכשיר יכול להכיל יחידת עיבוד ושמירת נתונים או להכיל שעון מקומי שיועד לתת ערכי מינימום/מקסימום.

למשפחת מכשירי DYNNA קיימת קבוצת



בדיקת היתכנות שליפה של אנקולים ועוגנים

של 3 שיטות מדידה ו-5 תדרי עבודה מכסים למעשה את כל התנאים בהם עשוי להיתקל הבודק. המכשיר מצטיין בתכנון ידיוותי הכולל פנל הפעלה ותצוגה גראפית נוחה לצפייה, יכולת לשמור בזיכרון הפנימי של המכשיר 250 מדידות אשר ניתנות להורדה למחשב לצורך הפקת דוחות ו/או תיעוד.

4. **קורוזיה בברזלי הזיון.** קיימים 2 מכשירים הנותנים מידע על השלבים השונים בהתפתחות הקורוזיה:

א. מכשיר המאתר שינויים התחלתיים ביותר, כאשר מופיע רק שינוי במוליכות החשמלית של ברזל הזיון. באמצעות מכשיר זה ניתן לבדוק, לנטר ולטפל בתופעות חריגות עוד בטרם התהוות הקורוזיה בברזל הזיון. הקריטריונים הם:

- אם המוליכות שווה או גדולה מ-12 קילואוהם לס"מ, לא סביר שתיווצר קורוזיה.
- אם המוליכות היא בין הערכים 8-12 קילואוהם לס"מ, קיימת אפשרות להיווצרות קורוזיה.
- אם המוליכות שווה או קטנה מ-8 קילואוהם לס"מ, קיימת וודאות להיווצרות קורוזיה.
- המכשיר מציג בתצוגה גראפית את מדדי המוליכות הנמדדים וערכים גרפים.

ב. מכשיר המאתר את הקורוזיה הקיימת, מצייר את מיקומה ומציג מסך המראה שינויי גוון או ערכים מספריים. המכשיר פועל על עקרונ "חצי-תא" (ראה ציור 1). הוא בודק את הפוטנציאל

החשמלי של מוטות הזיון העשויים מברזל באמצעות תא יחוס המכיל נחושת/ נחושת סולפט. התא מוצמד לאזור הבדיקה כאשר פרוב שני סוגר את המעגל החשמלי דרך הארקת יסוד.

כאשר הערכים החריגים במוליכות הבטון

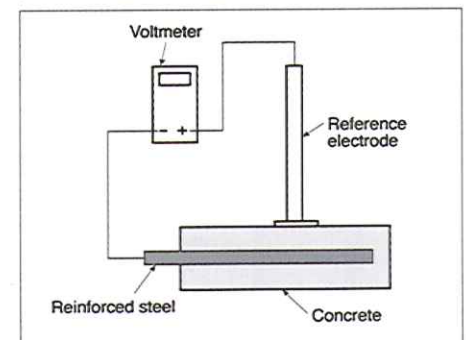


Figure 1. Schematic showing basics of the half-cell potential measurement

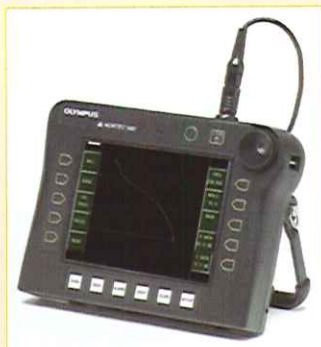
סדרת מכשירי בדיקה חדשה בשיטת זרמי הערבולת: Nortec® 500

משווק על ידי מ.ג. הנדסה

סדרת המכשירים החדשה Nortec 500 - מכשירי בדיקה ניידים בשיטת זרמי הערבולת, למכשיר מסך LCD בגודל 6.5" המסך בעל רזולוציה גבוהה בצבע מלא.

סליל איזון פנימי מאפשר שימוש בגשיש אבסולוטי ללא צורך בשימוש במתאם לסליל איזון חיצוני. שימוש בקדם מגבר פנימי נותן הגברה נוספת, יציאת VGA מאפשר חיבור לתצוגת "heads up display" המאפשרת לבדוק עבודה בידיים חופשיות. בנוסף רכישה של מתאם לאיפוס מרחוק מאפשרת הגדלת הבטיחות בעבודה.

חיבור USB מאפשר העברת נתונים מהירה המכשיר מצויד במערכת PowerLink™ לזיהוי אוטומטי של הגשיש וכיול המכשיר.



מיפוי ושיקוף תשתיות תת-קרקעיות ומבנים בשיטות האלקטרומגנטיות ו-FDEM GPR

ד"ר אורי בסון

**גיאוסנס בע"מ - המרכז
לגיאופיסיקה סביבתית והנדסית**

ת.ד. 921 אבן-יהודה 40500

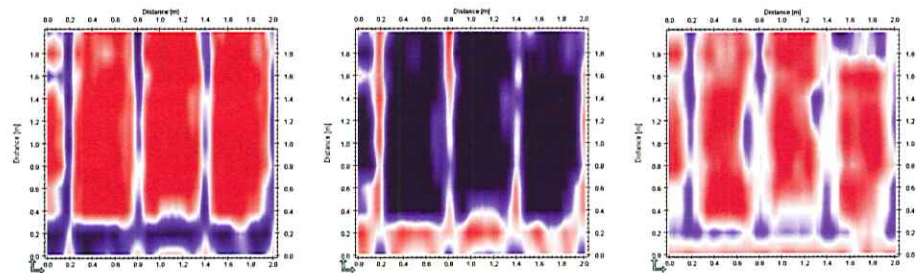
www.geo-sense.com

uri@geo-sense.com

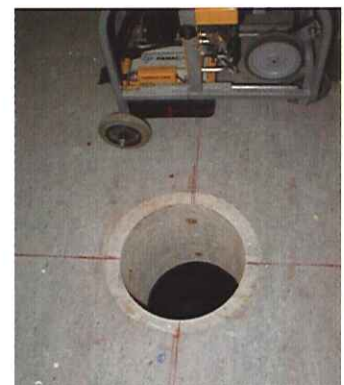
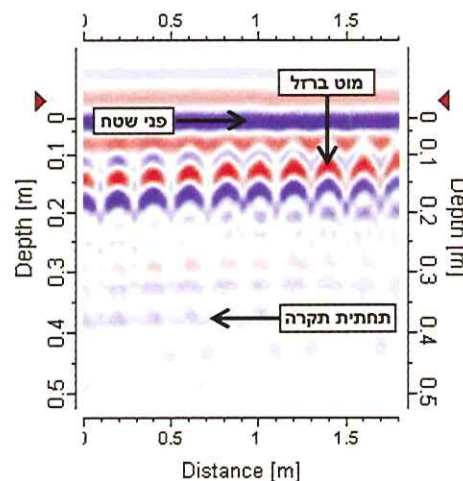
גיאוסנס, המרכז לגיאופיסיקה סביבתית והנדסית, הינה חברה העוסקת בשיקוף, איתור, מיפוי ומחקר של תת הקרקע לשימושים סביבתיים והנדסיים. השיטה הגיאופיזית העיקרית אותה גיאוסנס מפתחת ומיישמת למעלה מ-16 שנה היא **רדאר (מכ"ם) חודר קרקע** (GPR, Ground Penetrating Radar).

לפעילות חודרנית, הרסנית ויקרה. שתי השיטות הנ"ל שונות במהותן זו מזו, ורגישות למאפיינים פיסיקאליים אחרים. לכן, בהפעלה משולבת נכונה, GPR ו-FDEM יכולות להשלים זו את זו בשיקוף, איתור, מיפוי ומחקר של אלמנטים תת-קרקעיים. עיקרון הפעולה של מערכות GPR דומה לזה של מערכות סונאר ואולטרא-סאונד. המערכת משדרת גלים אלקטרומגנטיים בתדירות גבוהה (MHz-GHz) אל תת הקרקע או אל תוך האלמנט הנבדק, הגלים מוחזרים ממישורי אי-רציפות וממערבים פנימיים הקיימים בתוך כתוצאה מהבדלים בתכונותיהם האלקטרומגנטיות בתדר גבוה. לדוגמה, מעברים בין קרקע-סלע, סלע-חלל, אספלט-תשתית, בטון-ברזל, בטון-חלל, תווך "יבש"-רטוב גורמים להחזרים הנקלטים ע"י מערכת המכ"ם. מערכת המכ"ם מזהה את אזורי אי-הרציפות ואת המעברים המאופיינים על-ידי עוצמות יחסיות שונות של החזר, יחסי פיזור ודעיכה, ובונה מהם הדמיה דיגיטלית של המבנה המשוקף. בשונה ממערכת מכ"ם, מערכת FDEM פועלת בתחום תדרים נמוך יותר (Hz-kHz) ומשרה אל תת הקרקע זרמי ערבול דיפוזיביים במספר תדרים ולעומקים שונים. המערכת מודדת שינויים (פרמטרי quadrate ו-inphase) בשדות המושרים כפונקציה של רובדי תת הקרקע השונים, מהם ניתן להפיק את פרופיל המוליכות חשמלית והסוספטיביליות המגנטית התת-קרקעיים. מערכות ה-GPR וה-FDEM משלימות זו את זו ומאפשרות הפקה של הדמיות תת-קרקעיות מרחביות (3D) לעומקים של עד מספר עשרות מטרים. המערכות החדשות של גיאוסנס מאפשרות הצגת הדמיות בזמן המדידה האמיתי (real-time) על צגי המחשב. עיבוד פרטני נעשה לאחר מכן במעבדת המחשבים של גיאוסנס באמצעות תכנות ייחודיות שפותחו בגיאוסנס. להלן חלק מסוגי המידע אותו ניתן להפיק באמצעות GPR ו-FDEM:

