

חדשות אל הרס

ביטאון העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות

2009 מאי • MAY 2009 • גיליון מס' 11 • אייר תשס"ט, מאי 2009 • THE ISRAELI NATIONAL SOCIETY FOR NON DESTRUCTIVE TESTING

אנליזות לממצאים
מתקופת הברונזה



הכינוס הבינלאומי ה-17
בשנחאי



המעבר מרדיוגרפיה קונבנציונאלית
לרדיוגרפיה דיגיטלית

הבטחת איכות -
תעופה/הנדסה אזרחית



חדשות 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.

VARIAN-BIR – ארה"ב: מערכות CT תעשיות מתחום של 160KV ועד 9Mev.

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.



חדשות אל-הרס

ביטאון העמותה הישראלית
הלאומית לבדיקות לא הורסות
גיליון מס' 11 • מאי 2009

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

נשיא העמותה: ד"ר יוסי שואף

נשיא כבוד: גבי שואף, פרופ' עמוס נוטע

חברי הוועד המנהל: חיים אלמוג, יהושע ויגודני,

יואל וייל, יוסי וייספלד, אופיר מגל, יצחק סגל,

איציק הרשקו, גדעון רונן, פרופ' עדין שטרן,

יגיל שואף, שרגא ירון

עורך ראשי: יהושע ויגודני

מערכת: ויקטור ביטון, ליאת אוריאלי



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

בשנת 2008 התקיים בירושלים הכנס הבינלאומי ART2008, אשר אורגן על ידי מתנדבי העמותה בראשותו של

פרופ' עמוס נוטע. בגלל אופיו הלא תעשייתי של הכנס היה מיעוט משתתפים של חברי העמותה; עיקר המשתתפים הגיעו מחול ומתחומי עיסוק שונים משלנו.

השנה נחזור לעסוק בבדיקות הקונבנציונאליות, התעשייתיות. עיקר ההתפתחויות שראינו בשנים האחרונות הן בתחומי הרדיוגרפיה והאולטרסוניק, ואלו מתחילות לחדור ולחלחל גם לתעשייה הישראלית.

ברדיוגרפיה ישנה התחלה של חדירת הצילום הדיגיטאלי לסוגיו, מערכות אלו מחליפות את השימוש בסרטי צילום. ניתן לראות מערכות אלו ברפאל, בתעשייה הצבאית, בתעשייה האווירית, במפעלי ייצור להבים ובמקומות נוספים.

בתחום הבדיקה האולטרסונית נראית תנופה גדולה של שימוש בתצוגות Phased Array בעיקר בתחום בדיקת החומרים המרוכבים כאשר את התנופה הגדולה יצר פרויקט 787. בעתיד הקרוב מאוד נוכל לראות שימוש בשיטת TOFD לבדיקות של ריתוכים, אשר יחליפו את הרדיוגרפיה הקלאסית.

לכל אלו ניתן ביטוי נרחב בכנס ובביטאון זה, הן בכתבות והן בפרסומים של יצרנים ויבואנים.

קריאה מהנה

שוקי ויגודני
עורך ראשי



עומדות בפתח הטכנולוגיות של רדיוגרפיה בזמן אמת,

אולטרסונית באמצעות Phased Array ו-TOFD שיחליפו צילומים של עבודות הלילה הארוכות והחשיפה לקרינה, שימוש בסיבים אופטיים לצורך ניטור, פליטה אקוסטית, ועוד. תחומים רבים הנושקים לבדיקות לא הורסות המסורתיות מחכים עדיין להסתערות על ידי חברות ה-NDT - בדיקות אולטרסונית של צנרת על ידי רובוטים, בדיקות אטימות למיכלים גדולים ללא ריקונם, בדיקות של הגנה קטודית, כל אלו נעשים בחול בדרך קבע אך כאן בחלקן אינן מוכרות ובחלקן אינן מוערכות על הזקוקים להם.

האם אנו מדינה קטנה מדי כדי להפוך למעצמת NDT? קרואטיה מובילה היום בתחום המחקר ב-NDT. בהולנד קיימת חברת NDT המונה 2000 בודקים. חברים - העתיד מחכה לכם ויש לו מה להציע.

בגאווה רבה ניתן להתבונן בהישגים חובקי עולם של יצרניות הצילום הישראליות - Scan Master, Sonotron, Vidisco, Acoustic Eye - כל הכבוד.

מהפך נוסף העובר בעולם בתחום ההסמכות של הבודקים הוא המעבר להסמכות על ידי גוף מרכזי.

עד כה היה מקובל בארץ שהמעביד מסמיך את עובדיו באמצעות מוסמך רמה 3. יותר ויותר גורמים דורשים הסמכה על ידי גוף מרכזי בלתי תלוי העומד בדרישות ISO 17025. יש לזה יתרון ללקוחות כי ההסמכה היא אובייקטיבית ומהווה ערובה לידע והכישורים של הבודק. יש לכך גם יתרון לבודק עצמו כי ההסמכה ההולכת איתו למעביד הבא שלו ואינה מתבטלת אוטומטית עם עזיבת המעביד.

אני גאה לבשר שבפעילות נמרצת של גדעון רונן, ובאישור הוועד המנהל, הצלחנו לחדש את ההכרה כגוף מתעיד לפי ISO 17015 לגוף המתעיד של העמותה - ISRACERT.

כל הסמכה שניתנת על הגוף המתעיד תהיה מוכרת בכל העולם כהסמכה מרכזית בדיוק כמו ACCP, TUV וכדומה. הבחינות מתקיימות בעברית, בארץ, וזה יתרון עצום למשק הישראלי.

אני קורא גם למוסדות ההשכלה הגבוהה לכלול את הבדיקות הלא הורסות בתוכנית הלימודים שלהם וליצור קדר חדש של אנשי מחקר ופיתוח שיוסיפו כבוד למקצוע שלנו ושל מדינת ישראל.

ד"ר יוסי שואף

דבר נשיא העמותה

לאהלים וקוראים יקרים,

העמותה שלנו ממשיכה במסורת שלה ויוצאת גם השנה עם הביטאון חדשות אל הרס היוצא בזמן הכנס השנתי שלנו. שני אירועים אלו הינם חשובים ביותר בקשר שלנו עם החברים, עם המתעניינים בתחום ועם גורמים מקצועיים בחול. העמותה מורכבת ממתנדבים אשר משקיעים ממרצם ומזמנם להוציא לפועל את הביטאון, הכנס וכל שאר הפעילויות וזה הזמן להודות להם בשם כולנו על מאמציהם. התוצאות מדברות בעד עצמן.

לפני הכול אני רוצה להודות לנשיא היוצא פרופ' עמוס נוטע על פעילותו המבורכת בשנים האחרונות, פעילות ששיאה היה בארגון הכנס הבינלאומי ART2008. הכנס שיושב הראש שלו היה פרופ' נוטע עסק בתחום של בדיקות לא הורסות באמנות ומורשת.

בכנס השתתפו מרצים ואורחים משלושים מדינות. הכנס נערך בירושלים והציג טכנולוגיות חדשות המשמשות לגילוי העבר שלנו ואף הפיק כתבות בעיתונות.

השנה אנו נפנה את מאמצינו יותר לבית, לארץ. הכינוס הנוכחי יהיה סנונית ראשונה, למפגשים מתוכננים שיהיו מצומצמים וממוקדים יותר בתחומים השונים הרלוונטיים לאנשי הבדיקות הלא הורסות.

התקופה הנוכחית שבמרכזה המשבר הכלכלי אינה פוסחת על הענף שלנו. המעבדות, החברות המוכרות ציוד, המפעלים הזקוקים לבדיקות - לכולם קשה יותר. הבודקים עצמם צריכים לעבוד קשה יותר כדי לשפר את המצב הכלכלי של העסק בו עובדים. כל זאת מהווה אתגר עצום. איך לעשות בדיקות באופן יעיל יותר ועדיין לפי כל הכללים. איך המפעלים יכולים לנצל אותנו כדי לחסוך בעלויות שלהם, איך להכניס טכנולוגיות חדשות שישפרו את ההספק והאיכות. כל זאת נעשה על ידי שילוב של צרכני הבדיקות, המבצעים ויצרניות הציוד.

אני רואה את החזון של יוצא בדיקות איכותיות ומתקדמות לחול. החלק הארי של הבדיקות הנעשות בארץ לא השתנה כלל ב-30 שנה האחרונות. רדיוגרפיה באיזוטופים, צבעים חודרים, בדיקות בחלקיקים מגנטיים הכול כפי שהיה. אפשר לציין בגאווה מסוימת שבארץ יש יכולות חדשות (בנות רק 10 ו-20 שנה) של בדיקת רדיוגרפיה של ריתוכי צינורות עם רובוט ובדיקות ריתוכים בשיטת ה-TOFD.

עלינו לשנס מותניים, יחד עם המפעלים הזקוקים לבדיקות ולהטמיע שיטות בדיקה חדשות המקובלות בעולם אשר חוסכות ומגדילות את האמינות. לכך יש ליצור אמון בקרב המפקחים והמתכננים השונים.



Sonotron NDT



VSR Technologies Ltd.



גבי שואף בע"מ
בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

הכינוס העשירי של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות 2009 ASNT ISRAEL

בשיתוף עם ASNT Israeli Section

הכנס מתקיים ב-5 במאי, במרכז הקונגרסים איירפורט סיטי

משעה	עד שעה	בתוכנית:
08:00	09:00	התכנסות והרשמה
09:00	09:45	ברכות: Ms. Jocelyn Langlois - ASNT president מר אבי פלדר – מנכ"ל תע"ש תעשיות לישראל מר גרישה דייטש הממונה על התקינה במשרד המסחר והתעשייה מר איתן שרון – סמנכ"ל הרשות להסמכת מעבדות ד"ר יוסי שואף – נשיא העמותה ונציג ASNT בישראל חלוקת תעודות הוקרה
		הרצאת הפתיחה: יושבי ראש: פרופ' עמוס נוטע, ד"ר יוסי שואף
09:45	10:30	פתרונות לבעיות המים במדינת ישראל פרופ' זסלובסקי – הטכניון (עברית)
10:30	10:40	פתיחת התערוכה
		אולם א: בדיקות לא הורסות כללי יושבי ראש - גבי שואף, פרופ' עדין שטרן
		אולם ב: בדיקות לא הורסות כללי יושבי ראש – פרופ' יצחק סגל, חיים אלמוג
10:40	11:10	בדיקות לא הורסות היום – לאן? פרופ' עמוס נוטע, טכניון
11:10	11:40	בדיקות הורסות ולא הורסות בקווי מים ארציים פרופ נפתלי גלילי, טכניון
11:40	11:50	הבטחת איכות בהנדסה אזרחית אינג' רמי גוטמן, שרותי הבטחת איכות בהנדסה אזרחית
11:50	12:20	הפסקה וביקור בתערוכה
		אולם א': בדיקות לא הורסות במתקני כח וזיקוק יושבי ראש – שרגא ירון, יוסי זינגר
		אולם ב': בדיקות לא הורסות בתעופה יושבי ראש - אורי סול, משה ברמן
12:20	12:50	ניטור מבנים וצנרת בתחנות כח בפליטה אקוסטית בוריס מורבין, מרגן
12:50	13:50	Ultrasonic Guided waves inspection in pipes. Charles Lawther, Applus RTD Group
13:50	14:20	שימוש בגלאי Eddy Current לגילוי עיבורים במטוסים סא"ל דורון נוימן, חיל האוויר
14:20	14:50	הפסקת צהריים וביקור בתערוכה
		בדיקות לא הורסות בתשתיות יושבי ראש ד"ר אליעזר כץ, ד"ר גרגורי קרוג
14:20	14:50	בדיקה לגילוי פגמים במיתרים של גשרים דרוכים באמצעות IMPACT ECHO גבי שואף, גבי שואף בע"מ
14:50	15:00	בדיקת צנרת מחליפי חום באמצעות רפלקטומטריה אקוסטית ד"ר נועם אמיר, Acoustic Eye
15:00	15:30	הפסקה וביקור בתערוכה
		בדיקות לא הורסות בזיהוי פלילי וארכיאולוגיה יושבי ראש – אופיר מגל, עדי עציץ
15:30	16:00	חשיפת מספרים מחוקים במשטחי אלומיניום רפ"ק צדוק צח, רפ"ק יהודה גובולסקי, מז"פ משטרת ישראל
16:00	16:10	רפואה גרעינית ובטיחות קרינה דוד בנממן, ממ"ג
16:10	16:10	רדיוגרפיה בזמן אמיתי ליאור פיק, וידיסקו
16:10	17:00	הגרלה ונעילת הכנס
17:00	17:10	אסיפת מליאת חברי העמותה



TOSHIBA בסיום הכנס יוגרל בין הנוכחים DVD נייד תוצרת



מתנת

לאחר הכנס תתקיים אסיפת מליאת חברי העמותה

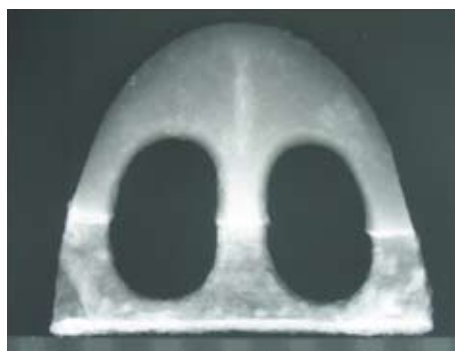
אנליזות באמצעות ניטרונים תרמיים למצאים מתקופת הברונזה

איציק הרשקו - ממ"ג

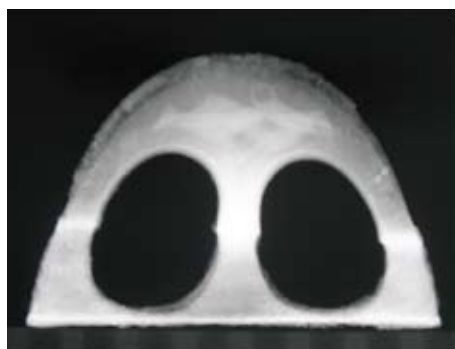
אלעד כספי - קמ"ג, מרטין פיילשטוקר - רשות העתיקות,

שריאל שלו - מכון וייצמן/אוניברסיטת חיפה, סנה שילשטיין - מכון וייצמן

נחושת, מסתבר, כי אנשי התקופה ידעו להוסיף בדיל ונחושת במידה המתאימה להשגת פאזה יציבה ומיטבית לתכונות המכאניות של הגרזנים בדומה לנעשה היום.



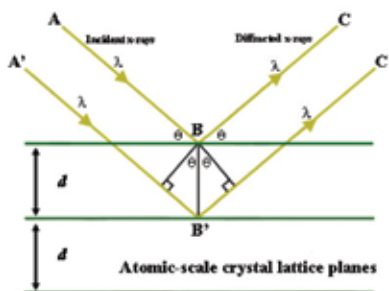
איור 4: תמונת הרדיוגרפיה של גרזן הברונזה



איור 5: תמונת הרדיוגרפיה של גרזן הכסף והתבליטים בלהב הגרזן

בהמשך, בוצעה רדיוגרפיה באמצעות ניטרונים תרמיים לגרזנים. שיטה זו, מאפשרת קבלת אינפורמציה לגבי נוכחות חומרים בעלי חתך פעולה גבוה לבליעה ופיזור ניטרונים ביציקה. תמונת הרדיוגרפיה המתקבלת כמתואר באיורים 4,5 הינה תמונה דו מימדית ומהווה אינטגרל משולב של חומר האם והתחמוצות העוטפות פריטים אלו. מפענוח התמונה ניתן היה להבחין כי בגרזן הכסף ישנם תבליטים המצויים על גבי להב הגרזן. ממצא זה הביא לעבודת שימור עדינה בהתאם למתאר התבליט

דיפרקציה ניטרונים בדומה לדיפרקציה בקרני X מבוססת על חוק בראג (איור 3).



איור 3: תרשים המתאר את חוק בראג

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

כאשר:

n - סדר הפיזור.

λ - אורך הגל של החלקיקים המפוזרים (ניטרונים, קרני X וכו').

d - המרחק בין מישורי האטומים.

θ - זווית בין הקרן הנכנסת והמישורים המפוזרים.

דיפרקטומטר ניטרונים הינו מכשיר ובו מונכרומטור הבורר (באמצעות חוק בראג) ניטרונים באורך גל (או אנרגיה) ידוע. הגל פוגע בחפץ/דגם המוקרן ומפוזר באופן בדיד אל זוויות פיזור ייחודיות, על פי חוק בראג. עוצמת הפיזור כתלות בזווית נרשמת בגלאים והינה בהתאם למבנה הגבישי הייחודי של הדוגמה. הדבר מאפשר לזהות את מרחקי האטומים במבנה הסריג של הדוגמה המוקרנת, ומכאן מאפשר לזהות את פאזות היציקה, ריכוזם וסוג חומרי האם.

ממצאי דיפרקציית הניטרונים אפשרה לזהות את מבנה הגבישי של הגרזנים, וכמו כן את הסגסוגות מהם יוצרו הגרזנים. גרזן הברונזה עשוי נחושת ובדיל בשתי פאזות 5%-12% משקלי בדיל. גרזן הכסף, מכסף וכ-2% משקלי

בחפירה ארכיאולוגית שנערכה בקיץ 2001 באתר עינות שוני (ליד בינימינה) נמצאו בין היתר, שני גרזני "עיניים" ("eye shaped" axes) מתקופת הברונזה הביניימית (2100-2000 לפנה"ס לערך). אחד הגרזנים עשוי ברונזה (איור 1) והשני כסף (איור 2). ממצאים אלו נדירים, ובמיוחד גרזן הכסף שהינו יחיד במינו. הגרזנים נמצאו באחד הקברים הפזורים באזור, וההשערה שנוצרו למטרות טקס ופולחן. הגרזנים הובאו למרכז למחקר גרעיני בנחל שורק, לצורך ביצוע אנליזות באמצעות ניטרונים תרמיים הכוללים דיפרקציית ניטרונים ורדיוגרפיה.



איור 1: תמונה של גרזן הברונזה



איור 2: תמונה של גרזן הכסף לפני הניקוי



איור 7: גרזן הכסף מצדו השני לאחר הניקוי ותבליט האייל



איור 6: גרזן הכסף לאחר ניקוי ותבליט הכלב

צאן ובקר לרוב ונקבר עם פריטים אלו ברוח התקופה.