במקרים בהם דרושה אינפורמציה משלמה למדידות המכ"ם (וכן גם באופן בלתי תלוי), גיאוסנס מבצעת מדידות אלקטרומגנטיות בתדרים נמוכים באמצעות סנסורי FDEM (Frequency Domain Electromagnetic). מערכות GPR ו-FDEM משמשות בגיאוסנס למתן מידע ודיאגנוזה בתחומים כגון גיאולוגיה הנדסית והנדסת מבנים, ניאוטקטוניקה, מחצבים ומינרלים, חקלאות, ארכיאולוגיה, סביבה ועוד. המידע המתקבל באמצעות GPR ו-FDEM על תכונות, תופעות ותהליכים המתרחשים בתת הקרקע ובאלמנטים הנבדקים מהווה אלטרנטיבה יעילה, מהירה ואלגנטית



שיקוף GPR תלת-מימדי של תקרת פל-קל במימדים של כ-2 מ' על 2 מ'. סדרת מבטי-על בעומקים של: 16 ס"מ (מימין), 20 ס"מ (במרכז) ו-24 ס"מ (משמאל).



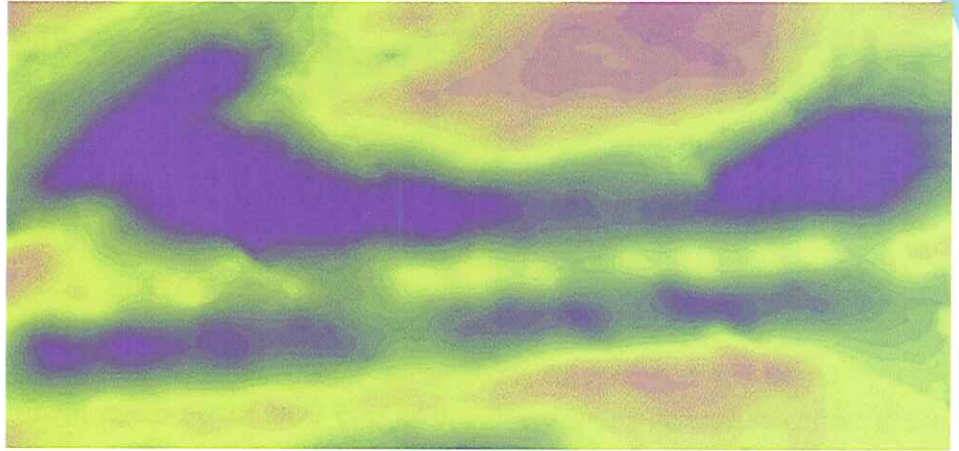
שיקוף (חתך) GPR ברזולוציה גבוהה לאיתור מערכי מוטות זיון עליון בתקרה מקשית. מטרת העבודה לאפשר קידוח בין מוטות הזיון או פגיעה במינימום מוטות. בתצלום נראה קידוח שנעשה בתקרה על רקע הצטלבות מוטות שאותרו על ע"י מערכת המכ"ם.

תשתיות: איתור ומיפוי תת-קרקעי של אלמנטים תשתיתיים - צנרת פלסטיק, חרס, בטון וברזל, תעלות, סיבים אופטיים וקווי מתח (FDEM, GPR).

חומרים מסוכנים: איתור ומיפוי של נזילות מצנרת ביוב תעשייתי, מצבורי חביות, מטמנות ואזורים שזוהמו על-ידי חומרים מסוכנים. מיפוי איכויות מים, איתור גופי מים מליחים בשדות חקלאיים (FDEM, GPR).

הערכת סיכונים סיסמיים, רעידות אדמה וניאוטקטוניקה: איתור ומיפוי שברים וסדקים בתת הקרקע כתוצאה מפעילות טקטונית רצנטית (GPR).

שרידים ארכיאולוגיים: איתור ומיפוי שרידים ארכיאולוגיים לפני בנייה והנחת תשתיות (FDEM, GPR).



שיקוף (מבט-על) FDEM של שטח חקלאי לאיתור מים מליחים (בכחול) בתחום עומק של כ-5 מ'.

ומבנה שתית בכבישים. מיפוי רציפות מסת בטון ואיתור סדקים בגשרים (GPR).

קרקע וביסוס: מיפוי גיאולוגי-סטריגרפי - מעבר בין קרקע לסלע, חללים, שברים וסדקים (FDEM, GPR).

שיקוף גופי בטון: מיפוי מבנה ורציפות, חללים וסדקים של גופי בטון, עמודים, תקרות, תקרות פל-קל, משטחים, קירות וקירות-תמך. איתור ומיפוי מוטות זיון (GPR).

כבישים וגשרים: מיפוי מרחבי של אספלטים

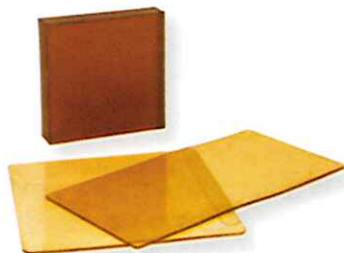
Aqualene Elastomer Couplant

חומר חדש המשמש כחומר צימוד או השהייה בבדיקה אולטרסונית

פני שטח קטנה. שימוש ייחודי נוסף הוא בבדיקה בטבילה, ניתן למקם את החלק הנבדק על גבי האלסטומר ובכך מושגת תגובה דומה לתגובה ממעבר בין החלק למים גם בנקודות המגע.

המידות הסטנדרטיות בהם ניתן לרכוש את החומר

P/N	Description
29HD0002	Aqualene pad 6"x6"x2mm
29HD0005	"Aqualene pad 4"x4"x1
29HD0009	Aqualene pad 4"x8"x2.3mm
29HD0010	Aqualene pad 200x100x0.5mm
29HD0011	"Aqualene pad 5"x5"x1



או להזמינו בכל מידה בהתאם לצרכי הלקוח. החומר הוא תערובת של איסומרים של הומופולימר מסועף אשר מיוצר בתהליך כימי מבוקר תחת לחץ גבוה וטמפרטורות גבוהות אשר יוצרים את השילוב האופטימלי הייחודי בין האטנואציה לגמישות.

תכונות אלו ועמידותו בטמפרטורה של עד כ 100 מעלות צלזיוס, מאפשרות שימוש רחב ליישומים רבים בתחום הבדיקה האולטרסונית, ניתן להעביר דרכו גל אורך בתדרים של עד 25 מגהרץ עד לתדרים של 2 מגהרץ בגל גזירה (בטמפרטורת החדר).

בזכות ההנחתה הנמוכה ניתן להשתמש במספר סנטימטרים של השהייה בין הגשיש לחלק הנבדק, דבר המבטיח עבודה מחוץ ל"אזור הקרוב" והגנה על הגשיש מפני שטח חמים או קרים.

בשימוש בגשישים בצורת גלגל הדבר מאפשר עבודה מחוץ ל"אזור המת".

ככלל ניתן לשפר את הבדיקה של חלקים בעלי עובי נמוך או בכאלה בהם נדרשת רזולוציית

משווק ע"י מ.ג. הנדסה

חומר זה הוא אלסטומר חדש שפותח באופן ייחודי לבדיקות אולטרסוניות. בדרך כלל מוצמדים חומרי הצימוד כחלק אינטגרלי מהגשיש, חומר זה ניתן לשימוש כחלק בנפרד מהגשיש. האימפדנס האקוסטי של חומר זה קרוב מאוד לזה של מים ובעל מקדם הנחתה הנמוך מכל אלסטומר אחד או מכל סוגי הפלסטיק.