ממצאים אלו ואחרים הביאו להשערה כי הגרזנים נוצרו למטרות פולחן וטקס, וכנראה נוצקו במיוחד לאדם בעל רכוש רב אשר כלל

אשר נראה בתמונת הרדיוגרפיה, ולאחר הניקוי התגלו תבליטים של כלב ואייל כמתואר באיורים 6,7.

חדשות ASNT



זמן קצר לאחר

מכן הוקמה סקציה

נוספת בארץ Cnaan Section היו"ר שלה הינו אריה רוזן.

שנים רבות חלפו בהן אין פעילות עצמאית לסקציות, אין גיוס משמעותי של חברים ל-ASNT ואין תחלופה של בעלי התפקידים.

משקעי עבר בינאישיים מונעים שילוב כוחות לקידום החברים והקשר עם ASNT.

אני חש שהגיע הזמן ורצוי שכוחות חדשים יודו למייסדים, יצרו סקציה אחת חזקה ופעילה יותר משתיהן גם יחד. הסקציה הישראלית כבר פנתה למספר חברים לצורך איחוד וניהול. השנה מתארכת בארץ נשיאת ASNT. זהו אירוע חשוב לכל סקציה ובייחוד לסקציה בינלאומית וכמונו. אנו מקווים שהיא תוכל להתניע תהליך של התחדשות.

ד"ר יוסי שואף

יו"ר Israeli Section

סקציה Saudi Arabia (ערב הסעודית)

30 חברים ואורחים נוכחו בארוחת ערב, נתנה הרצאה על ידי יו"ר הסקציה בנושא "שיטת NDT מתקדמת לגילוי קורוזיה תחת בידוד". סקציה זו זוכה בפרסום של ASNT על פעילותה.

סקציה Turk (טורקיה)

זו הייתה ישיבת פתיחה של הסקציה במרכז הריתוך וה-NDT באנקרה. 23 משתתפים נשאו מספר הרצאות על תהליך ההכרה שלהם כסקציה, דנו בתוכניות לעתיד.

מה אצלנו? Israeli Section (לקראת איחוד?)

בשנת 1998 קיבלה הסקציה הישראלית את ההכרה שלה מ-ASNT.

יוזם ההקמה ויו"ר הסקציה הינו ד"ר יוסי שואף.

הסקציה קיימה פגישה ראשונית בלשכת המהנדסים ולאחר מכן התכנסה בכל שנה בתוך הכנס השנתי של העמותה הישראלית לבל"ה. דיווח על הפעילות הועבר מדי שנה ל-ASNT.

הסמכות ויזואליות -

ASNT - AWS

ל-ASNT יש הסכם עם AWS על פיו מפקח ריתוך CWI או מפקח ריתוך בכיר SCWI המוסמך על ידי AWS יוכל לקבל תעודת ACCP לרמה II בשיטה היוזואלית בקטגוריה הכללית ללא מבחן.

מפקחים כאלו יוכלו לקבל הסמכת גוף מרכזי (ACCP) גם למיכלי לחץ ובתנאי שמחזיקים בתעודה תקפה ויש להם ניסיון של 3 שנים בבדיקת מיכלי לחץ.

תעודת ACCP הינה תעודת הסמכה לבדיקות לא הורסות מגוף מרכזי. יתרונה הוא שאין ההסמכה תלויה במעביד מבחינת האיכות שלה. הסמכה זו נותרת רכוש המחזיק בה עם עזיבת המעביד.

איך מקימות סקציות ASNT את מפגשיהן

מתוך דיווחי הרבעון האחרון

סקציה Greater Philadelphia

13 חברים נפגשו לארוחת ערב. ניתנה הרצאה על טיפוליים תרמיים.



גבי שואף מציגים:

איכות ומקצוענות ללא פשרות

מעבדות גבי שואף בע"מ, המובילות בתחום הבדיקות הלא הורסות בישראל, ערוכות לבצע עבורך מגוון בדיקות מקיפות ויסודיות לכל צורך שיידרש:

בדיקות ויזואליות וגיאומטריות

בדיקות צנרת במחליפי חום

בדיקות מיכלי דלק תת קרקעיים

בדיקות בורוסקופיות מתקדמות

בדיקות פל קל ותשתיות

ייעוץ וגיבוי רמה III

רדיוגרפיה ב-X וגמא

אולטרסוניק למתכת ובטון

בדיקות טובי דופן

זרמי ערכולת

נוזלים חודרים

חלקיקים מגנטיים

בדיקות אטימות



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' 04-8201735. מעבדת דרום: באר שבע טל' 08-6278465

דברים שחשוב לדעת!!!

שוקי יגודני



בדיקת אור רקע

בדיקת אור רקע של חדרי פענוח בצבע חודר ובחלקיקים מגנטיים צריכה להתבצע **תחת מנורת האור השחור**. רוב התקנים מרשים עוצמת אור מכסימלית של 20 לוקס.

Compliance Assessment Guidance: This measurement is taken in the darkened inspection area to include the examination surface with the black lights operating in the fixed position of 15 inches (38 cm).

(לדוגמה סעיף 5.14.5 בשאלון AC7114/1 - ההערה מופיעה גם בשאלונים אחרים).

כאשר משתמשים במכשיר מתאים, בדרך כלל לא קיימת כל בעיה לעמוד בדרישה זו, אך חברות רבות מחזיקות מכשירי בדיקה לא מתאימים ומתקבלות קריאות גבוהות מאוד של אור לבן, שעלולות להתפרש גם כפליטה של אור לבן ממנורת האור השחור.

הסיבה לכך היא שמכשירים שונים למדידת אור לבן מודדים תחומי אורכי גל שונים, מכשירים רבים מודדים גם את אורכי הגל הקצרים יותר (מתחת ל-400 ננומטר) תחום השייך לאור השחור (אור שחור: 320 עד 400 ננומטר כאשר הפילטר מאפשר פליטת אור באורך גל של כ-365 ננומטר).

הפתרון לבעיה זו פשוט, יש לרכוש מד אור לבן אשר לא יקרא את האור מתחום האור השחור, רכישה של מכשיר מהחברות המספקות ציוד יעודי לבדיקות לא הורסות ייתן מענה הולם.

אחד המכשירים הפופולאריים הוא DSE 2000A מתוצרת Spectroline, מכשיר זה מגיע כערכה הכוללת מכשיר ושני גששים האחד לאור לבן והשני לאור שחור.

ממונה רמה 3 (Responsible level 3)

ממונה רמה 3 הוא הגורם הבכיר בחברה, בתחום הבדיקות הלא הורסות, ואחראי על כל שיטות הבדיקה ועל הסמכת כוח האדם המבצע את הבדיקות - האם אדם זה חייב להיות מוסמך כרמה 3 לכל השיטות?

meter being calibrated to another calibrated (traceable to NIST or other National Standard) light meter. It is not meant to represent a "true" $\pm 5\%$ calibration tolerance.

(לדוגמה סעיף 5.13.4 בשאלון AC7114/1 - ההערה מופיעה גם בסעיפים אחרים ובשאלונים אחרים).

המשמעות היא כי יש להשוות בלבד בין המכשיר הנבדק למכשיר המשמש לכיול ואין הכוונה לכך שהתוצאות הן באמת בדיוק של חמישה אחוז.

הערה זו מאפשרת התעלמות מאי הודאות המצוינת בדוח הכיול.

לגבי כיול המכשיר בתחום המדידה, אביא שני ציטוטים האחד מהשאלון הנוכחי והשני מה HB שהיה שייך לשאלון הקודם, שם קיים הסבר ברור יותר.

שאלון נוכחי:

Compliance Assessment Guidance: No specific values need to be used.

(לדוגמה סעיף 5.13.3 בשאלון AC7114/1 - ההערה מופיעה גם בסעיפים אחרים ובשאלונים אחרים).

HB של שאלון קודם:

The calibration of the light meter shall be performed at a minimum of three points to establish linearity, although no specific values need to be used.

(לדוגמה סעיף 5.12.3 ב HB7114/1 - ההערה מופיעה גם בסעיפים אחרים ובשאלונים אחרים).

כלומר אין צורך בכיול המכשיר בתחום העבודה, יש לבדוק לפחות 3 נקודות כדי להוכיח ליניאריות של מכשיר הבדיקה.

הערות חוזרות

לפני הסיקור, מומלץ לחזור ולבדוק את ההערות שנתקבלו בסיקור הקודם, לבדוק היטב שבוצעה פעילות מתקנת.

משום מה הסוקרים לא רואים ממצא חוזר כדבר חיובי המעיד על יציבות מערכת האיכות ובאופן אוטומטי נקבל הערת Major.

שאלונים חדשים

לאחרונה עודכנו כל השאלונים העוסקים בבדיקות לא הורסות. ניתן להורידם בכתובת האתר https://shop.sae.org/servlets/login?OBJECT_PKG=pri.businessClasses&PORTAL_CODE=PRI (נדרש קוד כניסה).

השינוי העיקרי הוא שההסברים שהופיעו עד עתה ב-HB מופיעים בשאלון עצמו, ה-HB כבר לא קיים.

בעת מילוי השאלון יש לשים לב לכך שניתן לבחור אך ורק באפשרויות של YES / NO מלבד במקומות בהם ישנה אפשרות לבחירת N/A.

אם בעבר היה ניתן לרשום N/A כאשר לדעתכם הדרישה לא ישימה עבורכם (אם בגלל דרישות לקוח שונות או מסיבה אחרת), היום התייחסות אחרת מ-YES תגרום לקבלת NCR באופן אוטומטי.

דרישות לכיול בדיוק של 5% למדי אור

קיים קושי לעמוד בדרישה זו בכיול של מדי אור שחור ובעיקר בכיול של מדי אור לבן, בדרך כלל נבעו הקשיים מחוסר תשומת לב להערות ב-HB ובשאלונים.

קיימים שני קשיים, האחד: איך לכייל מכשיר בדיוק של 5% כאשר המעבדה המכילת (בדרך כלל מעבדת הכיול של התעשייה האווירית) מציינת גורם אי ודאות של 8%.

קושי שני הוא, כיול מכשיר הבדיקה בתחום העבודה, לדוגמה: מד אור לבן המשמש לבדיקת אור רקע בבדיקות בנוזל חודר ובבדיקות בחלקיקים מגנטיים צריך להיות מסוגל למדוד ערכים הנמוכים מ-20 לוקס ולעיתים גם ערכים הנמוכים מ-5 לוקס.

ברוב המקרים כאשר נדרשה המעבדה המכילת לכייל את המכשיר בתחומים אלו, התקבלו תוצאות לא מתאימות והמכשיר לא כויל. התייחסות דקדקנית לדרישות Nadcap תפתור בעיות אלו:

The light meter shall be accurate to within $\pm 5\%$ of the standard reading. Note that the value of $\pm 5\%$ is in reference to a comparison of the light

College or University	Level 2 or Equivalent Experience
None	4 years
Two years of engineering or science study at a technical school, college or university	2 years
3-4 year science or engineering undergraduate degree	1 year

טבלה 2 מתוך NAS410

תוכנית הדרכה מקוצרת שתשלים את הידע הנדרש לעבודה באותו ארגון. לדוגמה הדרכה על תקנים וציוד בלבד ללא הדרכה תיאורטית.

כל האמור נכון לגבי כל קבלת עובד מארגון אחר. (מלבד עובדים בעלי הסמכה מגוף מתעיד)

סיקור Nadcap ברדיוגרפיה לחברות המשתמשות במערכות ללא פילים

גופים רבים מבצעים בדיקות רדיוגרפיות ללא סרטי צילום. (רדיוגרפיה בזמן אמת real time radiographic, רדיוגרפיה ממוחשבת CR, רדיוגרפיה דיגיטאלית DR).

כאשר גופים אלו מבקשים להיסקר לצורך הסמכת Nadcap, הם נתקלים בבעיה - לא ניתן לסקר שיטות אלו מכיוון שלא קיים שאלון מתאים.

שאלון הרדיוגרפיה מוגדר כ-AUDIT CRITERIA FOR NONDESTRUCTIVE TESTING FACILITY FILM RADIOGRAPHY SURVEY עם הדגש על המילה FILM.

לעיתים נוצר קונפליקט, מצד אחד הלקוח דורש הסמכה ומצד שני לא ניתן לקיים סיקור.

הבעיה התחדדה כאשר הוחלט כי לא ניתן לסמן בשאלון NA כאשר לא קיימת אפשרות זו בשאלון (ראה הסבר בתחילת המאמר) והרבה מהשאלות בשאלון מתייחסות לדרישות הקשורות בסרטי צילום, בפיתוח ובחינת הסרטים.

הייתי עד למבדק שהופסק בגלל חוסר יכולתו של הארגון לענות על השאלות ב-YES כאשר השאלות אינן ישימות לצילום ללא סרט. ארגון זה עבר בהצלחה מספר סיקורים בשנים קודמות, ובעיה זו לא עלתה כלל.

ידועה לי אף על חברה אוסטרית המייצרת חומרים מרוכבים, אשר משתמשת בשיטת הצילום בזמן אמת. אשר לצורך המבדק בלבד, רכשה סרטי צילום, מכונת פיתוח ואת כל הציוד הנלווה לפענוח כגון אלומיניטור, ודנסיטומטר.

בסיום הסיקור מאפסנים את הציוד עד הסיקור הבא.

An independent national aerospace organization representing a nation's aerospace industry that is chartered by the participating prime contractors and recognized by the nation's regulatory agencies to provide or support NDT qualification examination, and/or certification services in accordance with this standard.

גוף זה יכול להדריך לבחון ואף לתת הסמכה שאיתה יוכל העובד לעבוד בכל מפעל תעופתי ואיננה תלויה במעביד.

קבלת עובד מארגון אחר

במקרים רבים ישנה העדפה לקבל עובד בעל ניסיון קודם לדוגמא חיילים המשתחררים מחיל האוויר. חיל האוויר הוא ה"ספק" הגדול ביותר בארץ לבדוקי אל הרס. היתרון בקבלת עובד "מוסמך" הוא החיסכון בזמן תהליך ההסמכה של עובד בהשוואה לעובד ללא ניסיון קודם.

האם הדבר נכון? האם ניתן להסמך עובד על סמך הסמכותיו מחיל האוויר?

הסמכות אלו אינן תקפות עבור גופים שצריכים הסמכה לפי Nadcap או לפי NAS410 וזו מהסיבה כי הסמכות חיל האוויר אינן מבוססות על דרישות NAS410 או תקן מקביל. כמו כן רוב החומר הנדרש להתעדה כגון המבחנים שנערכו אינו זמין.

מכאן, שהיתרון העיקרי הוא החיסכון בזמן ההכשרה הנדרשת על ידי עבודה מעשית (on job training), גם כאן לא ניתן לקבל את ניסיונו המקצועי כמו שהוא, מכיוון שאת הניסיון עליו לצבור במתקני המעסיק ובאופי העבודה של אותו מפעל, אך בסמכותו של הרמה 3 של הארגון לקצר את זמן ההכשרה הנדרש ולקבל חלק מניסיונו הקודם.

יש לזכור כי אופי העבודה שמבוצע בחיל האוויר מאופיין בעיקר בבדיקות בתחזוקה ששונה במהותו מאופן הבדיקה בייצור, התקינה והדרישות שונות ולכן על המועמד להבחין מחדש.

בסמכותו של רמה 3 לקבוע אם על המועמד לעבור הדרכה מלאה כנדרש בתקנים או לקבוע

התשובה היא לא! - על הרמה 3 הממונה להיות מוסמך בלפחות אחת מהשיטות הקיימות במפעל. כמובן שבמקרה והממונה לא מוסמך לאחת מהשיטות הקיימות יש צורך ברמה 3 אחר שיכסה שיטה זו, אשר יכול להיות עובד החברה או גורם חיצוני.

The Responsible Level 3 shall be certified in accordance with this standard as a Level 3 in one or more NDT methods.....

(סעיף 4.5 מתוך NAS 410).

הסמכה לרמה 3 של ASNT

הסמכה לרמה 3 של ASNT, נחשבת לאחת ההסמכות היוקרתיות ביותר, המבחנים קשים ויקרים ולא ניתן לקיימם בארץ. אך מה המשמעות של הסמכה זו בתחום התעופתי, האם הסמכה זו תקפה עבור מפעל תעופתי ועומדת בדרישות NAS 410? - התשובה היא לא, מכיוון שהסמכה זו איננה תעופתית ולא כוללת את דרישות NAS 410. הסמכה זו יכולה לשמש רק כתחליף למבחן הידע הכללי בשיטה מסוימת וכתחליף לידע כללי בתהליכים ובחומרים.

מועמד לרמה 3 אשר רוצה לעבוד בתחום התעופתי חייב להחזיק תעודה המאשרת שהבחינות התקיימו במתכונת של NAS 410.

מי הגורם שיכול להסמך לרמה 3 לפי NAS 410? - כל מוסמך רמה 3 אחר המוסמך לפי תקן זה. כלומר מוסמך אחר בחברה או באחד ממכוני ההדרכה.

התנאי הבסיסי להסמכה לרמה 3 הוא הסמכה קודמת לרמה 2, כאשר פרק הזמן הנדרש תלוי בהשכלתו של המועמד. לפי הטבלה הבאה:

בטבלה מצוין "רמה 2 או ניסיון שווה ערך": מה הפירוש של המושג שווה ערך? כדי להבין את המינוח יש לקרוא את ההגדרה בתקן:

EQUIVALENT EXPERIENCE: For personnel previously certified under NAS 410, EN 4179 or other recognized NDT qualification program, the adequacy and equivalency of their previous experience to the requirements of Table II or III shall be determined and documented by the Responsible Level 3 or NANDTB.

המסקנה היא כי אכן נדרשת הסמכה לרמה 2, אך ניתן לקבל גם הסמכות קודמות מארגונים שונים וממקום עבודה קודם ולא דווקא אצל המעסיק הנוכחי.