השימושים בבדיקות לא הורסות הן:

- פדים קבועים
 - בדיקה של חומרים בעלי עובי דופן נמוך
 - חומר השהייה בעל מהירות נמוכה
- שימוש בחומר זה מונע את החסרונות בשימוש בחומרי צימוד נוזליים בבדיקת חומרים פורוזיביים בכך שאין ספיגה של חומר הצימוד בחומר הנבדק ולא נשארות שאריות של חומר צימוד.

אלסטומר זה יכול לשמש גם כחומר בידוד. ניתן לרכוש את החומר במגוון מידות ועוביים

איכות תמונה במערכות HD-CR בתחום הבדיקות הלא הורסות

Image Quality of High Definition Computed Radiography (HD-CR) in NDT

M. Thoms

הלייזר מגיעה ליציבות של 3 מקרון בלבד. בעוד שמערכות CR סטנדרטיות מגיעות לרזולוציות 40 מיקרון, מערכות HD-CR בשימוש בסרטי צילום דיגיטאליים כחולים מתהדרות ברמת רזולוציה מרבית של 25 מיקרון ואף לרמה של 12.5 מיקרון המדמה סרט צילום קונבנציונאלי בעל הרזולוציה הגבוהה ביותר כיום בתחום הבדיקות הלא הורסות - Kodak DR50 או האקוויולנטי D2 של GE.

באיור 2 מוצג סורק ה-HD-CR במבט חתך. היתרון בשיטה זו היא שנקודת הלייזר (spot laser) נסרקת באופן מעגלי ע"ג סרט הצילום, וכך המרחק בין נקודת הלייזר (Laser Spot) לבין מסיט אלומת הלייזר (deflector) במרכז תמיד זהה. כתוצאה מכך, אין צורך לתקן את מרחקי המיקוד כפי שצריך בסורקי CR קונבנציונאליים, המבוססים על סריקה אופקית (Flatbed).

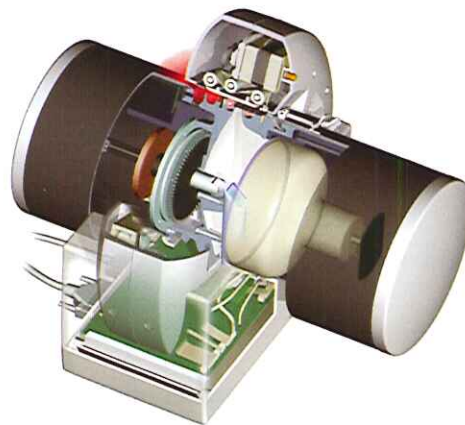
Dürr NDT GmbH, Höpfigheimer Str. 17, 74321 Bietigheim-Bissingen und Universität Erlangen, Institut für Werkstoffwissenschaften 6, Martensstr. 7, 91058 Erlangen

או High Definition Computed Radiography בקיצור HD-CR, הינה טכנולוגיה חדישה אשר הינה בעלת הפוטנציאל להחליף את הרדיוגרפיה הקונבנציונאלית בתחום הבדיקות הלא הורסות. טכנולוגיה זו עושה שימוש בסרטים דיגיטאליים גמישים האטומים לאור בדומה לשיטה המוכרת של סרטי הצילום הקונבנציונאליים. סרטים אלו ניתנים גם כן לליפוף סביב צינורות. באופן דומה לסרט קונבנציונאלי.

סוג זה של יישום שונה מאלה של רדיוגרפיה ממוחשבת רגילה (CR). בסורקי CR רבים השימוש הינו בסרטי צילום דיגיטאליים קשיחים היות והמערכות פותחו בעיקר על מנת לענות על צרכים רפואיים, ורק הוסבו ליישומים בתחום הבדיקות הלא הורסות. סורקי CR קונבנציונאליים הקיימים כיום בשוק שוקלים בדרך כלל יותר ממאה קילוגרם בעוד סורקי ה-HR-CR שוקלים כעשרים קילוגרם בלבד ולכן ניתן בקלות יתר לנייד אותם, ולהשתמש בהם בשטח



איור 3
מערכת ה HD-CR של Duerr



איור 2
מבט חתך של סורק HD-CR

החוט הכפול העדין ביותר של מד טיב התמונה (IQI) הניתן לאבחנה הינו 13D, (בעל קוטר ומרחק חוטים של 50 מיקרון), בהתאם לתקן EN462-5, וזאת באמצעות 30% מודולציה.

זמני חשיפה של עד פי 3 מרמות הקרינה של סרט צילום C1 לפי ה-EN584-1 אפשרו קבלת יחס אות\רעש של יותר מ-200, משמע יחס הגבוה מכל מערכת סרטי צילום הקיימת כיום.

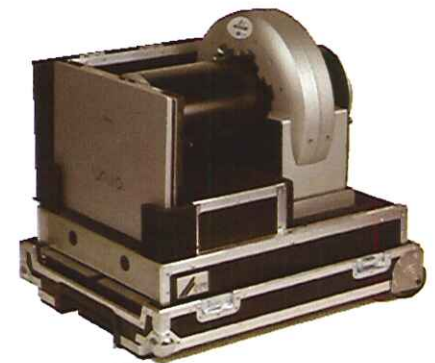
איכות התמונה אומתה ע"י שימוש במד טיב תמונה חוטים וחורים לפי ה-EN462.

בשימוש בסרטי צילום דיגיטאליים של Fuji הושגה רזולוציה של 100 מיקרון כבר ע"י חשיפה של רבע מכמות הקרינה הנדרשת עבור סרט צילום C1.

יכולת הגילוי של מד טיב התמונה מסוג חורים הינה זהה למערכת סרטי צילום C1.

בניגוד לסורקי CR הקיימים כיום בשוק, גודל נקודת הלייזר בסורקי HD-CR הינו רק כ-10 מיקרון, בכך מסוגלים אלו לרכוש תמונות X-ray ברזולוציה גבוהה ביותר, במיוחד כאשר נעשה שימוש בסרטי צילום דיגיטאליים כחולים ברזולוציה גבוהה, להם אלומת פיזור קטנה יותר בשכבת הפוספור, בניגוד לפילמים לבנים סטנדרטיים.

היות ונעשה שימוש בפריזמה מחומשת על מנת להטות את קרן הלייזר, בשונה ממראות פוליון, בהם נעשה שימוש במערכות CR קונבנציונאליות השגיאיות הנוצרות עקב ויברציות בציר המנוע מתוקנות, ואלומת



איור 1
סורק CR באריזת שטח קומפקטית

Phasor XS GE Inspection Technologies

- מאפשר שמירה של התמונה הנבחרת
- מתאים למגוון רחב של גשישים.

יתרונות

- הגדלת יכולת הגילוי של פגמים
- הקטנה של קריאות השווא
- צמצום זמן ההכשרה של הבודקים
- מקטין את מעורבות המפעיל במהלך הבדיקה
- מאפשר בדיקה של אזורים שלא ניתנים לבדיקה בשיטה הקונבנציונאלית
- קבלת מידע מדויק יותר על מידות הפגם
- קבלת מידע רב יותר בזמן נתון
- מספק מידע אמין גם בבדיקות מסובכות



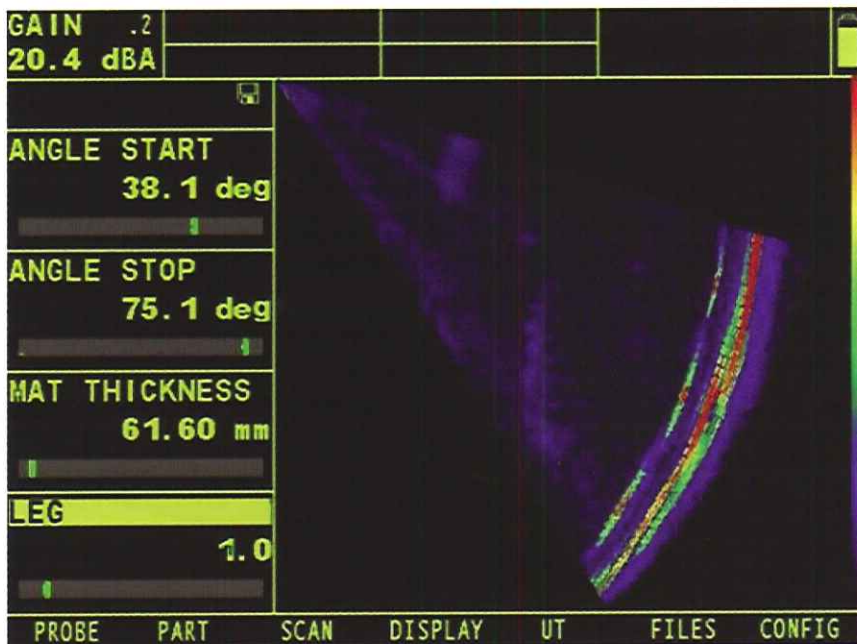
תקציר הרצאתו של Mr. Peter Toebben, GE Inspection Technologies

באדיבות דקטל טכנולוגיות מתקדמות בע"מ

מכשיר זה הוא שילוב של מכשיר בדיקה קונבנציונאלי עם מכשיר בטכנולוגיית phase Array B SCAN, המכשיר פשוט לשימוש ובעל תצוגה ויזואלית הכוללת גם תצוגת PA שישי PA ויכולת עבודה עם מגוון רחב של גשישי PA סטנדרטיים.