דרך אגב מה זה NANDTB

NATIONAL AEROSPACE NDT BOARD

המעבר מרדיוגרפיה קונבנציונאלית לרדיוגרפיה דיגיטאלית - מציאות מתרחשת

רון פינקו ועפרה קלינברגר, וידיסקו בע"מ

פתיח

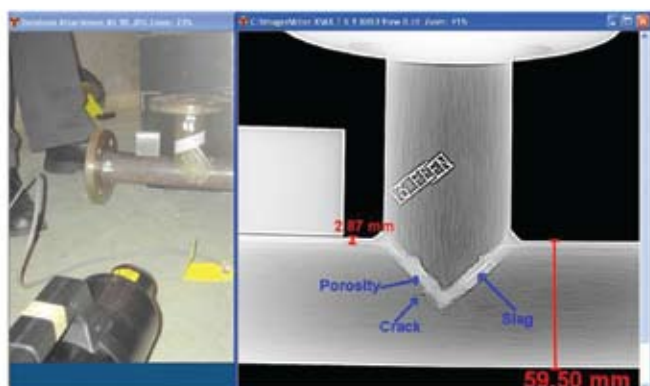
הרדיוגרפיה הדיגיטאלית תופסת מקום של כבוד בשוק הבדיקות לא הורסות (בל"ה). מומחים מבינים כי טכנולוגיה זו עולה על סרטי צילום ותחליפיהם ומספקת תוצאות באיכות גבוהה יותר.

רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת מספקת לטכנאי בל"ה יתרונות רבים. תמונות המתקבלות במהירות גבוהה ועל פי הצורך מאפשרות ניתוח מיידי ללא התפשרות על איכות התמונה וללא מיקום מחדש של ציוד הבדיקה. מערכות העובדות בטכנולוגיה של רדיוגרפיה דיגיטאלית מאפשרות הפחתה בזמן עריכת הבדיקות והקטנת עלותן. בכך עולים רוחיה של החברה הבודקת. כתבה זו תתאר את הליך בל"ה בעזרת מערכת רנטגן ניידת בטכנולוגיה דיגיטאלית עם פאנל מסוג AMORPHOUS SILICON.

הבדיקות שבוצעו הן במעבדה והן בשטח של בית זיקוק. הבדיקות נערכו בשילוב עם מקור אירידיום (IR 192) ומקור רנטגן פולסים בעוצמה של 270kV. הניסוי הוכיח כי זמן החשיפה התקצר באופן משמעותי ובהתאם לכך גם רמת החשיפה של מבצע הבדיקה, זמן סגירת שטח הצילום במפעל וכמובן זמן הבדיקה הכולל.

במאמר זה נציג כלי תוכנה מגוונים המאפשרים ניתוח ממצאים מיידי וכן דוגמאות של צילומי צנרת מתעשיית הפטרוכימיה, דוגמאות מהתעשייה התעופתית וכן בדיקה של יצירות אמנות.

מערכות הרנטגן הניידות של חברת וידיסקו עם הפאנלים השטוחים מציעות ניידות, איכות תמונה גבוהה ובדיקה יעילה ומהירה בכל מקום. רדיוגרפיה דיגיטאלית היא טכנולוגיה אידיאלית המשלבת בין תוצאות בזמן אמת וכלי ניתוח מתוחכמים המאפשרים לצוות בל"ה עבודה הן במעבדה והן בשטח בעזרת אותו פאנל, תוך כדי העלאת איכות ניתוח התוצאות ויעילות הבדיקה.



תמונה 1: בדיקת צינור פלדה בקוטר 59.5 מ"מ



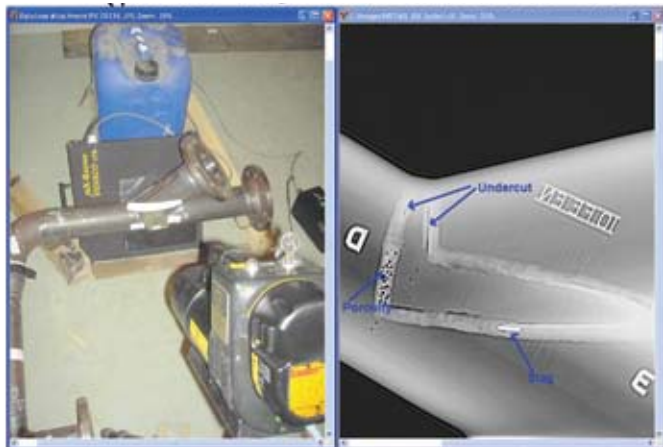
רדיוגרפיה דיגיטאלית במעבדה - השלב הראשון

בשנת 2008 בוצע פרוייקט נרחב של בדיקות על מנת לבחון את היכולת וההתאמה של רדיוגרפיה דיגיטאלית לתחום בל"ה של שיקוף צינורות. המערכת באמצעותה נערך הניסוי היא מערכת ניידת לבדיקות רנטגן של חברת וידיסקו עם פאנל דיגיטלי foX-Rayzor המאפשר צילום עם תחום דינאמי של 14 ביט (16,384 רמות אפור), ומקור רנטגן פולסים בעוצמת 270kV מסוג XRS-3 של חברת GOLDEN ENGINEERING. מספר ריתוכים עם פגמים מכוונים כגון slag, undercut, בועות אוויר, חלודה (חמצון) וסדקים נבדקו באמצעות המערכת. הקריטריונים להצלחת הבדיקה היו הזמן מרגע תחילת החשיפה ועד קבלת התמונה וכן יכולת זיהוי חוטי הפנטרמטר.

תמונה 1 מראה צינור פלדה בקוטר חיצוני של 59.5 מ"מ ועובי דופן של 2.87 מ"מ (כשישה מ"מ עובי דופן כולל) המרותך בצורת V. הפרמטרים של תמונת הרנטגן (כמו מרחק בין גלאי למקור וזווית הצילום) מתועדים, כמו

כן שמורה במאגר המידע גם תמונה חיצונית של מערך הבדיקה ביחד עם תמונת הרנטגן. זמן החשיפה מתועד אף הוא. מדידות של קוטר ועובי דופן הצינור בוצעו על תמונת הרנטגן ונשמרו גם הן כרשומות הניתנות להסרה מן התמונה המקורית. זמן החשיפה היה 3.54 שניות שהן 53 פולסים. מרחק הפאנל ממקור הרנטגן (Focal detector distance - FDD) היה 50 ס"מ וזווית השיקוף 90 מעלות. פנטרמטר מסוג EN13FE הושם כדי לוודא רגישות של 2 אחוזים (נראות החומר). קוביית ברזל הונחה כדי לשמש אומדן למידה. הפגמים בריתוך נראים בבירור.

בתמונה 2 ניתן לראות בבירור lack of root penetration בקצה העליון של הריתוך. בצד



תמונה 2: הלחמה אליפטית בצינור פלדה

שמאל למטה של הריתוך ניתן לראות בועות slag and undercut. הצינור הוא מפלדה 5355 וקוטרו החיצוני הוא 88.9 מ"מ בעובי דופן 3.2 מ"מ (סה"כ עובי דופן מצטבר של 6.4 מ"מ שנחדרו על ידי הרנטגן).

תמונה 3 מראה צינור בצורת T העשוי פלדת 5533 בקוטר 60 מ"מ. עובי הדופן הוא 2.9 מ"מ (עובי מצטבר של דפנות כ 6 מ"מ שנחדר על ידי קרני הרנטגן). החשיפה היא 4.3 שניות בלבד והמרחק בין המקור והגלאי הוא 50 ס"מ. זווית הצילום היא 90 מעלות והפנטרמטר שבו השתמשו הוא EN10FE, לוידי רגישות של 2 אחוז (נראות החומר). נראים פגמי slag, undercut בצד השמאלי העליון. כמו כן חוטי הפנטרמטר נראים בבירור במרכז התמונה.



תמונה מס' 3: בדיקת צינור פלדה בקוטר 60 מ"מ

רדיוגרפיה דיגיטלית בשטח - השלב השני

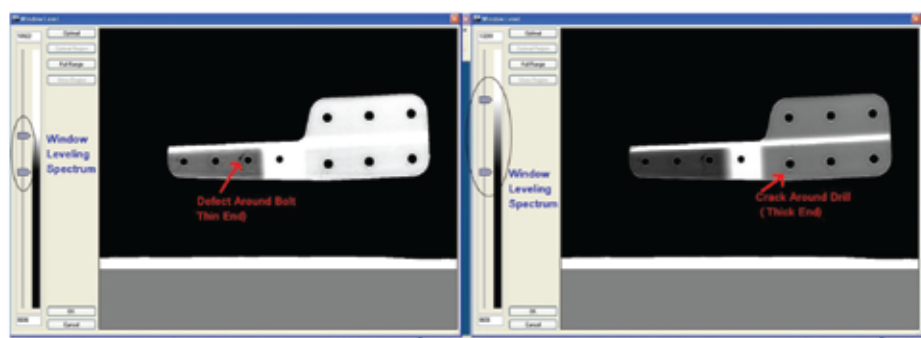
מבחן יעילותה של הרדיוגרפיה הדיגיטלית נמשך על ידי עריכת בדיקות בבתי הזיקוק של חברת TOTAL בצרפת. הניסוי נערך על מנת לבחון את היתרונות הטמונים בעריכת בל"ה באמצעות מערכת רדיוגרפיה דיגיטלית ניידת תוך שימוש במקור רדיואקטיבי (מסוג Ir-192).

המערכת שבאמצעותה נערכו הבדיקות היא מערכת ניידת foX-Rayzor עם Amorphous silicon Flat Panel (רק 13 מ"מ עובי) הייחודי מסוגו בעולם. הקריטריונים להצלחת הבדיקה היו זמן הנחת הפאנל והמקור בשטח כהכנה לצילום, הזמן שלקח לשקף את החלק וקבלת התמונה, איכות התמונות תוך השוואה לתוצאות הידועות המתקבלות בסרטי הצילום. המקור שעזמו נערכו הבדיקות היה איזוטופ מסוג 192 Ir, 16Ci. המרחק בין הגלאי למקור היה 50 ס"מ שהוא גם המרחק שבו מבצעים צילומים עם סרטי צילום. זמן החשיפה נע בין 8 ל-16 שניות. התמונות התקבלו על מסך מחשב נייד באופן מיידי בשטח, ללא צורך בפיתוח או סריקה. אין צורך להתפשר על איכות התמונה על מנת לנתח את התוצאות שכן ניתן לשקף את התמונות האיכותיות באופן מיידי בשטח. כמו כן, המערכת היא ניידת ונכנסת כולה במזוודה אחת ממוגנת. ניתן לנייד אותה לכל מקום באתר הבדיקה. הנחת הגלאי במקום הנדרש לעריכת הבדיקה נעשתה באמצעות כבלים ורגליות. בתמונה 4 נראית קלות העבודה עם המערכת הניידת בשטח בית הזיקוק.

המערכות הניידות של וידיסקו משלבות תמונות



תמונה 4: עבודה עם מערכת ניידת של וידיסקו בשטח בית הזיקוק



תמונה 5: מסך WINDOW LEVELING

(AVERAGING). רמת הניתוח שהבודק יכול לבצע בשטח באמצעות שימוש בכלים הללו עולה משמעותית. לכן ההחלטות המתקבלות על סמך ניתוח התוצאות הן איכותיות יותר. המפעיל יכול להבחין מיידית באיכות התמונה והמידע שהיא מכילה.

בחינת התמונה בתחום הדינאמי הנדרש

כלי ה-Window Leveling מאפשר לבודק בל"ה לנצל בצורה הטובה ביותר את התחום הדינאמי שמתאפשר בעבודה עם רדיוגרפיה דיגיטאלית. הגלאי השטוח מאפשר תחום דינאמי של 14 ביט שהם 16,384 רמות אפור של מידע בתמונה. מסך מחשב רגיל מראה רק 256 רמות אפור. הכלי האמור מאפשר להתבונן בטווח הנדרש לניתוח המידע הרצוי. ניתן להאיר או להכהות את התמונה ובכך לחשוף בכל פעם טווח אחר של רמות אפור ולאפשר נראות של מידע מסוים על מסך 8 ביט.

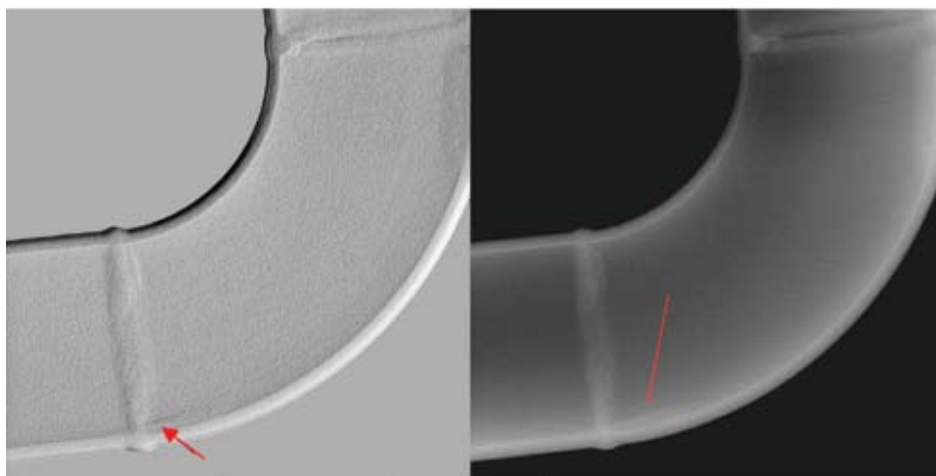
תמונה 5 נראה כלי Window Leveling בפעולה. בתמונת הרנטגן של צלע כנף של מטוס העשויה אלומיניום. ניתן להתבונן בטווחים שונים ובכל לחשוף פגמים במקטעים שונים של הצלע שלהם עוביים שונים. כך נראה גם הסדק בצד העבה יותר של הצלע (התמונה הימנית) וגם הפגם בקידוח בצד הדק של הצלע (התמונה השמאלית).

חדות תמונה

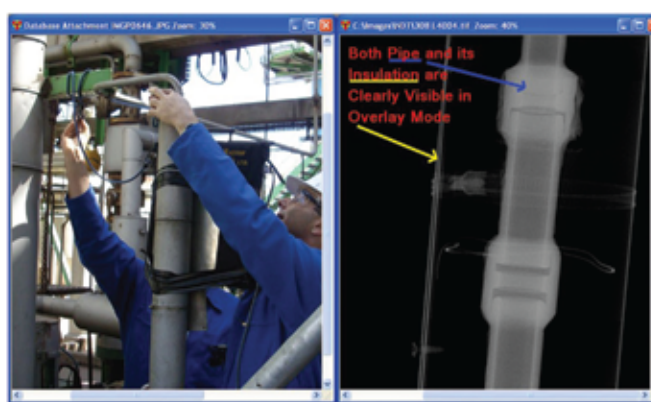
כלי חדות תמונה SHARPENING ייחודי שפותח על ידי חברת וידיסקו הוא בעצם אלגוריתם מתוחכם המחדד את התמונה תוך יצירת רעש מינימאלי. הכלי מאוד שמיש בעבודה בשילוב עם מקור גמא בו נוצרת קרינה לכל הכיוונים ולכן איננו מספק תמונות חדות (בעל נקודת מיקוד רחבה במיוחד). בחדות מוגברת נראים פגמים שאינם נראים בתמונה מטושטשת. בדרך כלל תמונות המתקבלות בצילום במקור מסוג Ir-192 אינן חדות במיוחד בשל BACKSCATTERING הרב שנוצר בעקבות השימוש באנרגיה גבוהה. לכן הכלי עוזר לחדד תמונה לעריכת ניתוח תוצאות מדויק יותר.

הבלטה

אלגוריתם ההבלטה בתוכנה של וידיסקו מתרגם את רמות האפור בתמונת הרנטגן לרמות עומק בתלת מימד ליצירת אפקט של הטבעה תלת



תמונה מס' 6: אפקט הבלטה בהשוואה לתמונת רנטגן רגילה



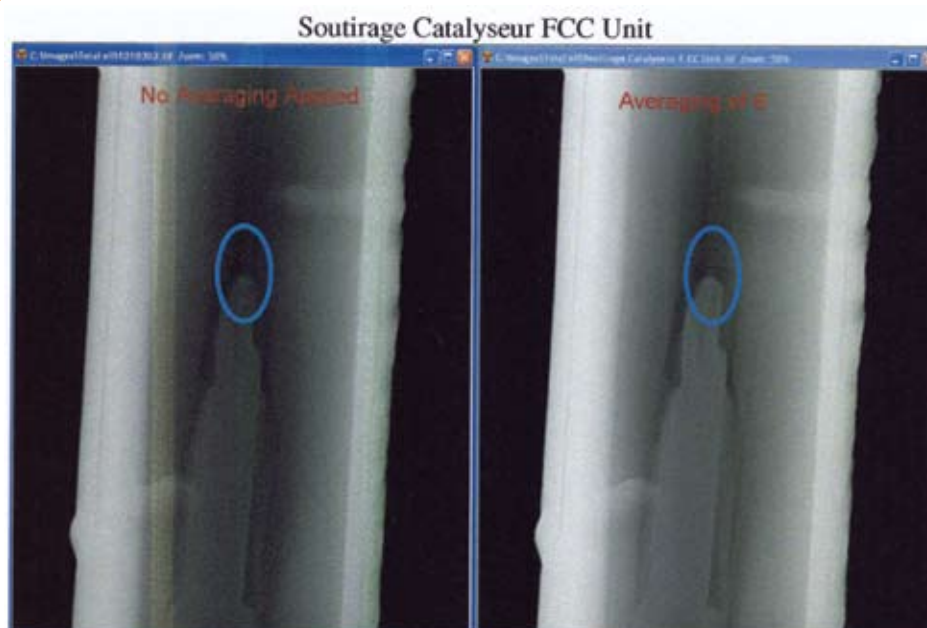
תמונה מס' 7: תמונת שכבות משולבת של צינור מבודד