תכונות המכשיר

- בקרה אלקטרונית לבחירת זווית אלומת הגל
- בקרה אלקטרונית לבחירת מוקד האלומה
- בקרה אלקטרונית לבחירת גודל האלומה
- אפשרות לבדיקה סימולטאנית באמצעות מספר אלומות ממוקד אחד
- תמונה בצבע מלא כולל תצוגת A SCAN
- יכול לשמש גם כמכשיר בדיקה רגיל בעל מספר שערים כולל יכולת חישוב גיאומטרי
- שמירת כל נתוני ה-A SCAN
- מאפשר סריקת שטח גדול ללא הזזת הגשש



תצוגת המכשיר

המשך מעמוד קודם

בהתבסס על הפרמטרים מעלה, סורק ה-HD-CR הוסמך לבדיקות חומרים לפי תקן EN14784 בין $IP1/40 \mu m$ עד $IP6/40 \mu m$ ע"י BAM, גרמניה

the Federal Institute for Material Research and Testing, Division VIII.3, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin (Dr. U. Zscherpel, (Prof. U. Ewert

נכון לעכשיו זוהי מערכת ה-CR היחידה המוסמכת לבדיקת חומרי Class B עד לעובי של 4 מ"מ וחומרי Class A בכל תחומי העוביים.

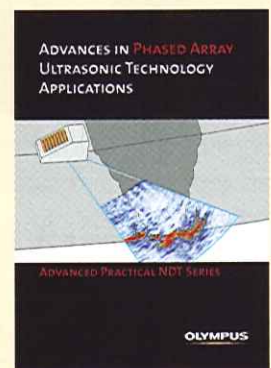
לפרטים נוספים:

Dürr NDT GmbH, distributed by VSR Technologies Ltd. Israel
Tel: 972(0)3 9605559, Fax: 972(0)3 9604160
Email: info@vsr.co.il

Advances in Phased Array Ultrasonic Technology Applications

ספר חדש בהוצאת Olympus NDT המיוצגת בישראל על ידי מ.ג. הנדסה.

יישומי הבדיקה החדשים בשיטת Phased Array כגון בדיקת צנרת, בדיקת ריתוכים, מדידת גודל סדקים בבדיקות בתחזוקה ובדיקות בגוף המטוס, הפכו לבדיקות שגרתיות בתעשייה.



יישומים אלו האיצו את פיתוח טכנולוגיית ה-Phased Array ויישומה בכל תחומי התעשייה.

הפיתוח הביא לשיפור היכולת ביצירת מיקוד הגל, שיפור ביכולת מדידת הפגמים, שיפור הבדיקה ויצירת אתגר להרחבת האפליקציות.

ישנה התקדמות מהירה מאוד בתקינה של שיטה זו, בעיקר בהשוואה לזמן הארוך שנדרש למערכות התקינה לקבל את שיטת ה-TOFD.

הספר מכיל 400 עמודים מספק מידע עדכני על השיטה, על התקינה ועל הפצתה ברחבי העולם.

מכשירים ניידים לזיהוי פגמים מחברת Olympus NDT

Olympus NDT מאפשרת ללקוחותיה להיות מובילים על ידי הרחבה מתמדת של קו המוצרים המקיף לבדיקות לא הורסות

Nortec 500

מכשירים לזיהוי פגמים בשיטת זרמי ערבולת

- Internal balance coils
- Full-VGA color display and VGA output connector
- Bidirectional USB port

EPOCH XT

מכשירים אולטרא-סוניים לזיהוי פגמים

- Lightweight (2.1kg)
- Multicolor LCD with full/split screen
- Lithium-ion, NiMH, or alka-line C-cell batteries
- Versatile alphanumeric data logger with grid file structures

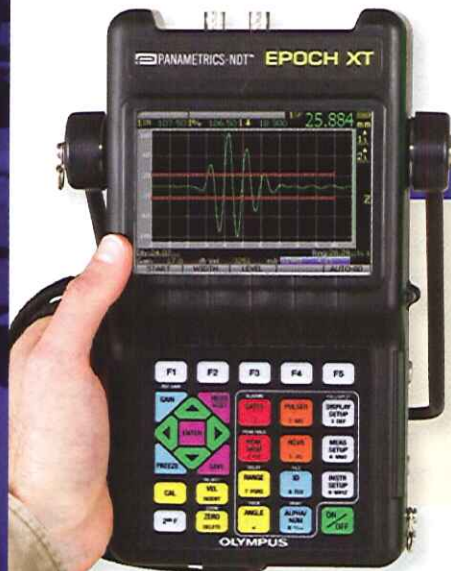
Olympus NDT UK

Tel.: (44) 17 09 83 61 15
Fax: (44) 17 09 83 51 77
info.uk@olympusndt.com



Nortec® 500 Series Eddy Current Flow Detectors

The Models 500, 500S, and 500D eddy current flow detectors offer a full range of advanced features in a compact lightweight design. The 500S also offers conductivity measurements and scanner compatibility. The 500D additionally offers dual frequency capability.



EPOCH XT

Ultrasonic Flow Detector

The new Panametrics-NDT™ EPOCH XT, designed for IP 67 rating, is a complete ultrasonic flow detector that offers a host of features: EN-12668 compliance, multicolor LCD, multiple battery options, powerful data management, host and client USB ports. Dynamic DAC/TVG is standard.

For worldwide representation, visit www.olympusNDT.com

RJ TECH PANAMETRICS-NDT™ *NDT engineering corporation* **SONIC** **NORTEC**

הינכם מוזמנים לבקר באתר החברה: www.olympusNDT.com
כמו כן, באתרנו www.mnengineering.co.il

בדיקות שגרתיות בשיטת ברקהאוזן (BNA) של כני נסע של מעבורת החלל של NASA

ירון רוזנברג, מנהל טכני, חברת ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון



מכשיר הבדיקה בשיטת BNA

חשוב לזכור כי בשיטת ברקהאוזן התחזקות האות מצביעה על ירידה בחוזק הנדרש לדחיסה של האזור ו/או החלשה ברמה המיקרו-מבנית של החומר באותו אזור.

ידוע שניתן לשקם אזור של נזק עקב מגע שטחי למצב של כוח דחיסה שאריתי גדול יותר, על-ידי תהליכים מקומיים של shot / roto-peening. לאחר הסקירה המחודשת של roto-peening, השימוש במכשיר ה-Rollscan המבצע בדיקת BNA יאפשר להגדיר אם פני השטח אמנם חזרו למצבם כפי שהיה לפני האירוע.

ידוע שכני נסע של מטוסים הן צבאיים והן אזרחיים סופגים אנרגיה גבוהה בעת נחיתת המטוס אשר מומרת לאנרגיית חום שגורמות לנזק לכני הנסע בצורת כוויות חום.

בעבר נבדקו כני הנסע בשיטת Nital etch רק בזמן תהליך של שפוץ או אחזקה מתוכננת, מאחר ובתהליך ה-Nital etch דרושה הסרת צפוי הכרום המגן על כני הנסע. כלומר: טכניקה זו גורמת להרס. לעומת זאת, בדיקת BNA אינה מופרעת מנוכחות צפוי כרום או וונדיום ולכן אין צורך להסירם לפני ביצועה.

בדיקה בשיטת BNA הפכה לשיטה החשובה והאמינה ביותר כדי לבצע בדיקות איכות של כני נסע גם במטוסים, בכל דרגי האחזקה השונים. מכיוון שאין צורך לפגוע או להסיר את הציפוי לצורך ביצוע הבדיקה, אין לה מתחרים.

שיטה זו נמצאת בשימוש גם בתהליכי היצור של גלי זיזים, גלי ארכובה, גלי הנע, פניני גזירה ועוד.