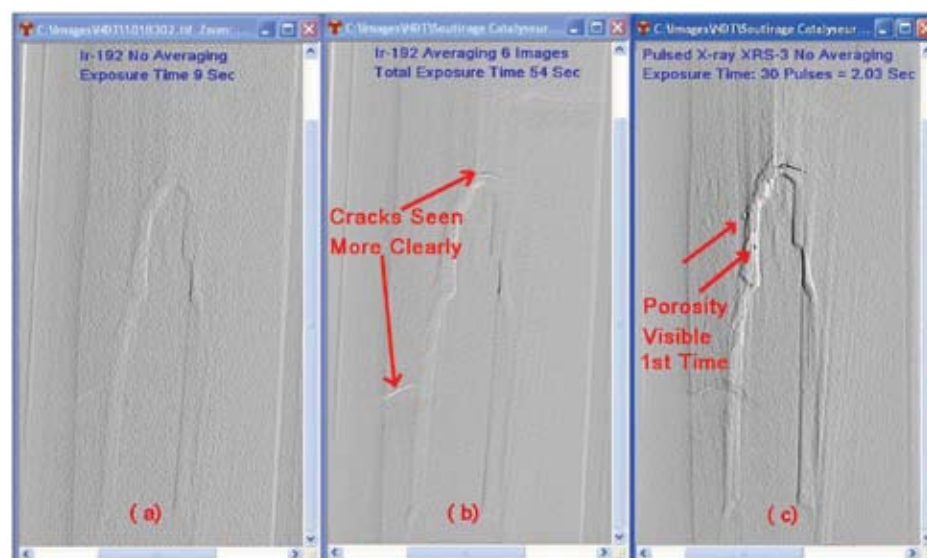
תמונה מס' 8: תיעוד תמונת שכבות ותמונה חיצונית תואמת במאגר המידע

המסייעים לניתוח המקצועי ביותר. הכלים בהם נעשה השימוש הכי תחוף בשטח הם Window Leveling (בחינת התמונה בתחום הדינאמי הנדרש), חדות תמונה, הבלטה (EMBOSS), שכבות, כלי מדידה (עובי דופן) וממוצע תמונות

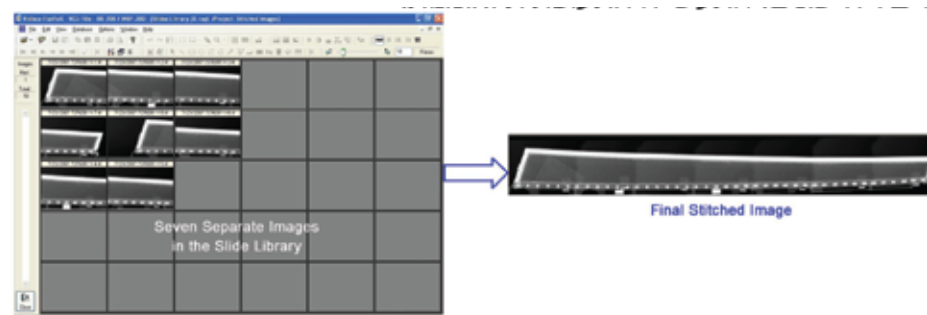
איכותיות יחד עם זמנים קצרים להשגת תמונת רנטגן ותוכנה מובילה לניתוח התוצאות. באמצעות תוכנת FlatfoX ניתן לנתח באופן מקצועי ומדויק את התוצאות כבר במקום עריכת הבדיקה. התוכנה נוחה למשתמש ומספקת כלים גרפיים מובילים לעיבוד תמונה



תמונה 9: ממוצע תמונה



תמונה 10: השוואה בין תמונות של מקור רנטגן פולסים מסוג 3 - XRS ובין תמונות של מקור קרני גמא 192



תמונה 11: 7 חלקים של מדף של מטוס והתמונה התפורה של האובייקט השלם

ממדית במתכת. באמצעות כלי זה קל יותר לראות פגמים בצינורות כמו חלודה, חמצון ובוטות אור.

תמונה 6 מדגימה כיצד אפקט ההבלטה (צד שמאל) מבליט במיוחד חומרים שקועים בתחתיתו של צינור פלדה בקוטר חיצוני של 3.5 אינץ'. בלחיצה קלה על העכבר משתנה התמונה באופן מיידי ומאפשרת ניתוח בנוחות.

שכבות OVERLAY MODE

כלי השכבות מאפשר שילוב של שני תמונות המונחות אחת על גבי השנייה. כלי זה משמש בעיקר לצפייה על אובייקט העשוי מחומרים שונים. מצלמים שתי תמונות רנטגן בחשיפות שונות, בהתאם לעוביים השונים של החומרים ומשלבים את התמונות לתמונה המבליטה את כל סוגי החומרים באובייקט. כך ניתן לראות היטב חומרים בעוביים שונים בתמונה אחת.

בתמונה 7 נראים בבירור הן הצינור והן הבידוד שלו. ההבדלים בעובי הצינור ועובי החומר ממנו עשוי הבידוד מקשים לראות היטב את שני החומרים בחשיפת רנטגן אחת בלבד. התמונה הראשונה צולמה בחשיפה של 3 שניות בלבד בכדי לחדור את הבידוד הדק. אחר כך צולמה תמונה נוספת בחשיפה של 10 שניות כדי לחדור את הצינור. באמצעות כלי השכבות שולבו התמונות. הנחתן אחת על השנייה היא אוטומטית ומדויקת ביותר. כעת נראים כל הפרטים בבירור. מצד שמאל נראית התמונה החיצונית המתעדת את נקודת הבדיקה המדויקת.

תמונה 8 מדגימה כיצד מתקיים תיעוד מדויק של נקודות בדיקה במאגר המידע שמצוי במחשב הנייד הנמצא בשטח. בבדיקות בתחזוקה נקודות הבדיקה של צינורות הן קבועות והבל"ה מתבצעת בתדירות קבועה לפי דרישות האחזקה. לכן חשוב לתעד את נקודות הבדיקה המדויקות ואת תוצאות הבדיקה, בכדי לעקוב ביתר דיוק אחר מצבו של הצינור. בתמונה ניתן לראות תיעוד הן של התמונה וכן תיעוד מיקום הבדיקה המדויק באמצעות תמונה חיצונית. בעתיד יהיה ניתן לחזור על אותה בדיקה בדיוק רב.

כלי מדידה (עובי דופן)

בתוכנה קיים כלי מדידה נוח למדידת עובי דופן של צינורות. הכלי בא לידי שימוש בעיקר בכדי לעקוב אחרי שחיקה בדפנות הצינור.

טבלה 1: השוואת זמני חשיפה

צינור שנבדק	קוטר	חומר	עובי דופן	תוכן נוזלי	חשיפה עם מקור Ir-192	
					סרט צילום - זמן חשיפה ללא זמן פיתוח**	foX-Rayzor זמן חשיפה
					3 דקות	30 שניות
צינור כיבוי אש	208 מ"מ	st 35	7.2 מ"מ	אין	30 שניות	70 פולסים (כ-3.4 שניות)*
פרופיל סיבי זכוכית	700 מ"מ	סיבי זכוכית	בערך 25 מ"מ	אין	15 דקות	20 שניות
צינור מים תהליכי	150 מ"מ	ss2343	דופן אחת 6 מ"מ	מים	בערך שעה	50 שניות
מתקן קירור בקיטור	250 מ"מ ובידוד	10CrMo	דופן אחת 40 מ"מ	אין	בערך 20 דקות	30 שניות
צינור קיטור בלחץ נמוך	400 מ"מ ובידוד	st 35	12 מ"מ	אין	10 דקות	15 שניות
צינור בוצה	80/100 מ"מ	ss 2343	6 מ"מ	בוצה		

בזמן חשיפה של 9 שניות (זמן כולל 54 שניות). ניתן להשוות את התוצאה לתמונה בודדת שנראית בצד שמאל. התמונה הימנית שהיא תוצאה של מיצוע אוטומטי הנשלט על ידי התוכנה, התמונה נקיה יותר והסדק במרכז התמונה נראה בבירור רב יותר.

ניסוי משולב

צינור חתוך הובא למעבדה מבית הזיקוק על מנת להשוות בין היעילות של מקור רנטגן פולסים ומקור קרני גמא. בתמונה 10Error! Reference source not found. נראית בצד ימין תמונת רנטגן שצולמה עם מקור רנטגן פולסים מסוג 3 - XRS בעוצמה של 270kV לבין תמונות שצולמו עם איזוטופ IR 192. התמונה של מקור הפולסים חדה יותר וזאת בזמן חשיפה קצר יותר. רק חשיפה אחת נדרשה להשגת תמונה חדה ומפורטת עם מקור פולסים (c). איכותה של התמונה שצולמה במקור פולסים גבוהה יותר מפילו ממיצוע של 6 תמונות של מקור קרני גמא (b) ובודאי שמאפילה על התמונה המטושטשת היחידה של המקור הרדיואקטיבי (a).

אפקט ההבלטה מדגיש כי פגמים חדשים נגלים לעין בתמונה של מקור הפולסים (c). התמונה בצד שמאל (a) היא תוצאה של חשיפה יחידה של 9 שניות עם מקור קרני גמא. התמונה המרכזית (b) היא ממוצע תמונה אוטומטי של 6 תמונות שכאלה בזמן חשיפה כולל של 54 שניות (6 כפול 9) עם מקור קרני גמא. התמונה השמאלית (c) היא תוצאה של חשיפה יחידה עם מקור פולסים מסוג 3 - XRS באורך של 2.03 שניות בלבד. לא רק שמקור הרנטגן הוא בטוח יותר לשימוש ממקור רדיואקטיבי, גם זמן החשיפה הכולל לקרינה מייננת קוצר.

השוואת זמני חשיפה

רדיוגרפיה דיגיטאלית זמינה למבצעי בל"ה כבר כמה שנים. כדי להשלים את תמונת היכולות שטכנולוגיה זו מאפשרת בבדיקת צינורות, להלן תוצאות של זמני חשיפה כפי שנאספו על ידי ספק שירותי בדיקות בל"ה גדול בפנילנד.

בטבלה 1 ניתן לראות השוואה של זמני חשיפה בביצוע בדיקות לצינורות בגדלים שונים העשויים מחומרים שונים. הטבלה מראה השוואת זמני חשיפה הנדרשים לעריכת בדיקות עם סרט צילום וזמני חשיפה כפי שנדרשו לעריכת בדיקות עם מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת. כל הבדיקות נערכו עם מקור קרני גמא, איזוטופ IR 192.

ממוצע תמונה

כלי ממוצע תמונה מאפשר לשלב בין שתי תמונות שונות ויותר של אותו אובייקט על ידי ביצוע מיצוע ברמת הפיקסלים של התמונות. הפונקציה של ממוצע תמונה היא אוטומטית ומאפשרת למשתמש לקבוע מראש כמה תמונות הוא רוצה למצע. התמונות מצולמות אחת אחרי השנייה והמיצוע נערך מיד עם תום הצילום. התוצאה היא נקייה יותר (פחות רעש בתמונה) ולכן ייראו בה פרטים עדינים וקטנים יותר.

בתמונה 9 ממוצע התמונה בצד ימין מבוסס על 6 תמונות שכל אחת נלקחה



מעבדה מוסמכת ע"י הרשות להסמכת מעבדות Nadcap (MTL) וע"י (ISO 17025) לבדיקות חומרים ומטלורגיה

בדיקות חומרים בתחומים שונים

- בדיקות מטלורגיות, צילומי חיקור-מבנה ובדיקות ציפיים.
- בדיקות תכונות מכניות: חוזק למתיחה, כפיפת, קושיות וחיקור-קושיות.
- אנאליזה כימית לחומרי גלם.
- בדיקות עמידות לקורוזיה - תא מלח ותא לחות.
- הסמכות ובדיקות ריתוך.
- בדיקות שוטפות של חומרים כגון: צינורות, יציקות, חישולים.
- בדיקות רפליקה ללא הרס (מטלורגיה שדה) להערכת נזקי זחילה וקורוזיה
- בדיקות קשיחים - תכונות מכניות ומטלורגיות.
- איקא מעבדות (2006) בע"מ

ח.ד. 167, נשר-חל חנן 36601 דרך בר יהודה 52 נשר
טל: 04-8211631 פקס: 04-8211637
www.ikalabs.co.il info@ikalabs.co.il



NONDESTRUCTIVE TESTING INSTRUMENTS

סדרת EPOCH™ 1000

מכשירי בדיקה אולטרסוניים מתקדמים עם הדמיית Phased Array

תכונות המכשיר הקובנציונאלי ב-UT

- תצוגת VGA מלאה המתאימה לעבודה באור שמש
- תצוגת A SCAN משופרת
- התאמה לדרישות EN12668-1
- מאפשר סריקה מהירה (6 PRF KHz)
- דירוג IP66 עבור בתנאי סביבה קשים
- מקלט דיגיטאלי בעל טווח דינאמי רחב

חבילת הדמיית PA

- שיפור ביעילות הבדיקה
- תצוגה וכויל נוחים למשתמש
- ללא פשרות של מכשיר UT קובנציונאלי
- אמין יותר גם לבדיקות רגילות
- מעבר מהיר ממצב בדיקה UT רגילה למצב בדיקה ב-PA
- כיוול בודד לתצוגת A SCAN במצב בדיקה של מספר זוויות



Our
Most Affordable
Phased Array
Flaw Detector



סדרת Nortec® 500

מכשירי זרמי ערבולת

סדרת מכשירי זרמי ערבולת Nortec 500, מאפשרים בדיקה בתדירות אחת או בתדירות כפולה, בדיקת מוליכות, בדיקת עובי ציפוי, ובדיקת קדחים עם סורק. הם כוללים מסך VGA מלא, USB ומגבר - 14DB

תוכנת FlatfoX מאפשרת באמצעות כלי חדש שנוסף לה לאחרונה לחבר בין תמונות באופן אוטומטי. כלי חיבור התמונות (תפירה באנגלית) מאפשר חיבור בין כמה תמונות ליצירת תמונה גדולה וכוללת של אובייקט גדול. כלי זה שימושי לבדיקת אובייקט שהוא גדול יותר מן הפאנל השטוח, כמו למשל מדף של מטוס או צינור ארוך. טכנאי בל"ה מצלם אזורים שונים של האובייקט הנבדק ויכול לנתח כל איזור בנפרד, אך כעת מתאפשר גם מבט כולל על האובייקט בלחיצת כפתור. הליך תפירת החלקים ליצירת השלם הוא אוטומטי לחלוטין והממשק נח לשימוש. להלן דוגמאות לשימוש בכלי חיבור התמונות החדשני בשני תחומי בל"ה שונים: התעשייה התעופתית ואומנות.

בתמונה 11 נראים שבעה חלקים של מדף של מטוס. החלקים צולמו בנפרד באמצעות גלאי Flat foX-17 סיליקון אמורפי שטוח של וידיסקו המותקן במעבדת התעשייה האווירית. בצד

ימין נראית התמונה של המדף השלם שנוצרה באמצעות כלי חיבור התמונות.

סיכום

מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית המבוססת על פאנל AMORPHOUS SILICON שטוח הוכיחה כי היא יעילה בביצוע בל"ה מפני שהיא מציעה פתרונות מעשיים לבדיקות הן במעבדה והן בשטח. בבית הזיקוק נדרשו רק 3 שעות על מנת לערוך בדיקת במערכת דיגיטאלית ניידת בעשר מקומות. בדיקה דומה באמצעות סרטי צילום או טכנולוגיות חלופיות הדורשות פיתוח וסריקה הייתה יכולה לקחת יותר מיום. זאת על מנת לפתח את הפילם ולבצע את הניתוח הנדרש, כך שנוסף זמן רב עד לקבלת התוצאות.

לא רק שזמן הבדיקה עם המערכת הדיגיטאלית הניידת קוצר משמעותית, לא נדרש זמן שבו המפעל מושבת ואיכות התמונות שהתקבלו הייתה ידועה לבודקים מיד עם צילומן. לא

היה צורך לשוב לביצוע בדיקות נוספות או חוזרות שכן אם התרחשה טעות במיקום נקודת הבדיקה היה יכול הבודק לתקנה מיד (שכן התמונה מתקבלת על המסך לאחר שניות ספורות בלבד). כך הושגו תמונות באיכות גבוהה ובמיקום מדויק עוד בשטח, תוך כדי עריכת הבדיקה התקבלו התוצאות הרצויות.

במעבדות במוזיאון ובתעשייה האווירית מקלה המערכת הדיגיטאלית הניידת על ניתוח תוצאות באמצעות כלי תוכנה מתוככמים לעיבוד תמונה. התוצאות מיידיות ובאיכות הגבוהה ביותר.

מסקנה: רדיוגרפיה דיגיטאלית מאפשרת לבדוק בל"ה השגת תוצאות טובות בזמן קצר יותר תוך העלאת איכות הניתוח של תוצאות אלו. ספקי שירות בל"ה יכולים לתת ללקוחותיהם שירות טוב יותר בעלות נמוכה יותר. רווחיהם של ספקי השירות לפיכך עולים ובטיחות ביצוע הבדיקות משתפרת.

Quantitative Acoustic Emission Non-Destructive Inspection Method for On-Line Monitoring of Critical Components and Structures in Fossil Power and Petrochemical Industries

/Dr. Boris Muravin, Prof. Gregory Muravin, Dr. Ludmila Lezvinsky Senior Scientist
Head of Inspection Group Margan Physical Diagnostics Ltd., Netanya Israel

תקציר

רבות משיטות ה-NDT, כולל מספר שיטות מתקדמות של אולטרא סוני, רדיוגרפיה וזרמי ערבולת פותחו לבדיקה של שלמות מבנית. על אף יתרונותיהן הרבים, שיטות אלה בדרך כלל ישימות רק באופן מדגמי, בזמן שהרכיב כבוי, לא ניתן להשתמש בהן לניטור בזמן פעולה, ובעלות יכולות מוגבלות בזיהוי והערכה של פגמים.

במאמר זה מוצגת שיטת בדיקה לא הורסת באמצעות פליטה אקוסטית. שיטה זו מבוססת על התופעה הפיזית של פליטת גלי לחץ המתרחשת בעת עוות מקומי של חומר והתפשטות הפגם. שיטה זו מאפשרת:

- בדיקה של מבנים בזמן פעולה רגילה
- גילוי מדויק של פגמים, הערכת מיקומם, זיהוי סוג הפגם והערכתו בקריטריונים של מכאניקת השבר
- ניטור התפתחות פגמים בתנאי עבודה אמיתיים
- בדיקה כללית ובזמן פעולה של רכיבים ומבנים קריטיים מהווה כלי מיוחד לניהול המפעל. הבדיקה מאפשרת:
- שיפור הבטיחות והפחתה בסיכון כשל לא צפוי
- הפחתת ההפוגה בין הדממות
- איתור רכיבים פגומים לפני ההדממה
- הורדת העלויות הקשורות לבניית פיגומים ולהסרת בידוד
- כיוון שיטות NDT אחרות, בעת הצורך, לאזורי התפתחות הפגמים
- זיהוי של בעיות תפעול ספציפיות, מכאניות או הקשורות לבקרת תהליך, הגורמות ליצירת פגמים

במאמר מוצג יישום של שיטת הפליטה האקוסטית, ומחקרים בנוגע להערכה בזמן פעולה של רכיבים ומבנים קריטיים כולל ציוד לייצור אנרגיה גבוהה וצנרת בתעשיות אנרגיה גרעינית, ופטרולימיה.

על בדיקת כוחם של חיבורים חזקים במיוחד

György Posgay Lajos Imre Zoltán Marek Norbert Takacs Metalelektro Ltd ÉMI-TÜV Bayern Ltd
תרגום ועריכה: מעין שנדרוביץ, רונית גלעד, ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון

תקציר

במאמר זה מתוארת שיטה לבדיקת כוחם של ברגים חזקים במיוחד, על ידי שימוש בשיטת ה-MBN - Magnetic Barkhausen Noise - רעש מגנטי על-שם בארקהאוזן (רמ"ב). נמצאה התאמה בין כוח הגוף של הבורג לבין הלחץ על ראשו, שיכולה להפחית את מדידת כוחו של הבורג למדידת הלחץ על ראשו. מפותח תהליך לכייל את אביזר הרב"מ לגבי סוגים שונים של ברגים. בשמונה השנים האחרונות למעלה מ-5,000 ברגים נוסו ונבחנו בטכניקה זו. מילות מפתח: בורג, לחץ, עומס.

1 הקדמה

ברגים חזקים במיוחד יוצרים מחברי-סגירה בעזרת חיכוך בין האלמנטים המחוברים, בניגוד למסמרות. כוח החיכוך תלוי בכוח הגוף של הבורג עצמו. על מנת לשמור על בטיחות מבנה חיבור זה, חשוב מאד שיהיה כוח גוף ידוע. היחס בין כוח הגוף לבין המומנט המופעל נקבעת לפני הבנייה בפועל.

לאורך תהליך הבנייה הפרמטר היחיד הנמדד הוא המומנט המופעל על הגוף. בבדיקות תקופתיות שיטת מדידת כוח הגוף מבוססת (בהתאם לסטנדרטים הרלוונטיים של ה-DIN) על התאמה בין רמת הסיבוב הנוסף שמעניקים לבורג והמומנט הפועל עליו.

מתוך ניסיון, ניתן להעלות את הטיעונים הבאים כנגד שיטה זו: היא פוגעת בציפוי המגן מפני קורוזיה של הבורג, דורשת מערכת פיגומים ויכולה למדוד רק חלק קטן מהבורג.

בעיה חמורה נוספת היא שהמומנט אינו תלוי רק בכוח הגוף, אלא גם במקדם החיכוך בין האוס לגוף הבורג, ובין האוס לדיסקית. לאורך חייו של מבנה ערכו של מקדם החיכוך גדל בשיעור ניכר בשל קורוזיה. משמעות הדבר שעבור כוח גוף מסויים נדרש מומנט גבוה יותר מאשר בעת הבנייה. תוצאות הניסויים שערכנו

חשבנו שזו שיטה המתאימה לבדיקת כוח גוף.

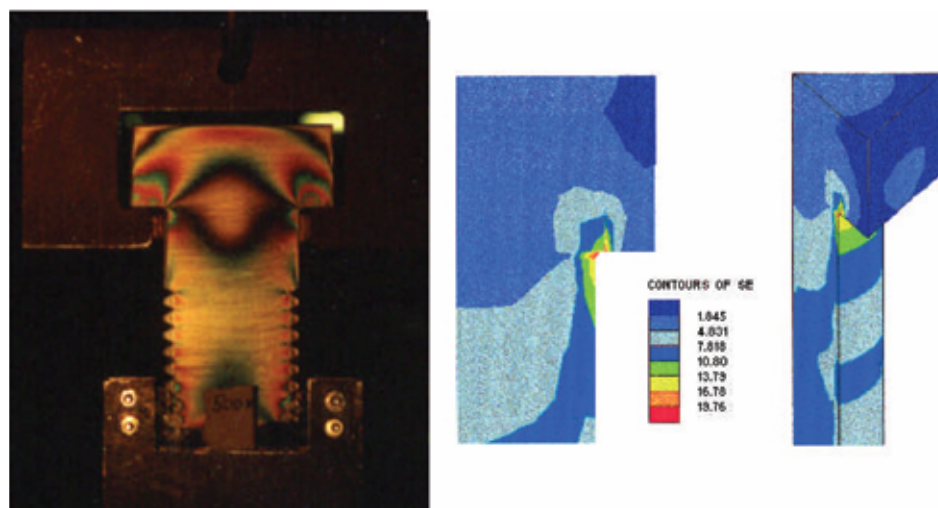
2 קורלציה בין כוח גוף לבין העומס על ראש הבורג

התיאוריה שלנו גורסת כי עומס מתיחה על הגוף גורמת עומס דחיסה פרופורציוני על ראש הבורג. כדי לבדוק תיאוריה זו, ערכנו מדידות באמצעות שיטת finet element, המודל הפוטו-אלסטי, מודדי עומס (strain gauges) ו-MBN.

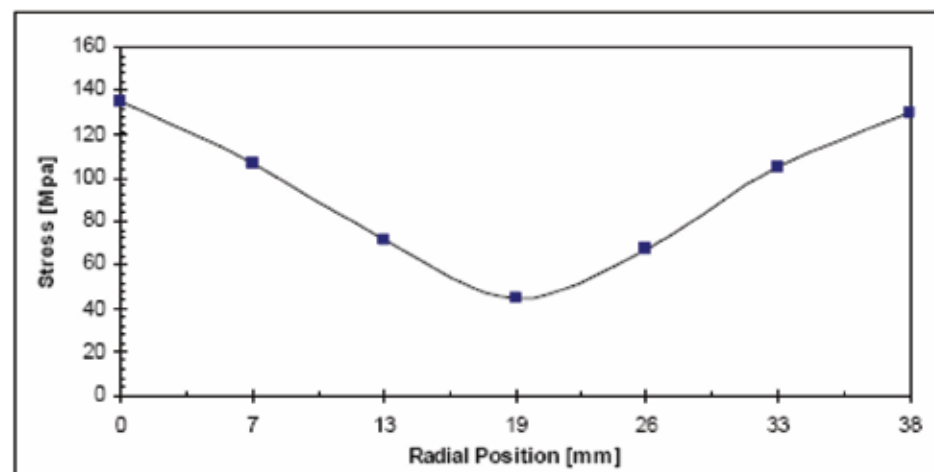
מראות כי כוח גוף מסויים יכול להגיע למומנט גבוה יותר ב-30 עד 50 אחוז בברגים שפורקו מגשר בין 25 שנה, לעומת חדשים.

בשל החסרונות שלעיל, נדרשת שיטת אל-הרס שתאפשר מדידה של כוח הגוף (ולא של המומנט המופעל) ישירות לברגים רבים, ללא גרימת נזק לציפוי ההגנה.

טכניקת הרעש המגנטי של בארקהאוזן (MBN) נמצאת בשימוש רחב בבדיקות עומס [1-3], ולכן



תרשים 1. מודלים פוטו-אלסטיים ועל פי אלמנט פינט של החיבור.



תרשים 2. מצב הלחץ על ראש החיבור במוקדים שונים. (כפי שנמצא באמצעות מודל פוטו-אלסטי)

2.1 חישובים שנעשו על מודלים

מודל שיטת האלמנט פיינט מוצג בצדו הימני של תרשים 1. התוצאות חוזות לחץ דוחק ברמה של 110MPa על ראש הבורג בעת הפעלת כוח הגוף המוסכם (220kN). תוצאות אלו נבדקות באמצעות מד עומס הממוקם במרכז הראש. העומס הנמדד הוא בקירוב 100MPa.

על מנת לחקור את כלל מצב העומס של הבורג יצרנו מודל פוטו-אלסטי (מוצג בצדו השמאלי של תרשים 1). כל תוצאות המודל הראו כי במרכז ראשו של הבורג קיים אזור של לחץ דוחק, שעוצמתו עומדת ביחס ישר לכוח הגוף. קשר זה הנו די בלתי תלוי באורך גוף הבורג, או במיקום האוס.

את מוקד הלחצים ניתן לראות בתרשים 2, כפי שנקבעו על ידי המודל הפוטו-אלסטי.

במטרה לבדוק תוצאות אלה ערכנו מדידות באמצעות מדי עומס. שני מדי ציר מוקמו במרכז ראש הבורג. מימדי מדי העומס היו 3.5x3mm. את הלחץ שנמדד ניתן לראות בתרשים מספר 3. בעומס מקסימאלי נמדדו במרכז ראש הבורג לחצים של 100MPa בשני הכיוונים.

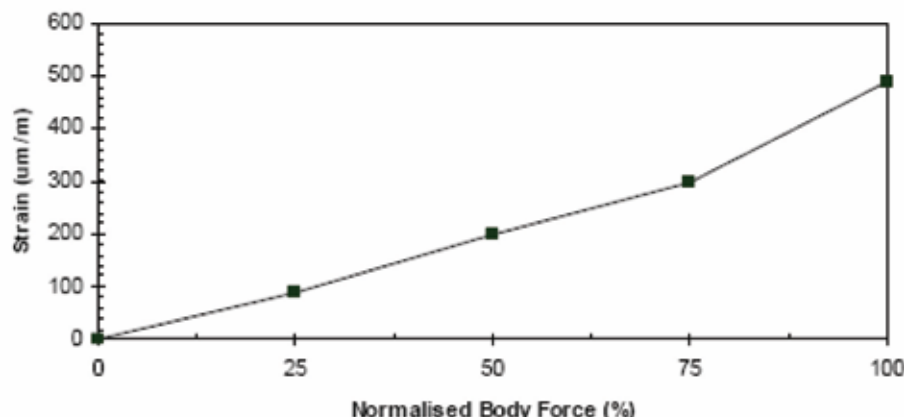
2.2 משתנים המשפיעים על יחס ההתאמה

במקרה של הנחה לא סימטרית של הבורג ייתכן ותהיה הפרעה לחלוקת העומס על ראש הבורג. ניתן לפצות על אפקט זה באמצעות מדידה בשלושה כיוונים. באמצעות המודל הפוטו-אלסטי נבדקה התלות של חלוקת הלחץ באורך הבורג המועמס. התוצאות אליהן הגענו הדגימו כי אם אורך הבורג גדול יותר מרוחבו, אזי חלוקת הלחץ הנה בלתי תלויה במיקום האוס.

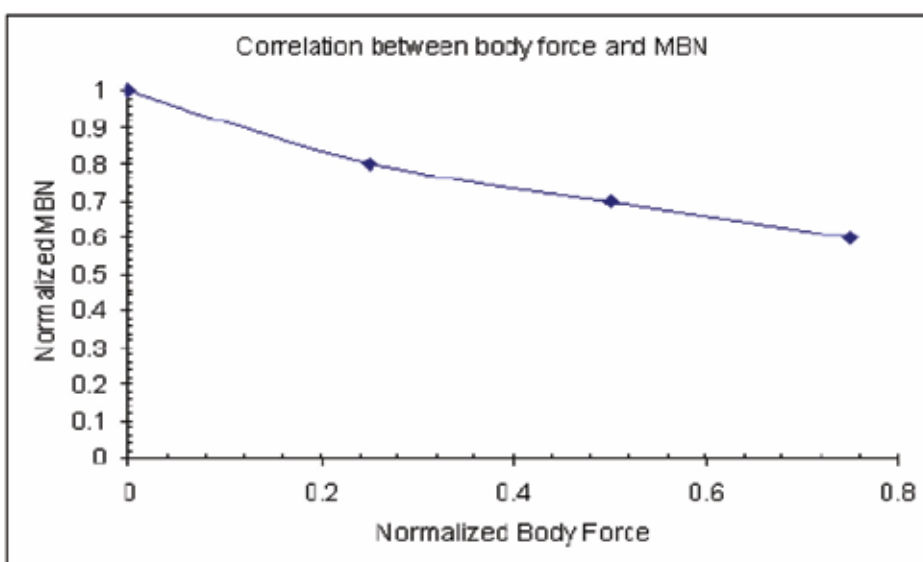
2.3 מדידת בארקהאוזן

תוך שימוש בתוצאות שלעיל, ניתן להפחית את מדידת כוח הגוף למדידת העומס על ראש הבורג בלבד. נערכו ניסויים בברגים מסוגים שונים, למדידת ערך ה-MBN כפונקציה של כוח הגוף. בתרשים 4 ניתן לראות את התוצאה עבור סטנדרט 7990DIN 10.9 בחוזק 24M על בורג באורך 90 מ"מ.

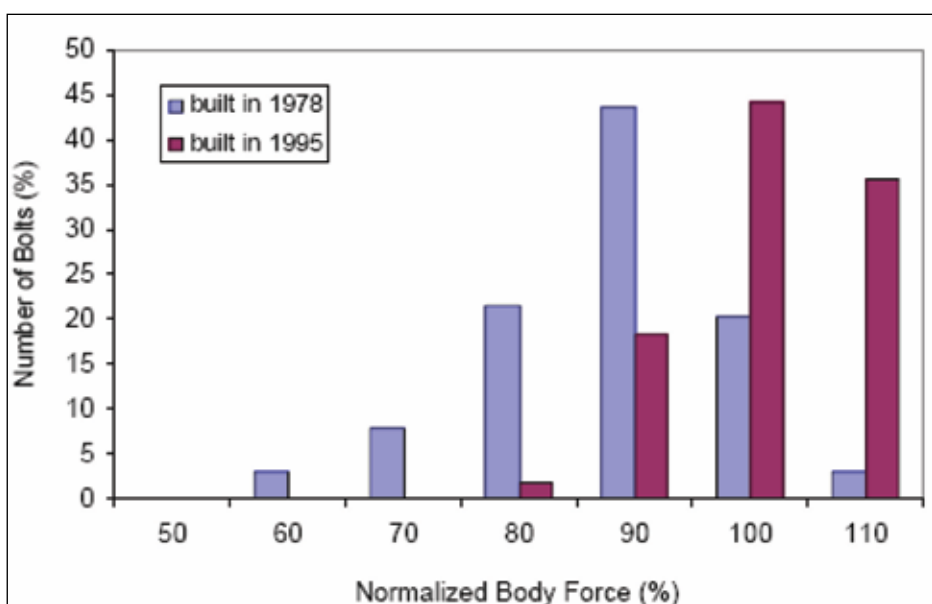
כפי שניתן לראות בתרשים 5, אות ה-MBN הופחת במרכז ראש הבורג. הדבר מעיד על כך שהראש היה נתון ללחץ מעיכה כתוצאה מכוח העולה של הגוף. תוצאות אלו עולות בקנה אחד עם תוצאות המודל. המדידות, שנערכו על סוגים שונים של ברגים הראו כי ערך ה-MBN עבור כוח מסויים הנו בין 45-60% בהשוואה למצב ללא כוח.



תרשים 3. הלחצים שנמדדו על מרכז הראש כפונקציה של מידת כוח הגוף (נמדד באמצעות שיטת מדי הלחץ).



תרשים 4. עקומת כיוול אופיינית למדידות MBN.



תרשים 5. תוצאות מדידות שנערכו בשני גשירים. חלוקת הכוח מוצגת הן עבור הגשר הישן (נבנה ב-1978) והן עבור החדש (נבנה ב-1995).

4 סימוכין

1 Gy. Posgay, P. Molnár, L. Imre, Z. Marek, 15th Symposium Danubia-Adria, 1998, pp.77-78.

2 Gy. Posgay, L. Imre, "Stress examination of bridges using Barkhausen noise

measurement", 6th ECNDT Nice, 1, pp.297-301, 1994.

3 Jagdish C; "The influence of stress on surface Barkhausen noise generation in pipeline steels", IEEE Trans. Magn. 25, 5 pp3452-3454, 1989.

המחברים:

György Posgay, Metalelektro Ltd., Borszék köz 13., Budapest, 1119, Hungary,

tel: +36-1-371-22-94, fax: +36-1-371-22-92, e-mail: posgay@mail.metalelektro.hu

Lajos Imre, ÉMI-TÜV Bayern Ltd., Diószegi u. 37, Budapest 1113, Hungary,

tel: +36-1-466-99-25, fax: +36-1-466-99-25, e-mail: imrel@emi-tuv.hu

Zoltán Marek, Metalelektro Ltd, Borszék köz 13, Budapest 1119, Hungary,

tel: +36-1-371-22-99, fax: +36-1-371-22-92, e-mail: marekz@mail.metalelektro.hu

Norbert Takács, Metalelektro Ltd., Borszék köz 13, Budapest, 1119, Hungary,

tel: +36-1-371-22-98, fax: +36-1-371-22-92, e-mail: takacs@metalelektro.hu

במטרה להדגים יישום מציאותי, נבחר גשר בין 25 שנה ובו 1127 ברגים חזקים במיוחד. ערכי כוח הגוף שהוגדרו באמצעות שיטת מדידת המומנט, הושוו לתוצאות שהושגו באמצעות ה-MBN. התוצאות מוצגות בתרשים 5. ניתן לראות כי חלוקת כוח הגוף הנורמלי יורדת ל-85-90% מהערך המוסכם. ניתן להסביר זאת על ידי טכניקות הרפיה של המבנה. השיטה המסורתית, לעומת זאת, מסוגלת לזהות רק כוחות גוף נמוכים במיוחד.

על מנת לקבוע את מידת הדיוק של השיטה, השווינו את התוצאות עם תוצאות תהליך קלאסי של סיבוב נוסף. דיוק השיטה הנו +15%/- חשבון לציין כי גם השיטה הקלאסית מכילה חוסר ודאות בשל השינויים במקדם החיכוך (כפי שתואר לעיל).

3 מסקנות

כתוצאה ממדידותינו ניתן להסיק כי שיטת המומנט המסורתית אינה מדויקת, מפני שקיום של המומנט הנחוץ אינו מעיד בהכרח על קיום כוח הגוף הנחוץ. לעומת זאת, שיטת ה-MBN מכוילת ישירות לכוח הגוף, ולכן כוח הגוף נמדד בדיוק וללא תלות במקדם החיכוך. יתרון נוסף של שיטה זו הוא שאינה פוגעת ביחסי הבורג-אום, אינה פוגעת בציפוי מונע הקורוזיה ואינה מצריכה הקמת פיגומים.