תנועות מיקרוסקופיות של קירות האתר המגנטי (Domains) המצויים בתוך החומר. כאשר נעים קירות ה-domain, הדבר מעורר פולס חשמלי שניתן לעקוב אחריו על ידי סליל מוליך הממוקם בסמוך. פולסים עדינים אלה נמדדים כ-bulk (כצבר של אותות) כאשר התוצאה היא הכפלה של אלפי פולסים חשמליים אליהם מתייחסים כ-BN. האמפליטודה של אות זה נקראת "מדד מגנטו-אלסטי" (magneto-elastic parameter) (MP). האמפליטודה מושפעת מכל דבר המונע את תנועת קירות ה-domain, כמו האצה, חריגה מהמקום, גבולות מגורענים (grained) ועומס שיורי. פקטורים אלה יכולים להיחשב כשייכים ל-2 קטגוריות: קשיות ועומס שיורי.

בדיקות של כני נסע בשיטת Barkhausen Noise Analysis מאפשרות איתור פגמים נסתרים. שיטה זו נוסתה במעבורת החלל ENDEAVOUR של NASA בבסיס החלל קנדי בפברואר 2006. עד עתה טרם נמצאה שיטת NDT אחרת שיכולה להתחרות בה. חברת STRESSTECH ארה"ב הוזמנה על-ידי NASA לבדוק כן נסע של מעבורת החלל ENDEAVOUR שנפגע בטעות תוך כדי פעולת אחזקה. מעבורת זו מתוכננת לטוס לחלל במהלך שנת 2007.

בבדיקה חזותית של בוכנת כן הנסע לאחר הסרת צבע ופריימר קודמים לא נצפו בפני השטח שלו פגמים חיצוניים. נעשתה גם בדיקה של יציקת רפליקה של פני השטח עליו דווח וגם בה לא נמצאו עקבות נזק.

בדיקת ברקהאוזן בוצעה דרך השטח הנבדק. האותות שיוצרו מפני השטח בכיוון צירי ובכיוון היקפי מופו קרוב עד כמה שאפשר, תוך שימוש בנקודות ציון ממורכזות כנקודות התייחסות. (ראה תרשים).

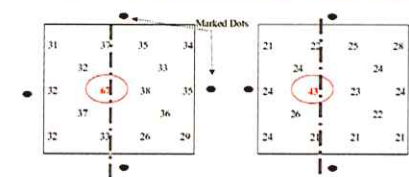
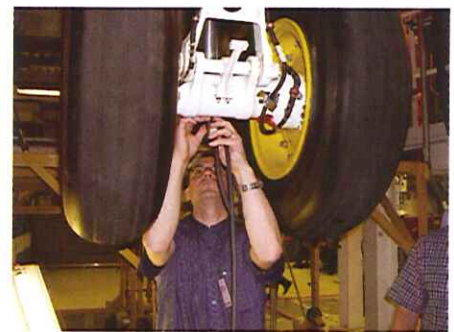
הבדיקות בשיטת ברקהאוזן גילו אזור בקוטר של כ-3 מ"מ שהאות שהתקבל ממנו היה כפול מהאות הממוצע בשאר השטח הנבדק, שגודלו 25 מ"מ X 25 מ"מ.

מיקום האות היה לאורך צירו של הכן, והיה חופף לשטח שבו היה נזק בצבע.

תופעת Barkhausen Noise (להלן: BN) נוצרת על ידי שינויים פתאומיים בחומרים שעליהם מופעל זרם חילופין היוצר מגנט. ידוע ששינויים פתאומיים אלה מושפעים ממבנה החומר ברמת המיקרו שלו, מנוכחות של כוחות אלסטיים ומפיזורם. ובמקרה של נזק עקב שחיקה, ניתן לעקוב בעזרת BN אחר העומס השיורי ואחר השינויים המיקרו מבניים.

כדי ליצור BN מחוללים שדה מגנטי באמצעות אלקטרומגנט על גבי חומר פרומגנטי, החומר מגיב לשדה המגנטי ויוצר התפרצויות של גלי Barkhausen (ע"ש המדען הגרמני מאוניברסיטת דרזדן שגילה תופעה זו בשנת 1919). אלה נקלטות על ידי סנסור המכיל סליל חשמלי (המותקן פיזית יחד עם האלקטרומגנט באותו הפרוב היוצר את השדה המגנטי). האות הנקלט מוגבר ומסונן. האמפליטודה מחושבת על ידי שווה-ערך ל-RMS (Root Mean Square) של הגל המגנטי הנוצר עקב זרם-החילופין. הנתונים מומרים דיגיטלית לצורך העברתם למחשב והצגתם.

ניתן ליישם עקרון זה לצרכי בדיקה מכיוון שכאשר ממקמים שדה אלטרומגנטי סמוך לחומר פרו-מגנטי, החומר עובר שינויים מגנטיים בלבד. שינויים אלו הם תוצאה של



בדיקת כני הנסע במעבורת החלל, וקריאות תוצאות הבדיקה כפי שמתקבלות בשיטה זו.

חברת Sonotron NDT מציגה
בישראל את טכנולוגיית Phasor SX
תוצרת GE Inspection technologies

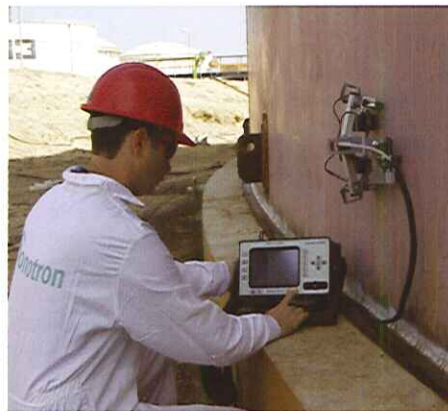
חברת Sonotron NDT מציגה בישראל את מכשיר ה-phased array הקטן והקל ביותר: Phasor XS המיוצר על ידי GE Inspection Technologies

המכשיר משלב ביצועים מעולים של מכשיר בדיקה קונבנציונלי עם יכולת בדיקה בשיטת B SCAN phase array של איזור גדול ובתצוגת TOFD. ללא תזוזה של הגיש.

המכשיר יוצג בכנס העמותה בשפיים ולאחר מכן במשרדי החברה ברחובות.



מכשיר משלב באופן ייחודי פונקציונאליות וניידות של מכשיר בדיקה נייד בעל יכולת רישום, הדמיה ועיבוד נתונים על ידי מערכת ממוחשבת חכמה.



גם במכשיר זה כל נתוני ה-A-Scans נאגרים במערכת המחשוב בכל מהלך הסריקה וניתנים לשחזור לניתוח ועיבוד בשלב פענוח הממצאים.

ISONIC 2007 מאפשר בדיקה קלה ומהירה באופן אוטומטי או חצי אוטומטי והודות לניידותו יכול לשמש גם במכשיר בדיקה רגיל בתצוגת A-Scan בערוץ אחד, הדמיה ושמירת נתונים.

חברת Sonotron NDT ממשיכה בפיתוח בטכנולוגיות מתקדמות ובמהלך החודשים הקרובים עומדת להציג את הפיתוחים החדשים:

- מערכת בדיקה אולטרסונית ניידת בעלת 8 ערוצים בעלת תצוגת A-, B-, CB-, D-Scan ויכולת בדיקה ותצוגה בשיטת ה-TOFD. המערכת מתאימה לבדיקות מהירות, אוטומטיות וחצי אוטומטיות.

- מערכת לבדיקת צינורות pipe inspection (PIG) gauge לבדיקת צנרת מים תת קרקעית ולסוגי צנרת אחרים.

- מערכת PHASE ARRAY בעלת 128 ערוצים המיועדת לבדיקות אוטומטיות.

המוצרים החדשים יוצגו בתערוכת MTQ-2007 הבאה בגלגו סקוטלנד, (ספטמבר 2007) ובכנס הסתיו של ASNT שיתקיים בנובמבר 2007 בלאס וגאס.

החל מיולי 2007 תפתח חברת Sonotron NDT קורסים להכרת ציוד בדיקה אולטרסוני מתקדם: B-Scan, C-Scan, TOFD, Phased Array, Long Range

לפרטים 08-9311000

חברת Sonotron NDT מציגה את
סדרת מכשירי ISONIC 2006 & ISONIC 2007
ומודיעה על התחלת
השיווק של מערכות בדיקה מהירות
בשיטת ה-phased array ומערכות
לבדיקת צינורות

חברת Sonotron NDT הידועה בעולם כיצרנית מכשירי בדיקה אולטרסוניים ניידים בעלי יכולת רישום, פיתחה מאז הכנס האחרון שני מוצרים חדשים:

ISONIC 2006

מכשיר בדיקה אולטרסוני נייד בעל תצוגת A-, B-, CB-, C-, D-, P-Scan ויכולת בדיקה ותצוגה בשיטת ה-TOFD.



מכשיר זה הוא הדור החדש של המודל המצליח של ISONIC 2001 אשר היה המכשיר המוביל בעולם בשנים האחרונות (משנת 2000 עד שנת 2006) וזכה בשנת 2004 בפרס Frost & Sullivan, פרס המוצר הניתן למוצרים חדשניים וייחודיים בתחומי התעשייה השונים.

בהשוואה לקודמו, ISONIC 2006 שופר מבחינת הניידות, המשקל, אורך חיי הסוללה, הביצועים האולטרסוניים, מהירות שמירת הנתונים והנדסת אנוש. חשוב לציין כי כל נתוני ה-A-Scans נאגרים במערכת המחשוב בכל מהלך הסריקה וניתנים לשחזור לניתוח ועיבוד בשלב פענוח הממצאים

ISONIC 2007

מכשיר בדיקה אולטרסוני נייד בעל שני ערוצים בעל תצוגת A-, B-, CB-, D-Scan ויכולת בדיקה ותצוגה בשיטת ה-TOFD.

הדור החדש של פנמטריקס
EPOCH XT

מכשיר בדיקה אולטרסוני נייד

משווק על ידי מ.ג. הנדסה

מכשיר הבדיקה החדש NDT EPOCH XT תוכנן כמכשיר המתאים למגוון גדול של אפליקציות ומתאים לעבודה בתנאי סביבה קיצוניים. משמעות הסיווג הגבוה שקיבל מ-IP67 בעמידה בתנאי סביבה קיצוניים היא עמידה בתנאי אבק ואפילו עמידות בטבילה במים עד גובה של 1 מטר.

ניתן לרכוש את המכשיר עם מגוון סוללות, החל מסוללות לשימוש ארוך כגון Lithium Ion או NiMH ועד לסוללות אלקליין C-cells לשימוש באתרים מרוחקים.



לשימוש באתרים מרוחקים.

המכשיר מצויד במסך multi-color LCD בעל רזולוציית QVGA, קיימת אפשרות גם לפיצול המסך.

תדר עבודת המסך 60 Hz.

result of the measurement is a reading of the average wall thickness over this footprint area. The size of this area is dependent on the insulation and object thickness, as well as the probe design. Roughly, the footprint can be considered to be in the order of the insulation thickness. Due to the averaging effect, detection of highly localised defects types like pitting is not reliable with this tool. Although the average wall thickness reading is not a direct replacement of the commonly used UT obtained minimum wall thickness a quantitative result is obtained that can be interpreted unambiguously.

The outer application ranges of the INCOTEST tool can be described by:

- ◆ Low alloy carbon steel
- ◆ Pipe diameter > 50 mm or 2"
- ◆ Nominal wall thickness between 6 mm and 65 mm
- ◆ Insulation thickness up to 200 mm
- ◆ Sheet thickness up to 1 mm stainless steel, aluminum, galvanised steel
- ◆ Object temperature > -100°C to < +500°C

These ranges are determined on condition that a reliable signal can be obtained under regular field conditions.

Inspection approach

As with any other NDT technique, the pulsed eddy current technique has its own merits and cannot be a direct substitute for an existing NDT technique in an existing NDT inspection program. The characteristics of INCOTEST result in the application of the tool with various intentions. Firstly, the reduction of surface preparations may be an incentive to use the tool. No cleaning, grinding or removal of coating and insulation is required.

Secondly, on-stream screening for corrosion areas can be the objective. This means detecting defects is more important than sizing them accurately. It may be done to bring some ranking in a large number of structures or objects that would otherwise not get any attention because conventional inspection is too costly. Another application can be to select areas for follow-up. For instance, in a pre-shutdown inspection the items that need follow-up during a shutdown can be identified.

On-stream monitoring of corrosion areas using INCOTEST is another approach that is of interest because of intrusion on the process is kept to a minimum. The data of previous measurements can easily be

retrieved and compared.

Finally, in a risk based inspection approach a choice is made for the level of information required and the necessary certainty for inspection of a particular object. This leads to a choice for a non-destructive testing approach in which pulsed eddy current can be one technique.

Monitoring

Another advantage is also apparent in the relatively small lift-off ranges of several millimeters coating material or directly on the object itself. The repeatability of INCOTEST is 2% and thus an excellent tool for monitoring. Although UT is very accurate, it is commonly known that the repeatability of UT is relative poor. Once a defect is identified, e.g. by mapping with UT to determine the weakest point, a INCOTEST probe is positioned and measures every day, week or month. At PEMEX, The "Ing. Antonio M. Amor" refinery in Salamanca, Mexico encountered an interesting application for INCOTEST;

Pemex performed a lot of experimental inspections in 2005. Inspection programs on insulated tank walls were established where, in the past, no inspections could be performed because of accessibility problems. During a shutdown a severe wall loss was detected in the shell of a heat exchanger containing Hydrochloric acid. Because a spare was not available, and in order to maintain safe production, Pemex found an interesting solution. "After basic repairs, Pemex decided to monitor the shell thickness by performing INCOTEST with an interval of 15 days. Due to the coating and operating temperature it was not possible to perform UT. A wall reduction of 16% was detected in only a few weeks. However, Pemex was able to continue production under safe conditions until a replacement was available. Pemex gained a lot of experience, which will be implemented in our inspection plans", says Ing. Jorge Galvan Pena, Superintendente de Inspeccion Tecnica

Conclusion

Beside insulated objects INCOTEST proves a suitable application for situations where access to or preparation of the object surface is hampered. The application of this pulsed eddy current technique can be done with several different inspection approaches. Because of its unique characteristics it can play an important role in the inspection strategy or RBI approach of an entire installation. Practical examples have been given for situations where dirt, corrosion, water, concrete or coating material hamper direct surface access. Because (surface) preparations can be avoided the tool can provide a fast and cost-effective solution for corrosion detection.

References

1. Lara P.F., "TEMP - An Innovative System to Measure the Wall Thickness of Pipes, Tanks, and Vessels through Insulation", ASNT Fall Conference, p.157, September 15, 1991.
2. Raad J.A. de, "Novel Techniques for Outside Inspection of Plant Pipework", Insight Vol 37 No 6, p409-p412, June, BINDT, 1995.

3. RTD, "Pulsed Eddy Currents - a novel method for accurate wall thickness measurement through insulation", Insight Vol 37 No 6, p452, June, BINDT, 1995.
4. Cohn M.J., Raad J.A. de, "Nonintrusive Inspection for Flow-Accelerated Corrosion Detection", ASME 1997 PVP Vol. 359, Fitness for Adverse Environments in Petroleum and Power Equipment p.185-192, July, 1997.
5. Wolters J. Th., "Een Revolutionaire Wanddiktemeting", KINT newsletter 33, p.4, 1997.
6. Raad J.A. de, Wolters J.T., Vries R.P. de, "Assessment of the Pulsed Eddy Current Technique: Detecting Flow-Accelerated Corrosion in Feedwater Piping", EPRI report TR-109146, December, 1997.
7. Stalenoef J.H.J., Raad J.A. de, "MFL and PEC tools for plant inspection", Proceedings of ECNDT Copenhagen p. 1831, May, 1998.
8. Raad J.A. de, "PEC (pulsed eddy current) and MFL (Magnetic Flux Leakage) for NDT applications", International Pipeline Conference, Calgary, Canada, June, 1998.
9. Cohn M.J., "Comparison of Flow-Accelerated Corrosion prediction and field measurement results", ASME PVP Vol 392 Service experience in fossil and nuclear power plant, p15-24, 1999.
10. Stalenoef J.H.J., Raad J.A. de, "MFL and PEC tools for plant inspection", Insight Vol. 42, No. 2, February, BINDT, 2000.
11. Wassink, C.P., Robers M.A. "Condition monitoring of Inaccessible Piping" Proceedings of WCNDT Rome, Session Industrial plants and structures, Lecture IDN075, 2000.
12. Wassink, C.P., Robers M.A. "Condition monitoring of Inaccessible Piping" Insight Vol. 43, No. 2, February, BINDT, 2001.
13. Vries R.P. de, "Degradation of covered object foundations", KINT newsletter, 2001.
14. Vogel B., Wolters J., Postema F.J., "Pulsed eddy current measurements on steel sheet pilings", Proceedings of Structural Faults and Repair 2001, London, UK, July 2001.
15. Whytock S., "Measuring remaining wall thickness of insulated / fireproofed / coated and bare components", Proceedings of NACE Central Area Conference, Corpus Cristi, TX, USA, October 2001.
16. Robers M., Scottini R., "Pulsed eddy current in corrosion detection", Proceedings of 8th ECNDT Barcelona, Lecture IDN251, June 2002.