קיימים מספר גורמים המשפיעים על ההתאמה בין ה-MBN לכוח הגוף. עובדה ידועה היא כי מדידות ה-MBN רגישות לעומסים המופעלים והשינויים. אי לכך, פיזור של עומס שיורי עשוי להשפיע על ערכי ה-MBN. למזלנו, השלב האחרון בייצור הברגים הנו טיפול בחום הנועד לשחרור לחץ. לכן פיזור של עומס שיורי באותו סוג של ברגים אינו גדול במיוחד.

גורם חשוב נוסף הוא הציפוי מונע הקורוזיה. עוביו של זה יכול להגיע ל-0.2-0.5 mm, ולרוב משתנה מאד בין ברגים שונים. לכן מכשיר ה-MBN (שנראה בתמונה 4) צריך להכיל יחידה שתפצה על מרווח אויר, ותוכל להגביר או להנמיך את רמת העירור בהתאם למרווח האוויר בין שטח פני הבורג ולבין רכיב העירור.

על מנת להשיג מגע טוב בין גשש (probe) הבדיקה לראש הבורג הנבדק, דרוש עיצוב של חיישן גמיש. עיצוב זה חשוב מפני שלא תמיד צורת ראש הבורג אחידה.

לכל סוג בורג הרכב כימי שונה, ועל-כן יש לבצע כיול של המכשיר עבור כל סוג בורג. שיטת הכיול היא כלהלן. תא מודד כוח מונח בין שתי הדיסקיות. כוח הגוף מופק על ידי סיבוב של האום. ערך ה-MBN נמדד על ראשו של הבורג בשלושה כיוונים בדרגות שונות של כוח גוף. בדרך כלל הכוח הנע בין 0 ל-110% מכוח הגוף המוסכם, מחולק לארבעה עד שמונה חלקים. עקומת הכיול האופיינית מוצגת בתרשים מס' 5.



קורס לבדיקות בטכנולוגיות מתקדמות בסין

נעשה שימוש כיום בסין, מקורו בישראל ויוצר על ידי Sonotron NDT.

ציוד החברה נפוץ בשיעור דומה גם בדרום מזרח אסיה. יותר מ-300 מכשירים מדגמים ISONIC החל מ-2005 ISONIC ועד 2008 נשלחו לסין ולדרום מזרח אסיה בעשרת החודשים האחרונים.

נשיא Applus RDT באסיה, העבירו את ששת השיעורים הראשונים. מורים מקומיים שלמדו בסונוטרון מדריכים כעת על בסיס קבוע. כניסה של תקנים אולטרסוניים חדשים לסין ומדינות דרום מזרח אסיה הביאה לדרישה גבוהה להדרכות מסוג זה. הרשויות הסיניות מדווחות כי למעלה מ-60% מצידו ה-TOFD בו

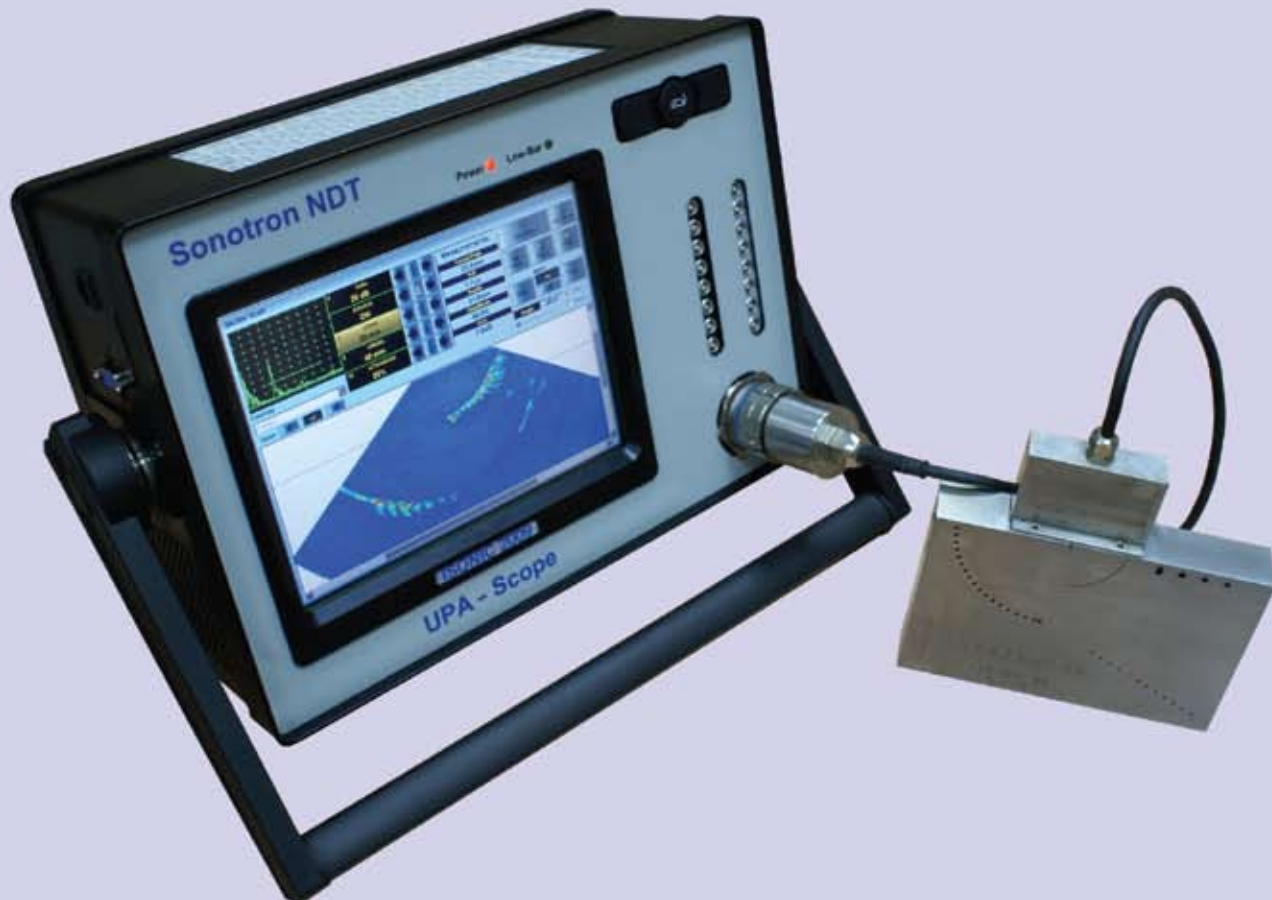
בשנת 2008 פתחה Sonotron NDT שני מרכזי הדרכה לבדיקות אולטרסוניות בשיטת ה-TOFD, ה-PA, וטכנולוגיות אולטרסוניות מתקדמות נוספות, בבייג'ינג שבסין, ובסינגפור.

החברה פיתחה קורס בן 120 שעות לבדיקות אולטרסוניות מתקדמות. דוקטור גרי פאסי מחברת סונוטרון ודוקטור טיבה באומה,

הכשרה לבדיקות בטכנולוגיות מתקדמות בארצות המזרח

ISONIC 2009 UPA-Scope

Portable Ultrasonic Phased Array Flaw Detector and Recorder



THE VERSATILITY OF ULTRASONICS

Phased Array Modality

- ▶ 64/64 phased array electronics – independently adjustable emitting and receiving aperture, parallel A/D conversion and on-the-fly real time digital phasing
- ▶ Phased array pulser receiver with image guided ray tracing
- ▶ Cross-sectional B-Scan (E-Scan), Sector Scan (S-Scan), Tandem-B-Scan viewing accompanied with standards compliant A-Scan / Gate based evaluation
- ▶ Thickness / Skip Correction for B-Scan / S-Scan viewings
- ▶ Gain per Focal Law Control providing Angle Gain Compensation for S-Scan and other applicable compensations for wedge / delay sound path and losses variation, inequivalency of array elements, etc
- ▶ DAC/TCG per focal law adjustment
- ▶ 3D data presentation through composing of Top (C-Scan), Side, End Views
- ▶ Dealing with diffracted and mode converted signals – defects sizing and pattern recognition (delta technique, crack depth meter, etc)
- 100% raw data capturing
- Sealed keyboard and mouse
- Light rugged case
- Built-in encoder port
- Powerful off-line data analysis software tools
- Large (8.5") bright touch screen

Conventional UT and TOFD Modalities

- ▶ 1, or 8, or 16 additional conventional channels, each allows single / dual mode of operation
- ▶ Thickness B-Scan
- ▶ Flaw detection Angle / Thickness / Skip Corrected B-Scan
- ▶ CB-Scan
- ▶ TOFD
- ▶ Strip Chart
- ▶ Stripped C-Scan
- ▶ Parallel / Sequential Firing and A/D conversion
- ▶ DAC, DGS, TCG
- ▶ FFT signal analysis
- Ethernet and 2 X USB Ports
- Remote control
- Direct printout



Sonotron NDT

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



ISONIC PA AUT

High Speed Automatic Ultrasonic Inspection of Girth Welds Combining
Phased Array, TOFD, and Conventional Pulse Echo Techniques



Sonotron NDT

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

הבטחת איכות – תעופה/הנדסה אזרחית

מהנדס רמי, אברהם גוטמן

שרותי הבטחת איכות בהנדסה אזרחית (CQE). מלווה בנייה ירוקה



מהנדס רמי, אברהם
גוטמן

לאחר אחר בשם "גן השושנים", לסביבה אחרת. אם באתר הקודם יש בעיות של איכות, הן לא משפיעות על האתר בהווה, מי מכיר? מי יודע? אחרי המשפטים, לא מטרידים אותו, אלה נמשכים שנים, ובינתיים מתגלגלים הלאה.

במפעלי תעופה ובעצם בכל מפעל חרושתי המייצר מוצר מסוים, ממכונות ועד לכוסות חד פעמים, יש מחויבות שונה, יש למפעל שם, כלומר כאן למוניטין יש משמעות גבוהה הרבה יותר, עם המוצרים שלו לא יהיו טובים, לא יספקו את ציפיות הרוכשים, לא תהיה לו זכות קיום לאורך זמן, כל מפעל מתחרה ינגוס בלקוחות הפוטנציאליים עד למצב של חוסר עבודה. במצב הזה נותר לבעל המפעל להחליט על סגירה או הבראה = שיפור המוצר והבטחת האיכות.

התייחסתי להבטחת האיכות על רצפת המפעל, אבל, הבטחת איכות מתחילה בפרוגרמה המגדירה את המוצר, דרישות התפקוד, משך הקיים, אוכלוסיית היעד, שלב התכנון, בקרה תכנון, תכנון לביצוע ותיאום תכנון. מכאן המעבר לביצוע.

בבנייה, מכינים על בסיס הפרוגרמה, תכנון בקנה מידה קטן 1:100, מה שנקרא תכנון בקשה להיתר בנייה. עוד לפני שיש היתר כזה ביד, הזים כבר יוצא למסע מכירות, דירות "על הנייר", עם הבטחה להשלים את הביצוע תוך שנתיים בערך או יותר בהתאמה להיקף הביצוע ומועד קבלת היתר הבנייה.

במקביל מוסרים לקבוצת יועצים: אדריכל, קונסטרוקטור, יועץ חשמל, יועץ מיזוג אוויר ואחרים, להכין תכנון ביצוע בקנה מידה גדול יותר, להכין מפרט טכני מיוחד. מכאן

מרכיבים במפעלים ממוסדים ומסודרים, לעומתם אתרי הבנייה אינם מצטיינים בניקיון ולא בחדרים "נקיים". שטח האתר והפעילות בו כרוכה בסיכונים תמידיים ושינויים במצבי הסיכון מידי יום ביומו.

שכר העבודה, בענף הבנייה, גם כן לא דומה מן הסתם. ההפרשים בשכר נמוכים בסדר גודל ביחס לעובדים בענפי התעופה או ה"הי-טק".

התחרות הענף בענף התעופה או הסלולר, יצרה דרישה בסיסית של עמידה באיכות המוצר, שביעות הרצון של הלקוח עומד בראש המבנה האסטרטגי של החברה המפתחת. אובדן האמון במוצר לא מושלם הוא יקר ביותר ועלול לגרום לנזק תדמיתי ארוך טווח; חוות דעת בינונית בלבד על סלולרי מסוים, עלול למחוק עשרות שנות עבודה של פיתוח, רק בגלל חוסר אמון או שביעות רצון.

בבנייה אין תחרות על בניין, הבניין איננו מוצר מדף או בייצור סדרתי, המוצר הוא בדרך כלל חד פעמי ללא חזרות. בענף התעופה מפתחים מטוס במטרה לשכפל אותו.

איכות המוצר היא כמעט ולא פרמטר תחרותי בין חברות הבנייה, התחרות שם היא לקבל את המכרז במחיר הנמוך ביותר, עם אחוז רווח מחושב נמוך, תוך סיכון רב שהרווח הזה יהפוך את הסימן בתום התהליך.

הבטחת האיכות בעולם התעופה, המחשבים ואחרים, הוא ערך עליון, הוא בסיס להבטחת המוניטין של החברה, חלק ממדיניות והאסטרטגיה הבסיסית של המפעל, ככזאת היא מתחילה מראש הפירמידה ומחלחלת למטה עד רצפת המפעל, הניקיון, הסדר והמחויבות של כל עובד ובכל תפקיד, מהנדסי תכנון, מהנדסי מחשבים, מפעילי מכונה, ועד לעובד הניקיון, ללא יוצא מן הכלל.

הבטחת האיכות בבניה, ללא הבדל מחייבת את המודעות למשמעויות ואמורה להתחיל מלמעלה; ההבדל המעשי שהמחויבות הזאת לא דומיננטית, קבלן בניין בונה בנין תחת השם לדוגמה: "גבעת טל", מסיים והולך הלאה

שני עולמות אלו רחוקים מרחק רב בטכנולוגיה, במחקר במידע ובמיוחד באסטרטגיה הניהולית.

היסטורית, ההנדסה האזרחית הייתה כבר הנדסה מעשית בתקופת המצרים הקדמונים וקודם ועד היום אנו עדים למבנים הנדסיים בני אלפי שנים. כלומר הידע הבסיסי של הבנייה עתיק לפחות כמו הרצון והחלום של האדם לעוף כמו הציפור.

המדע בנושא התעופה התחיל בניסיונות רבים של ממציאים וחולמים, להתקין כנפיים הדומות לציפור, טיסת הכדור הפורח ב-21/11/1783 היינו לפני 226 שנה, תוך לימוד תורת התעופה והאווירודינמיקה עד ליכולת ליצר מטוס ראשון ע"י האחים רייט ב-17/12/1903. עברו רק 58 שנים והאדם הראשון טס בחלל (1961) ועד לטיסות נוספות כמעט שגרתיות אחרות לחלל לירח ובחזרה.

התעופה האזרחית התקדמה מדור לדור ואילו ההנדסה האזרחית נמצאת בפיגור רב יחסית למידע, הידע המחקרי בפיזיקה, הנדסת חומרים, חקר החלל ועוד, מול גילוי הבטון והפלדה ומרכיבי הבניין האחרים שלמעשה אומצו על בסיס הידע שהתרחב בעולמות אחרים של בניית מטוסים וחלליות.

הבנייה נשארת מאחור, הבנייה לא תהיה "הי-טק"!

בעוד התעופה חדרה לשימוש בחומרים מרוכבים, מערכות מחשב, מנועים מתוחכמים, הבנייה אימצה את העגרון, הזכוכית, האלומיניום ועוד, אך עדיין את השלד נבנה מבטון ופלדה בשיטות הידועות מזה 140 שנה כאשר את תכונות הבטון ללחיצה ידעו כבר לפני כ-253 שנים.

רמת ההכשרה של כוח האדם המעורב בתהליכי הבנייה האזרחית, נשאר אי שם רחוק יחסית להכשרה והידע הנדרשים כיום לעסוק בייצור מעגלים מודפסים, לתכנון מעבד חזק יותר, למערכות הפעלה או לפתח את הדור החדש של טלפונים ניידים.

רצפת העבודה שונה לחלוטין, את המטוסים

בתהליך נכון של הבטחת איכות ובקרת איכות בתהליך התכנון וביצוע ניתן לשלם את העלויות הריאליות לתכנון, להשקיע את הזמן בתכנון ולאפשר לקבלן ביצוע על בסיס הוגן ועוד לחסוך בהוצאה הסופית.

Sonotron NDT – שיווק ברחבי העולם

בשנת 2009 סיפקה Sonotron NDT חמש מכונות לבדיקה אולטראסונית אוטומטית לחברת IPSCO בבעלות קבוצת EVRAZ של רומן אברמוביץ'. חברת IPSCO היא החברה הגדולה ביותר בצפון אמריקה לצינורות מרותכים. מכונות אלו מבוססות על פלטפורמת ISONIC AUT 16/32 בעלות 16 או 32 ערוצים לגששים אולטראסוניים.

ארבע מכונות הותקנו ב- Regina mills ומכונה אחת ב- Calgary mills.

תגובת EVRAZ: אלו המכונות האוטומטיות לבדיקה אולטראסונית הטובות ביותר שראינו - חוזה לרכישת שני מכשירים נוספים ייחתם במאי 2009.

מתחיל תהליך הבטחת האיכות בתכנון, מניסיון אישי, קראתי מפרטים המתייחסים לתקנים שלא קיימים בפועל שהוחלפו או עברו רויזיה שנים לפני הכנת המפרט. כלומר, המתכננים לא מעודכנים בתקנות או בתקנים בהווה, ומיצרים תכנון לקוי מלכתחילה. התחרות כאן היא אכזרית וחסרת גבולות, יועצים צעירים בענף יש עשרות ואין לרבים מהם תעסוקה מספקת. הגדולים בעלי המשרדים הגדולים, חייבים להעסיק את העובדים. כל שנה מתווספים לשוק האדריכלים והמהנדסים עשרות או מאות צעירים המחפשים לעשות את הסטג', לא צריך לנחש מה תהיה רמת השכר שיקבלו אם ימצאו עבודה. רמת שכר הטרחה יורד ויורד או היקף ההשקעה בתכנון מלא יוצא חסר, אין תיאום תכנוני בין הקפדה על תקנות התכנון, אין בקרת התכנון. שכר הטרחה לא מצדיק העסקה של עובדים רבים ושעות עבודה ארוכות; התכנון יוצאות ברמת תכנון למכרז והקבלן צריך להתמודד אם רמת אי וודאות אין סופית. כאמור אחוזי הרווח המתוכננים, בקלות עלולים לשנות את הסימן תחת תנאים דרקוניים של המזמין.