About the authors

Mr. Scottini earned his masters in material engineering at the University of Trento, Italy. Since 1997 Mr. Scottini is employed by RTD Group and has been actively involved in the technical development of INCOTEST and the development of new applications. Mr. Scottini is considered the leading technical expert on PEC. Mr. Quakkelsteijn earned his bachelor in Technical Business Administration at the TH-Rijswijk, The Netherlands. Since 1997 Mr. Quakkelsteijn is employed in RTD Group and has been involved on on-stream leak tightness testing, advanced ultrasonic tube testing and is now overall responsible for INCOTEST in the RTD Group.



Fig 9: Monitoring heat exchanger shells.

Monitoring Average Wall Thickness of insulated or difficult to access objects with Pulsed Eddy Current

R. Scottini, H.J. Quakkelsteijn - RTD Group, The Netherlands

Abstract

The method of Pulsed Eddy Current (PEC) has been successfully applied in corrosion detection for several years now. Whereas field experience on insulated objects has grown significantly, the technique's characteristics make it also highly suitable for other field situations where the object surface is rough or inaccessible. Because (surface) preparations can be avoided the tool provides a fast and cost-effective solution for corrosion detection. Due to the high repeatability accuracy PEC technology is specially of interest for monitoring purposes.

An overview of the fundamentals and the INCOTEST® pulsed eddy current tool for corrosion detection is presented and application ranges are discussed. Several field applications other than insulated objects are presented. These range from the inspection of objects covered fire proofing, to rough or corroded surfaces, coated objects and objects covered with marine growth.

These spin-offs offer interesting possibilities in many areas of industry such as sub sea piping, offshore jackets, civil engineering and FPSO ship hull inspection.

Introduction

Corrosion under insulation is a major concern for the owners and operators of almost all carbon steel installations and structures. Periodic or continuous inspection of objects for occurrence of corrosion or monitoring the extent and severity of known corrosion areas should ensure operation of the installation within the safe zone.

To operate the installation at minimum cost, new techniques can be applied to minimise the overall maintenance and inspection costs. Such techniques can aim at reducing the total number of activities either by

reducing the number of selected areas to look after or by reducing the overall costs per inspected area. The latter, for instance, is possible by reducing the peripheral costs of inspection (preparation, cleaning, access etc.).

The INCOTEST pulsed eddy current tool can assist by bringing down both the number of selected areas and the peripheral cost in several applications.

This tool was developed for the detection of corrosion under insulation (CUI). It allows the detection of wall thinning areas without removing the insulation. Using this tool to indicate the affected areas can lead to significant cost reduction. Fewer areas need follow-up and less insulation needs to be removed. Also, in case of asbestos insulation the safety hazards are diminished.

INCOTEST applies pulsed eddy currents for the detection of corrosion areas. A pulsed eddy current technique uses a stepped or pulsed input signal, whereas conventional eddy currents use a continuous signal.

The advantages of the pulsed eddy current technique are its larger penetration depth, relative insensitivity to lift-off and the possibility to obtain a quantitative measurement result for wall thickness.

This leads to the characteristic which makes it suitable for the detection of CUI: no direct surface contact between the probe and the object is necessary. Also, this tool can be employed in other field situations where the object surface is rough or inaccessible. After a brief introduction of the theory, some of these applications are discussed.

illustrated in Figure 2. A pulsed magnetic field is sent by the probe coil. This penetrates through any non-magnetic material between the probe and the object under inspection (e.g. insulation material). The varying magnetic field will induce eddy currents on the surface of the object. The diffusive behaviour of these eddy currents is related to the material properties and the wall thickness of the object.

The detected eddy current signal is processed and compared to a reference signal. The material properties are eliminated and a reading for the average wall thickness within magnetic field area results. One reading takes a couple of seconds. The signal is logged and can be retrieved for later comparison in a monitoring approach.

The area over which a measurement is taken is referred to as the footprint. Probe design is such that the magnetic field focuses on an area on the surface of the object. The

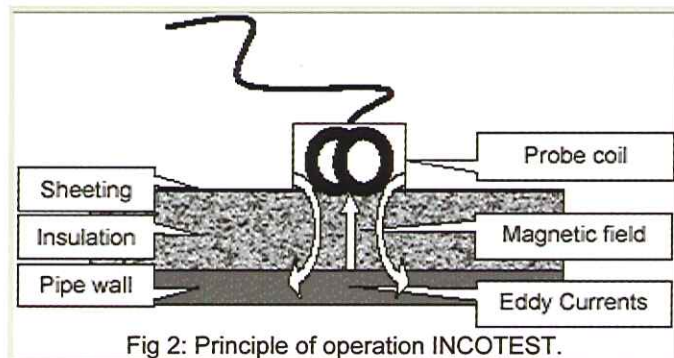
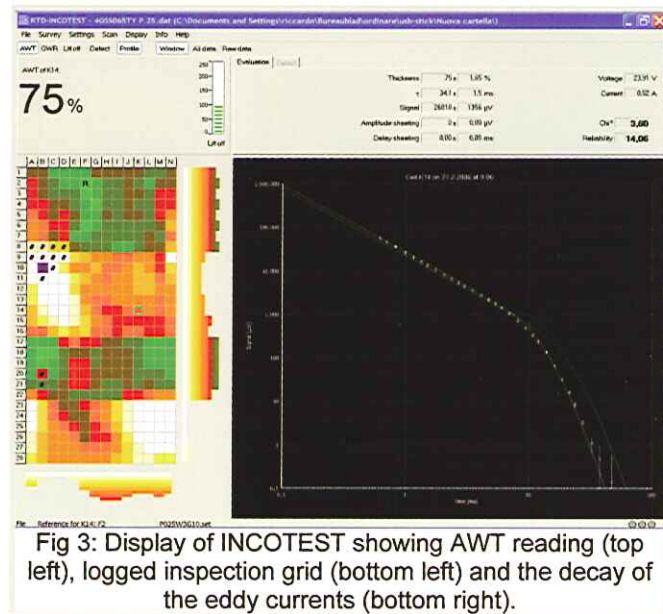


Fig 1: Example of insulated objects.

Pulsed Eddy Currents for corrosion detection

The applied operating principle of pulsed eddy currents can vary from system to system. In order to obtain a quantitative reading for wall thickness INCOTEST uses a patented algorithm that relates the diffusive behaviour in time to the material properties and the wall thickness. It operates only on low alloy carbon steel.

The principle of operation is



הטכנולוגיה המתקדמת ביותר כיום, למען בטיחות טובה יותר מחר

מ.נ. הנדסה

טכנולוגיית Fastener® המתקדמת מאפשרת שליטה בבקרת הידוק ברגים. מהווה שיטה אידיאלית לחיבור של חלקים בתעשייה התעופתית, ושימושית גם בתחומים רבים אחרים.

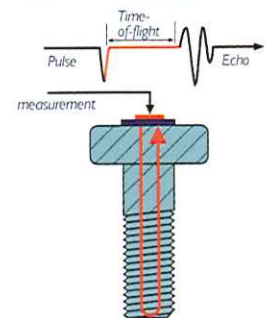
הטכנולוגיה העיקרית משלבת גשיש המותקן באופן קבוע המוצמד בואקום חזק. הגשיש מחובר למכשיר מדידה אולטראסוני, אשר מאפשר קריאות מדידת כוח סגירת הבורג בדיוק של 3%.

רמת דיוק זו מאפשרת למתכננים להפחית את גורם ההידוק הנדרש בתקנים. הפחתה כזו מתאפשרת במקומות אשר הידוק הבורג נעשה באמצעות טורק מטר. ניתן לצמצם את משקל הרכיבים על ידי שימוש ברגים בעלי קוטר קטן יותר. פעולה זו גם תצמצם את משקל המבנה כולו.

ניתן להפיק תועלת מטכנולוגיית Fastener® בבדיקת הידוק של רכיבים העשויים מחומרים מרוכבים או חומרים קונבנציונליים. השיטה מאפשרת שימוש עוקב ומדויק בהעמסה ראשונית, ושימור הנתונים.

כמו כן, באמצעות טכנולוגיית Fastener® המתקדמת ניתן לבצע הידוק מהיר ומדויק של חומרים מרוכבים, אשר נעשה בהם שימוש בכלי תעופה, ערכי ההידוק ידועים בכל שלבי ההרכבה.