לא קשה להבין על רקע הנ"ל כיצד המציאות הזאת מכתובה את התהליכי הביצוע!

איך לשנות את הדברים:

במאמר שיצא לאור לאחרונה, בביטאון הנדסת בניין ותשתיות (גיליון 40), שנכתב ע"י ד"ר יואב סרנה, הוא מתייחסת ל"כללי אתיקה בהנסה אזרחית", בפועל הוא מונה 17 התנהגויות לא-אתיות בענף, להלן חלק מהן:

- השתתפות במו"מ לא הוגן עם מתכננים וקבלנים.
- הצהרת שלמות התכנון למרות שאינו כזה.
- קבלת עבודה במחיר שלא ניתן לבצע בו את מלוא העבודה ברמה הנדרשת.
- אי התייחסות מקצועית לחברי צוות הפרויקט.
- אי אישור חשבונות למתכננים ולקבלנים במועד.
- אי התייחסות הוגנת למתחרים במקצוע.

על מנת לשנות את הכיוון יש להגדיר את כללי אתיקה ע"י הציבור המקצועי, הקובעים את נורמות ההתנהגות שלנו כלפי הציבור, כלפי מזמיני העבודה, כלפי חברים לעבודה וכלפי עובדינו. כללי התנהגות שמעבר לנדרש על חוק ומעבר למה שקובעים חוזי ההתקשרות עם המזמינים, חוזים שלכשעצמם אינם הוגנים, חד צדדיים ואף דרקוניים והרבה מקרים בניגוד לתקנים או תקנות התכנון.

בדיוק כפי שקיים בשטח תעשיית החלל, התעופה, ה"הי-טק" ואחרים, גם בעבודות ההנדסה האזרחית אפשר לעשות זאת. חיל ההנדסה האמריקאי פועל בדרך זו, מכין תכנון במשך 3 שנים, מפרטים עד לרמת הבורג, ויוצא למכרז. המשתתף יציג את מחיר הביצוע כולל את אחוז הרווח שלו. חובה המשתתף להוכיח שבתום התהליך יעמוד בתקציב גם ירוויח. הצעה שאין בה רווח לא תתקבל מתוך הבנה שהקבלן יפסיד, עלול להפסיק את הביצוע או עלול לעקוף דרישות, לחסוך באיכות המוצרים וכדומה על מנת לשרוד.

על בסיס מחקרים של התחנה לחקר הבנייה, הפקולטה לתעשייה וניהול של אוניברסיטת חיפה (פרופ' יחיאל רוזנפלד ופרופ' אבנר הלוי, בהתאמה) הגיעו למסקנה שעלויות האי-איכות בענף הבנייה הם בסדרי גודל של 30% עד 50% מהיקף הכנסה השנתי של חברות הבנייה.

אלינה טכנולוגיות בע"מ

חיישני לייזר למדידת מידות גיאומטריות בזמן אמת
כל מטרה בדו ותלת מימד
משטחים מתכתיים, מחוספסים, זכוכית וחומרים קרמיים



קצב מדידה:
החל מ-500 הרץ ועד 37 קילו הרץ
טווחי מדידה:
מ-1 מיקרון ועד 3000 מטר
רזולוציה:
החל מ-5 ננו מטר



מערכות למדידות דינמיות וסטטיות
מדידת כוח - עומס - לחץ - פיתול - מעוות
רעידות - טמפרטורה



- חומרה ותוכנה
- לעיבוד נתונים בזמן אמת.
- מגברים חכמים.
- מדידת פרמטרים מכאניים.

במירה כולל שולחן והרבה בילוי www.elinatech.com



רח' המצודה 3, ת.ד. 11475, אזור 58001
טל: 03-5590277/8, פקס: 03-5590360, E-mail: elina@inter.net.il

כנס בינלאומי Art 2008

פרופ' עמוס נוטע

העמותה הישראלית לבדיקות לא הורסת קיימה ב-25 עד 30 מאי, 2008 כנס אשר הוקדש ליישום בדיקות לא הורסת בלימוד והכרה של מורשת האדם. הכנס התקיים בירושלים במסגרת חגיגות הששים למדינת ישראל.

היה זה כנס בינלאומי של Art Conference המתקיים באירופה במשך יותר מעשרים שנה. המארגנים בחרו את ירושלים כמקום הכנס התשיעי מאחר שזו העיר אשר אליה הביא דוד את ארון הברית עם הלוחות בהם חקוקות עשרת הדברות המגדירות את יסודות המוסר של האנושות ואת היחסים בין האדם לאלוהיו. ירושלים הינה המקור לשלוש דתות אשר להן השפעה ניכרת על המורשת התרבותית של האנושות.

הרעיון המרכזי של כנסים אלו הינו להפגיש ביחד מומחים מתחומי השימור, ארכיאולוגיה, היסטוריה של האמנות, מחקר ארכיטקטוני של מבנים עתיקים עם מומחים מתחום הבל"ה ואנליזה החומר במטרה ליצור סינרגטיקה אשר תוביל לפיתוח של מדידות ובדיקות חדשות וליישומים נוספים.

בכנס הוצגו מאתיים מאמרים ומאה פוסטרים ע"י מומחים משלושים מדינות.

היו שש הרצאות פתיחה אשר דנו בנושאים של



השפה בין המשמר, הממונה על המוזיאון והמדען; שיטות ספקטראליות לגילוי מוקדם של נזק; בל"ה של פריטי מוזיאון; תנאי האטמוספירה ושימור מונע; הרשת האירופאית לחקר השימור.

התקיימו שלושים מושבים. נושאי המושבים

התחלקו לפי שיטות הבדיקה

והאנליזה והיישומים שלהן, לדוגמה

רדיוגרפיה לפריטים מאבן, זכוכית

צבעים, מתכת; שיטות הדמיה לציורים,

זכוכית, אבן מתכת. מושב מיוחד הוקדש לשיטות

בל"ה לעומת שיטות בדיקות הורסת. הפריטים

שנדונו היו מקברים אטרופים באיטליה,

מקטומבות במלטה, ציורים של גרקו, גילופים

באבן גיר מהמאה הארבע עשרה מיורקשייר

ארה"ב, עורבי אבן מרומניה, כלי פורצלן עתיקים

מצרפת, זכוכית צבועה מגרמניה ועוד ועוד.

הרב גוניות של פריטים ממקומות שונים בעולם

המתוארכים לתקופות כה רבות הצביעה על

התרומה האדירה של שיטות הבל"ה להבנת

המורשת התרבותית של האנושות.

מושב מרשים במיוחד הוקדש למגילות ים

המלח. חוקרים מאיטליה, אוסטרליה, פולניה, גר

מניה וישראל אשר ביצעו בדיקות על פיסות

מהמגילות שעברו תהליכי שימור ומצאו שקיימת

אפשרות להידרדרות במצב. לא היה נציג מטעם

"היכל הספר" אשר יתרץ את המצב.

הדיון שהתקיים בעקבות הצגת תוצאות

הבדיקות מהתכריכים של טורין היה ער

במיוחד מאחר שישנם חלוקי דעות לגבי ניתוח

התוצאות. ישנן תוצאות המייחסות את הבד

לימי הביניים ואילו תוצאות מאוחרות יותר

מציינות גיל של כשלושת אלפים שנים. אולגה

נגנביצקי משמרת ממוזיאון ישראל העלתה את

הרעיון להשוות את הסיבים מתכריכי טורין עם

אלו שנמצאו במערת הלוחם ליד יריחו. הרעיון

הכה גלים ואתרי אינטרנט רבים פרסמו זאת

[ראה כתבה בג'רוסלם פוסט מ-08-05-29].

תערוכה מעניינת התקיימה במבואה לאולמי



להקת המחול בהופעה בערב הכנס



דר נורדוני נשיא ICNDT ויגיל שואף ליד הפוסטר המציג עבודת מחקר על שרידי אוניית מלחמה צרפתית מתקופת נפוליון שנמצאה בעכו

ההרצאות. השתתפו בה יותר מעשר חברות של ציוד ושירות ורובן מאירופה.

לאחר הכנס התקיימו ביקורים באתרים ארכיאולוגיים בעלי עניין ואשר בהם ניתנו הרצאות נוספות.



פרופ' נוטע נושא דברים בכנס



דר' נורדוני נשיא ICNDT בנאום לא רשמי בערב הכנס



התערוכה שליוותה את הכנס, מימין עמית הלר (קמ"ג) משמאל ירון רוזנברג (RBM) בבית התצוגה של חברת NITON המיוצגת בארץ ע"י חברת RBM

ועדת ההיגוי כללה נציגים מבל"ה ומתחומי השימור בארץ ומחו"ל: ר. ואן גריקאן, ש. טגר, יכהנוב, א. לב בית, ג. נאדדוני, ע. נוטע, א. רבין, ח. רימון, י. שואף, א. שטרן. הועדה הקדישה מאמץ ניכר ביצירת המודעות לכנס ולאחר מכן בסיון המאמרים שהושגו במטרה לשמור על הרמה הגבוהה שנקבעה.

הכנס היווה זרז להקמה של העמותה הישראלית לשימור. עמותה זו מתכננת ללכת בעקבות העמותה הישראלית לבל"ה ולהקים מערכת הסמכה/התעדה למומחים בתחום.

הכנס אורגן ע"י חברה ISAS, ירושלים. המעוניינים בספר הכנס והתקליטון מתבקשים לפנות לחברה.



החלק האמנותי בפתיחת הכנס, הצמד מבצע את השיר ירושלים של זהב

הפוסטר שהוצג על ידי העמותה הישראלית ללא הורסות בכנס ART 2008

כעת ידועה, ואישור הממצאים בנוגע לסוג ומקור האקדח.

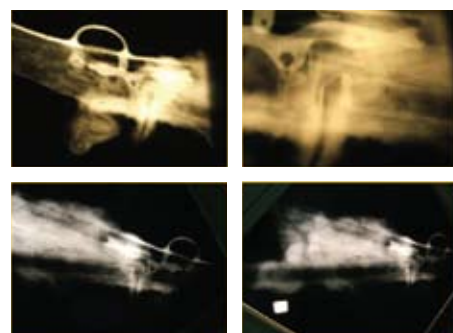
תודות

הצילומים בוצעו במעבדות גבי שואף בע"מ לבדיקות לא הורסות ובקרת איכות.



הממצא לפני הניקוי

הבריטי מסוף המאה השמונה עשרה או מתחילת המאה התשע עשרה. שימוש בצילום אפשר הסרה עדינה של המשקע, תוך כדי התחשבות בחלק הפנימי שצורתו הייתה



צילום רנטגן של הממצאים

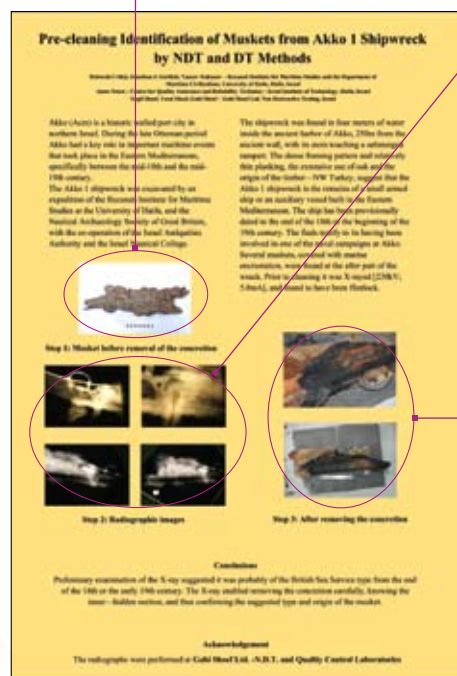
בכנס הוצגו 2 פוסטרים, אחד מהם מתאר זיהוי לפני ניקוי של אקדחי musket מהריסות ספינת עכו 1 באמצעות שיטות אל הרס ושיטות הרס.

עכו היא עיר נמל עתיקה בצפון ישראל, המוקפת בחומה. במהלך התקופה העותמאנית המאוחרת, היה לעכו תפקיד חשוב באירועים ימיים שהתקיימו במזרח הים התיכון, במיוחד בין אמצע המאה השמונה עשרה ועד לאמצע המאה התשע עשרה.

הריסות הספינה בעכו 1 נחפרו על ידי משלחת ממוסד רקאנטי ללימודים ימיים של אוניברסיטת חיפה, והחברה לארכיאולוגיה ימית של בריטניה, בשיתוף של רשות העתיקות הישראלית והמכללה הימית הישראלית.

הריסות הספינה נמצאו בעומק של 4 מטרים, בנמל העתיק של עכו, 250 מטרים מהחומה העתיקה, כשירכתייה נוגעים בביצור המכוסה בחלקו במים. המסגרת הצפופה, הקורות הדקים יחסית, השימוש הרב בעץ אלון, ומקור העץ, NW בטורקיה, מצביעים על כך שהריסות הספינה מעכו 1 מקורם בספינה חמושה קטנה או בכלי מסייע שנבנו במזרח הים התיכון. הספינה תוארכה לסוף המאה השמונה עשרה או תחילת המאה התשע עשרה. הממצאים מעידים שהספינה השתתפה באחד המבצעים הימיים בעכו. מספר אקדחי musket נמצאו בהריסות, מכוסים בשכבה של משקע ימי. טרם ניקויים, הם עברו צילום רנטגן (230kV 5.0mA) ונמצא כי הם בעלי בריח צור (Flintlock).

מסקנה: בדיקה ראשונית של הצילומים מצביעה שהאקדחים היו בשימוש הצי



האקדחים לאחר הניקוי

הכינוס הבינלאומי ה-17 בשנחאי – דיווח

בעיקר בהשתתפות באירועים מסוג זה. הכנס האירופאי במוסקבה 2010 מחכה לנו.



המבנה בו נערך הכינוס



קו הרקיע של שנחאי - כמו מנהטן עתידנית



תערוכת NDT (2 אולמות בשני קומות...)

בשל היתרונות שיש לכך ללקוח, לבטיחות ולעובד ולכן יש צורך ליצור התאמה כלל עולמית. תפקיד הקבוצה הזו שהיא חלק מ-ICNDT הוא להגדיר את השינויים ולהציע דרך להתגבר עליהם. Dr. Mike Farly מבריטניה מונה להיות יו"ר החדש של ICNDT לאחר ש-Douglas Marshall מקנדה סיים את תפקידו.

בכנס בשנחאי נערכה הפגישה הראשונה של האקדמיה ל-NDT שהוקמה לאחרונה. נבחרו מנהלי האקדמיה ונקבעו תחומי הפעילות שלה. באקדמיה נציגים ממספר מדינות ביניהן רוסיה, איטליה, קרואטיה, בולגריה, ואחרות.

לבד מהפעילות הטכנולוגית המגוונת הייתה גם פעילות חברתית. הייתה קבלת פנים עם ארוחת ערב חגיגת במרכז הכנסים הבינלאומיים של שנחאי בו השתתפו כ-1000 איש. בערב אחר היה קונצרט באולם התיאטרון המהמם של שנחאי בו הושמעו נעימות סיניות ומערביות כולן באמצעות כלי נגינה סיניים מלווה בתלבושות מסורתיות.

הנוכחות הישראלית בכנס הייתה דלה באופן מיוחד וחבל. יש לנו מה להציג לעולם ויש לנו מה ללמוד ממנו. החשיפה לחידושים וגורמים מקבילים במדינות האחרות נעשית



קונצרט שנערך למשתתפים כחלק מהפעילות החברתית



טקס קבלת הפנים של משתתפי הכינוס

הכנס העולמי ה-17 נערך בשנחאי לאחר דחייה מאוגוסט לסוף אוקטובר בשל רעידת האדמה ההרסנית בחבל סצואן מוקדם יותר ב-2008. בשל הפגיעה הנרחבת בתשתיות יצאה הנחיה על ידי הממשלה הסינית לדחות את כל האירועים הבינלאומיים למעט האולימפיאדה. למרות הדחייה לא היו כמעט ביטולים. העמותה הלאומית של סין עשתה עבודה נפלאה בארגון הכנס והוא נחשב כהצלחה.

764 משתתפים נרשמו לכינוס כש-530 מהם הגיעו מכ-50 מדינות.

הוצגו 490 הרצאות כאשר החלוקה בין התחומים הייתה:

אולטרסאונד 200

זרמי ערבולת 85

רדיוגרפיה 65

והיתר בין התחומים האחרים.

המדינות מהן הוצגו ההרצאות היו במקום הראשון סין עם 176

רוסיה עם 46

גרמניה עם 43

בריטניה 30

בתערוכה לקחו חלק כ-200 חברות, 124 מחוץ לסין ובהן הציגו טכנולוגיות חדשות ומסורתיות לביצוע בדיקות לא הורסות. החברות הישראליות שהציגו שם היו Scan Master, Vidisco, Sonotron.

בטקס הפתיחה הצהיר נשיא הכנס Dr. Rong S Geng שאנשי ה-NDT הם משפחה אשר בזכותם העולם הופך להיות בטוח יותר לאדם. השוק החופשי וזרימת המידע העולמית תורמים להתפתחות הטכנולוגית המהירה של הבדיקות.

בפגישות המליאה של נציגי ICNDT (נציגנו היה נשיא העמותה - ד"ר יוסי שואף) הועלו נושאים שונים הקשורים בפעילות הוועדה הבינלאומית, במיקום הכנסים הבאים (2012 - דרא"פ, 2016 - גרמניה).

נושא חשוב שנדון שם הוא הרמוניזציה בין תקני ההתעדה של בודקי NDT להתעדה על ידי גורם מרכזי. באירופה (והעמותה הישראלית היא חלק מתוכנית זו) קיימים התקנים EN 473, ISO 9712 ובארה"ב ה-ACCP.

הנטייה לדרוש הסמכות מרכזיות הולכת וגדלה

אירוח בסגנון בולגרי

הישראלית עם הקולות מבולגריה נותנים סיכוי טוב לאפשרות של שיתוף פעולה בעתיד.

אישית הייתה זו הפתעה נעימה מאוד וחוויה יוצאת דופן מהמקום הסימפטי, והנינוח, הכנס ורמתו הגבוהה והאנשים הנחמדים אשר אירחו אותנו עם כל הלב.