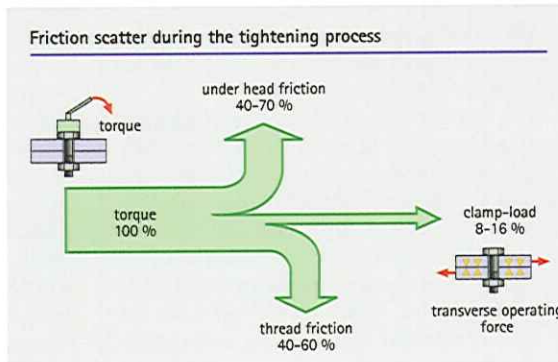
Method for measuring the clamp-load



בנוסף לאופטימיזציה של תהליך הייצור שמובילה להפחתת המשקל והוזלה בעלויות התפעול, שימוש בטכנולוגיית PMTS מפחיתה את עלויות התחזוקה והבדיקה במיוחד כאשר נדרשת בדיקה חוזרת של המסמרות. מאחר שהגשיש מחובר באופן קבוע למסמרה, לא

נדרשת בדיקה של עוצמת החיבור על ידי כלי הידוק. כל שנדרש הוא מגע פשוט עם גשש.

מערכת תקנית ומוסמכת באיכות גבוהה



לפני שליחת המוצרים אל הלקוח, מבוצעת בדיקת בקרת איכות לכל אחד מהחלקים. השיטה מהווה בדיקת לא הורסת לבקרת המחברים. ייצור הגשיש מפוקח בהתאם לדרישות PPAP כנדרש לפי QS 9000.

מערכת זו באופן קבוע אשר הוצגה בשוק העולמי כבר הוסמכה למספר תעשיות על ידי ה-TÜV SÜD.

כל מכשירי המדידה נבדקו והוסמכו ל-CE על ידי ה-TÜV SÜD.

מערכת ה-Intellifast הוסמכה לפי DIN EN 9100:2003 ולפי DIN EN ISO 9001:2000.

מערכת PMTS. המערכת לחיבור מחברים מדויקים.

בעזרת המדידה האולטראסונית המערכת מאפשרת חיבור קל של מחברי הברגים, בעזרת פין מדידה אשר משולב בכלי הידוק סטנדרטי ניתן למדוד בצורה מדויקת את מומנט הידוק וזאת במדידה ישירה בזמן ההרכבה. כמו כן נותנת המערכת הממוחשבת מדידה לא הרסנית של לחץ ההידוק.



Load Probe 3000B

רקע טכני

הנחיות VDI מספר 2230 דורשות תכנון של מקדם הידוק של 1.4 עד 1.6 כאשר ההידוק מבוצע באמצעות טורק מטר, שימוש בשיטה האולטראסונית מאפשר הורדה למקדם של 1.05 עד 1.2.

משקל המחברים וסוג החומר ממנו ייצרו תלוי במידה רבה במקדם זה. שני מחקרים בלתי תלויים שונים, קבעו כי תחת תנאי כיפוף של 2 מעלות, מושג פיזור עומס מקסימלי של $\pm 6\%$.

כיוול יישומי ה-PMTS

הגדרות הכיוול של יישומי הלקוח מועתקות באופן מדויק ומועברות למערכת יצירת העומס. באמצעות הגדרות המייצגות את נתוני העבודה האמיתיים מוזנת מערכת המדידה LP3000.

המערכת מוסמכת על ידי בדיקות חוזרות ומספקת מידע על דיוק היישום.

הדבר כולל תיקון המדידה בהתאם לטמפרטורה המבוצע בתנור מכויל בתחום של 20°C עד $80^{\circ}\text{C}+$.

תיקון זה מאפשר מדידה מדויקת בטמפרטורות סביבה שונות.



קריאת נתוני הבורג

מהבורג לדינמומטר המדויק

באמצעות תהליך ציפוי בפלזמה מצופה ראש הבורג בשכבה דקה של חומר פייזואלקטרי המשמש מעין גשיש אולטראסוני, לציפוי זה אין השפעה על תכונות הבורג והציפוי עמיד בתנאי עבודה קשים, הציפוי יכול להיות מיושם על ברגים סטנדרטיים או על ברגים מיוחדים המסופקים על ידי הלקוח.

מיכשור לבדיקות חומרים

גזים:

- מיכשור לדגימת גזים וביצוע אנליזה
- מיכשור לבדיקת חלקיקים בחדרים נקיים
- אנאליזורים ל-NO_x ו-NO, בתעשייה וברפואה
- ציוד מבוסס IPAQ למדדי איכות - סביבה:
- גזים (גם רעילים), מהירות זרימה, לחות ועוד.
- משאבות לגזים
- מקררי גזים
- מדי זרימת אוויר
- מדי לחות יחסית

נוזלים

- ויסקומטרים - ניידים, מעבדתיים On-Line
- משאבות מעבדתיות מכל סוג, גם לחומרים קורוזיביים
- ציוד ומשאבות ל-HPLC
- מדי זרימה
- מדי חמצן מומס
- מדי pH
- מדי מוליכות
- ספקטרו-פוטומטרים לנוזלים
- קולורימטרים

מוצקים ואבקות

- אנאליזורים ניידים ומעבדתיים למתכות בשיטות XRF וספקטרומטריה
- ציוד הכנה לבדיקות מטלוגרפיות
- מיקרוסקופים מטלוגרפיים
- ציוד X-Ray לבדיקת עומס שיורי במתכות
- אנאלייזר בשיטת Barkhausen Noise לניבוי כשל מתכות
- מדי קושי בשיטת Vickers
- אנאלייזורים On-Line לאבקות ומוצקים
- ציוד אל-הרס נייד לבדיקות בטון
- ציוד מעבדתי לבדיקות חומרי בניה
- מדי טמפרטורה ולחות לחומרי בניה
- נפות ומרעדים
- אנאלייזורים לפחמן, גופרית, חמצן, חנקן ומימן במתכות מחצבים, מינרלים ועוד.
- TGA

ציוד בקרה

- ציוד בקרה On-Line לאיכות חומרים
- אקטואטורים חשמליים
- תאי עומס ומומנט
- מערכות כיוול
- Data Loggers
- מתמרים חכמים (גם מוגני פיצוץ)
- תצוגות
- מאזניים
- משקלות
- גלים לבדיקות אולטרא-סוניות
- אנאלייזורים בשיטת COMBUSTION FURNACE

רשימה מפורטת של הציוד, כולל עלוני-מידע, נמצאת באתר האינטרנט שלנו. שירותי מעבדה, גם לציוד שלא סופק על-ידינו.



ספקטרומטרים מעבדתיים
וניידים בשיטת ARC / SPARK



מכשירים, מערכות
ותוכנות למדידת
כח, מתיחה,
לחיצה - torque



אנאלייזורים ניידים
בשיטת XRF לאנאליזה
מתכות, קרקע,
ופלסטיק (RoHS/WEEE)



ציוד הכנה וחומרים
מתכלים לבדיקות
מטלוגרפיות, מדי
קושי ומיקרוסקופים



מדי עובי דופן, מדי עובי
צבע, בורוסקופים
ואנדוסקופים (כולל צילום
ושמירת נתונים)



ציוד בשיטת Barkhausen לניבוי
כשל מתכות



מיכשור נייד לבדיקות בטון
(פטיש Pull-Off, Schmidt, קורוזיה ועוד)

דואר:

ת.ד. 3008 הוד השרון, 45241
www.rbmltd.co.il
rbmltd@rbmltd.co.il



משרדים:

עתיר ידע 21, כפר סבא
טל: 09-7674431
פקס: 09-7676898



כל ציוד הבדיקות הלא הורסות תחת קורת גג אחת

Kodak - Industrial Imaging



- ★ יוקים אלקטרומגנטיים
- ★ סלילים ניידים
- ★ מנורות UV
- ★ אביזרי בקרת איכות



- ★ מכונות פיתוח
- ★ חומרי ניקוי
- ★ סרטי צילום לרנטגן
- ★ כימיכלים



- ★ מערכות CR
- ★ סורקי פילמים

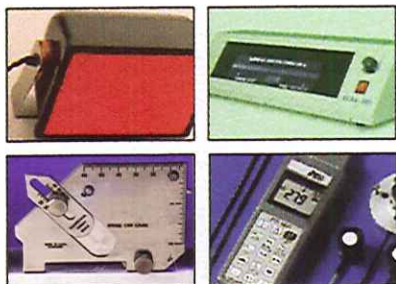


DIMART S.r.l. COFAR S.r.l.



ציוד נלווה לבדיקות לא הורסות

- ★ דנסיטומטרים
- ★ אילומינטורים
- ★ ציוד לבדיקות ויזואליות
- ★ ציוד חדר חושך



POLIMASTER



ציוד ניטור קרינה המתקדם בעולם

- ★ ניטור אישי
- ★ ניטור סביבתי
- ★ ציוד אלחוטי



ציוד מקיף ומתקדם לענף התעשייה, הרפואה ולבדיקות לא הורסות
מעבדת שירות ותיקונים לכל סוגי מכשירי הרנטגן ומכונות הפיתוח

ת.ד. 58 בית דגן, נייד: 054-2200369 טל. 03-9605559 פקס. 03-9604160 www.vsr.co.il