פרס Frost & Sullivan לשנת 2009 לחברת Sonotron NDT

בפעם השנייה זוכה השנה חברת Sonotron NDT בפרס היוקרתי של Frost & Sullivan הפעם הראשונה הייתה בשנת 2004 כאשר הייתה החברה הישראלית הראשונה שזכתה בפרס זה.

חברת Frost & Sullivan מעניקה פרסים לחברות בכל העולם אשר מצטיינות באסטרטגיות ייחודיות והתאמה של המוצר לצרכי הלקוח.

פרס אסטרטגיות הייצור לשנת 2009 בנושא הבדיקות הלא הורסות הוענק השנה לחברת Sonotron NDT, בעבור קו מוצרי הבדיקות הלא הורסות האיכותי שלה הפונה למגוון רחב של לקוחות.

הציוד שמייצרת החברה משמש ברחבי העולם בתעשייה התעופתית, תעשיית הנפט והאנרגיה, התעשייה הצבאית ובכורים גרעיניים.

יכולתה של חברת Sonotron NDT לספק מוצרים איכותיים, במחירים סבירים, אשר משלבים באופן מושלם את הטכנולוגיות והתקנים המתקדמים, הקנתה לה מעמד כספקים פתוחות חדשנית בשוק ציוד הבדיקות הלא הורסות.

קו המוצרים של החברה כולל שמונה מכשירים המייצגים פתרונות טכנולוגיים חדשניים החל



ממכשיר בדיקה אולטרסוני קונבנציונאלי בעל ערוץ 1 (ISONIC 2005) ועד ISONIC PA AUT, פלטפורמה נידת לבדיקה במהירות גבוהה (100 מ"מ לשנייה) של ריתוכים היקפיים בשיטת phased array המכשיר בעל 128 ערוצים ומאפשר שימוש בשני גששים בעלי 64 אלמנטים בו זמנית, ו-16 ערוצים נוספים לגששים phased array או גששים קונבנציונאליים.

ד"ר יוסי שואף הרצה באנגלית בנושא: ניטור יציבות של מבנים בשטח עירוני תוך שימוש בבדיקות לא הורסות

מר גבי שואף הרצה בשפה הבולגרית בנושא: בדיקת צינורות כבלי דריכה בגשרים באמצעות שיטת "Impact Echo".

החתום מטה הגיש שתי הרצאות בשפה הבולגרית. ההרצאה הראשונה: שימוש בבדיקות לא הורסות בחיזוק מבנים מסוגים שונים. הוצגו דוגמאות מספר מכל סוג. בהרצאה השנייה הוצגו שני נושאים: אפשרות השימוש של קורות ועמודים עשויים מבטון בחיזוק גבוה במיוחד $B \geq 150 \text{ MPa}$ כולל ניתוח תוצאות של בדיקת מעבדה.

בחלק השני של ההרצאה הוצגה בדיקת ייתכנות בבניית ארובות שרב ומגדלים סולריים גבוהים מאוד (מעל 100 מטר), עשויים מבטון מעולה (HPC) בחוזק גבוה ($B \geq 120 \text{ MPa}$), להפקת אנרגיה חשמלית.

מיתר ההרצאות שניתנו במסגרת שולחן עגול יש לציין את פרופ' טודור דונצב מאוניברסיטת קינגסטון בלונדון אשר הרצה על ההיסטוריה של הבדיקות הלא הורסות בבנייה ותשתיות, וכן את פרופ' דימיטר דימוב מאוניברסיטת סופיה אשר הרצה על הנושא: תפקידן של הבדיקות הלא הורסות בתכנון ובהקמה של מבנים.

עם סיום ההרצאות התקיים דיון על הנושאים שהוצגו. כמו כן העלה מר גבי שואף במסגרת הדיון את בעיית אבטחת האיכות בבנייה והצורך בשינויים הנדרשים בתחום זה, על מנת לשפר ולשדרג את רמת התכנון והביצוע של מבנים. הנושאים והדיון עוררו עניין רב בקרב הקהל. הערכה של הנציגים הבולגריים להישגים שלנו בארץ בתחום הבדיקות הלא הורסות והקשר הבלתי אמצעי שנוצר בין חברי המשלחת



ד"ר יוסי שואף, נשיא העמותה מחליף חברות כבוד עם נשיא העמותה הבולגרית פרופ' מיחובסקי

רשמים מביקור בכנס לדיאגנוסטיקה ובדיקות לא הורסות (Non Destructive Tests)

חוה ורשם: יעקב (ג'קי) אהרונב

הכנס התקיים ביוני 2008 בעיירה בשם סוזופול, בולגריה, השוכנת במפרץ ציורי בים השחור. בכנס נטלו חלק מהנדסים ומדענים מאוניברסיטאות שונות בסופיה, לונדון, סנט פטרסבורג, מינסק ואחרות. הכנס הרב לאומי אורגן על ידי חבר האקדמיה הלאומית הבולגרית פרופסור מ. מחובסקי, המשמש גם כנשיא האגודה הבולגרית לבדיקות לא הורסות, וד"ר אלכסנדר סקורדב, לרגל שמונים שנה מאז הופיעו הבדיקות האולטרסוניות הראשונות, ושישים שנה מאז הוכנסו הבדיקות הלא הורסות הראשונות בבולגריה.

בערב הפתיחה הוזמנו לארוחת ערב חברתית במסעדה עם אווירה כפרית עם ריקודי עם ויין.

המארחים הביעו רצון עז לכבד ולהנעים לנו בערב זה. למחרת בפתיחה הושמעו ברכות הדדיות, תחילה על ידי מר גבי שואף ולאחר מכן ע"י ד"ר יוסי שואף, נשיא העמותה הישראלית לבדיקות לא הורסות אשר העניק לפרופסור מ. מחובסקי חברות כבוד מטעם העמותה הישראלית וכן קיבל חברות כבוד דומה מטעם האגודה הבולגרית.

בכנס השתתפו כ-200 איש בנושאים שונים הקשורים לבדיקות לא הורסות בתעשייה, ובניצול המתקנים והציוד לאנרגיה ברוסיה. בשולחן עגול, במסגרת הכנס השתתפו כ-40 מהנדסים ומדענים בנושא "שיטות לא הורסות ודיאגנוסטיקה בשיקום וחיזוק של מבנים ותשתיות".

המשלחת הישראלית כללה את אינג' אבי בורשטיין ממכון התקנים הישראלי, ד"ר י. שואף, מר גבי שואף והחתום מטה. ההרצאות שניתנו על ידינו:



הרצאה בכנס לבדיקות לא הורסות בסוזופול בולגריה

תעודות הוקרה על מפעל חיים בתחום הבדיקות הלא הורסות

במעמד הכנס העשירי של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות, יוענקו תעודות הוקרה על מפעל חיים בתחום הבדיקות הלא הורסות לארבעה אנשים שתומתם לענף הייתה בולטת במיוחד.

שרגא ירון, יוסף וייספלד, ראובן עציוני, גריגורי קרוג

יוסף וייספלד

נולדתי בפולין לפני 72 שנים, עם פרוץ המלחמה עברנו לרוסיה ליערות בתוך המדינה. שם מחלות פשוטות כמו דלקת קרום המוח גרמו למות שני אחיי וגם לי לא נתנו תקווה. בגמר המלחמה חזרנו לפולין שם למדתי הנדסת מכרות ובשנת 1957 עלינו ארצה.



לאחר שחרורי מהצבא בסוף שנות השישים, התקבלתי לעבודה במקורות למכון בדיקות לא הורסות שהעסיקה לסיוגין יותר מ-50 עובדים.

ניהלתי שם מעבדה ניידת וצוותים ברדיוגרפיה ואולטרסוניק. בשנים אלו עסקתי בבדיקות לא הורסות בהקמת המוביל הארצי, בקו הדלק אשקלון אילת, בכור הגרעיני בדימונה, בהקמת תחנות הכוח של חברת החשמל, עבודה במערכת הביטחון ועוד רבים אחרים.

בתחילת שנות השבעים ניהלתי מעבדה עצמאית בחברת "מגל" כאשר גולת הכותרת של פעילותי הייתה עבודות בסיני, בדיקות בקווי גז ועבודה מול מערכת הביטחון בעיקר בטנק המרכבה.

החל משנת 1975 ועד היום אני הבעלים והמנהל של מכון עצמאי לבדיקות לא הורסות, הנותן שירות לכל הגופים הגדולים במדינה, ביצעתי גם מספר פרויקטים בחול: טוגו, פרס ועבודה משותפת עם חברה גרמנית בשימוש מכשירי רנטגן-זחליים (קרולרים), בדיקות אולטרסוניות ובדיקות אחרות.

אני מראשוני העוסקים בבדיקות לא הורסות בארץ, הייתי הראשון שהשתמש במקור אירידיום 192, במהלך פעילותי הייתי חבר בוועדת התקנה במכון התקנים הישראלי, השתתפתי בקונגרסים בארץ ובחול ובסמינר לבדיקות לא הורסות בבתי זיקוק בניגריה.

אני בין מקימי העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות, ומשמש עד היום חבר דירקטוריון פעיל גם בסקצית ASNT הישראלית, נותן הרצאות בנושא במפעלים ועיריות.

במהלך חמישים שנות עיסוקי בבדיקות לא הורסות גידלתי דורות של אנשי מקצוע בתחום זה.

שרגא ירון M.Sc., I.S.

מהנדס יועץ

השכלה - תיכונית (בי"ס ריאלי בחיפה. סיום 1954)

שרות צבאי - 4.5 שנים (ללא בל"ה).

לימודים אקדמיים - ב.ס. בטכניון - הנדסת מכונות (סיום 1963), מ.ס. בטכניון - מטלורגיה (לפני היות הנדסת חומרים, סיום 1965), I.S. בפריס, ESSA (סיום 1967) - חשיפה ראשונה לבל"ה. החל מ-1967 - ראש מעבדה לריתוך במכון המתכות בטכניון, ותקופה קצרה לאחר מכן - ראש מעבדה לריתוך ובל"ה באותו מוסד. בין העבודות החשובות - פיתוח וייצור מתקני בדיקה לא הורסות למערכת הבטחון (קובלט 60 בפעילויות של עד 1,000 קירי). מ-1984 - מהנדס ראשי ומנהל הבטחת איכות בוולקן הנדסה, ולאחר מכן - מנהל הבטחת איכות בצינורות המזה"ת. מ-1987 - יועץ פרטי בתחומי הריתוך והבל"ה.

ראובן עציוני יליד שנת 1942, נשוי, אב ל-3 וסבא ל-7. מתגורר בקריית ביאליק.

בעל חברה פרטית לבדיקות אל הרס, בעל ניסיון של למעלה מ-40 שנה בתחום ומראשי הענף בישראל.

את עיסוקו בענף החל בשנת 1967 במכון המתכות שבקרית הטכניון בחיפה.

בשנת 1971 פרש והיה ממקימי חברת מורקס בה כיהן כשותף ומנהל במשך 25 שנה.



החל משנת 1996 הינו הבעלים והמנהל של חברת ראובן עציוני בע"מ העוסקת ב-4 תחומי בדיקה: רדיוגרפיה, אולטרסוניק, בדיקות בחלקיקים מגנטיים ונוזלים חודרים.

בין הפרויקטים הבולטים בהם נטל חלק בשנות עבודתו, ניתן למנות את הקמת תחנות הכוח של חברת החשמל, הקמת מתקנים בבתי הזיקוק, הקמת מפעל חיפה כימיקלים, הקמת כרמל אולפנים, עבודה בתעשיות הביטחוניות, מספנות ישראל, מקורות ועוד.

G. A. KRUG

ACADEMIC DEGREES

1959 M. Sc. Leningrad, USSR - Diplom Thesis "Mobile rail ultrasonic flow detector"

1968 Ph.D. Leningrad, USSR - Doctoral Thesis "Reliability of the ultrasonic rail testing"

1989 Dr. Sc. Moscow, USSR - Doctoral Thesis "Parametrical system of non destructive testing"

PROFESSIONAL CAREER

1991 - Manager of the Track Quality Control Field, Israel Railways.

1994 - 2001 Associate Professor in the Department of Quality Assurance and Reliability, Technion, Israel- Lecture courses under ultrasonic, magnetic and electromagnetic non destructive testing.

1959-1962 Head of welding group, engineer -elektrotechnical factory.

1962-1990 Chief of the Ultrasonic Testing Research Laboratory, NDT centre of the USSR Railways Ministry, Leningrad, USSR -Development of the Methods and Equipment for ultrasonic testing of the rails and weldings.

1977 - 1990 Dozent, Professor, deputy head of Non-Destructive Testing Department of Leningrad Railway Engineering University-Lecture courses under equipment for non- destructive testing and under magnetic and electromagnetic non-destructive testing methods.

1987 - The honorary railway man of the Soviet Railways.

PUBLICATIONS

Registered 22 patents and published 3 manuals and more than 85 articles in field of Non-Destructive Testing.

Received the Poster Prize WUC 97 of the 2-nd World Congress on Ultrasonics held in Yokohama, Japan. (1997).



הסורק האופטי ה-**scanCONTROL** 2700 בעל הבקרה המובנת

חברת **אלינה טכנולוגיות** משווקת בארץ את מוצרי חברת **מיקרו אפסילון** וביניהם את הסורק האופטי ה-**scanCONTROL 2700** בעל הבקרה המובנת אשר בעזרתו ניתן למדוד ללא מגע אפליקציות רבות כגון:

- מרווח (Gap) - מדידות עובי - מדידות קצה (Edge detection) - מדידות זווית ועוד מגוון אפליקציות המתאפשרות ע"י חיישן מתקדם זה.

החיישן מגיע עם תוכנה ובקרה D2/D3 מובנת אשר פועלת על מערכות הפעלה רבות לרבות תוכנת חלונות המצויה בכל מחשב נייד או נייד בשוק.



החיישן משמש כספק מידע למטמעי מערכות (System Integrator) כסורק פרופילים בעל איכויות דיוק מעבר לסטנדרטים המצויים היום בסורקים דומים.



לפרטים: אלינה טכנולוגיות. טל': 03-5590277/8

גרפיקה תרמית בזמן אמת

ה-thermoIMAGER, TIM, הינה מצלמה תרמית חדשה מבית מיקרו אפסילון טכנולוגיות מדידה.



המצלמה בעלת גוף חזק ביותר וניתנת להרכבה במקומות קבועים, הינה מן המצלמות הקטנות ביותר בשוק העולמי כיום. המצלמה מיועדת נוכח מימדיה הקטנים במיוחד, למקומות צרים וצפופים.

תכונה נוספת המיוחדת למצלמה זו הינה היכולת למדידה אבסולוטית, מערכת זו מודדת ערך טמפרטורה ייחודי לכל פיקסל של ה-IR image. ה-thermoIMAGER, פועלת באמצעות קרני אינפרא אדום, המצלמה מציגה ומקליטה תמונות ופרופילים של מגוון מטרות. המצלמה מתאפיינת בטווחי מדידה בין -20°C ו- $+900^{\circ}\text{C}$.

גלאי ה-FDA מספק תוצאות מדידה מאוד מדויקות, 120×160 פיקסלים כאשר גודל כל פיקסל הינו $35 \mu\text{m}$. למרות מימדיה המצלמה קלה מאוד לשימוש לאפליקציות רבות, חיבורה על ידי חיבור USB 2.0 מאפשר למצלמה תקשורת נתונים מהירה כאשר היא מציגה 100 תמונות/שנייה בזמן אמת. את אות היציאה מהמצלמה ניתן לקבל גם כ-0-10V המאפשר יישומים רחבים ביותר מרחבי עבודה.

חבילת החיישן הסטנדרטי כוללת תוכנה המאפשרת הקלטה רדיו מטרית, וצילום תמונות snapshots, התוכנה מאפשרת למשתמש עיבוד התמונה מאוחר יותר או שחזור ראיות אשר הוקלטו בזמן אמת.

המצלמה מתאימה ליישומים תעשייתיים רבים וביניהם אבטחת איכות ובקרת תהליך לצד יישומים של מחקר ופיתוח. לפרטים: אלינה טכנולוגיות. טל': 03-5590277/8

מכשיר אוטומטי לבדיקת נזק בחומרים מרוכבים

35RDC הוא מכשיר אולטרסוני נייד הנותן תצוגה פשוטה של מתקבל/נדחה אשר מיועד לבדיקת נזקי מכות מכאניות על גבי מעטי חומרים מרוכבים במטוסים.

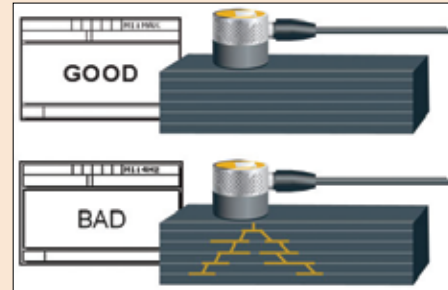
למכשיר תצוגת LCD המציגה את המילים GOOD כאשר לא נמצא כל נזק ואת המילה BAD כאשר נמצא פגם מתחת לפני השטח.

המכשיר מצויד בגשיש המאפשר בדיקה נקודתית בהצמדה או בדיקה בסריקה של האזור החשוד כפגוע.

משקלו של המכשיר כ-240 גרם בלבד ובעל פנל הפעלה פשוט לשימוש ודורש הדרכה מינימלית.

תכונות

- מיועד לבדיקת מעטים מחומרים מרוכבים
- בעל כפתור כיוול בודד
- תחום העוביים לבדיקה: בין 0.63 מ"מ ועד 22.8 מ"מ (תחום העוביים תלוי בסוג החומר הנבדק, הגשיש ופני השטח)
- מהירות חומר קבועה: סיבי פחמן המשמשים לחומרים מרוכבים בתעופה
- תצוגה פשוטה: GOOD / BAD / BEYOND CAL THICKNESS
- תאורת מסך, ותצוגת מסך עזרה
- סוללות AA מסוג ניקל מטאל
- כ-150 שעות עבודה ללא החלפת סוללות
- כיבוי אוטומטי (מצב בחירה)
- סמן למצב הסוללות
- ידני בעל משקל של כ-240 גרם
- ניתן לעבור לתצוגת A SCAN עבור בודקים מוסמכים
- תדר הגשיש: 5MHz
- קצב בדיקה (חידוש קריאה) - 20Hz



- התראה על סטייה מכיוול: ניתן לתכנות
- מתאים לעבודה בתנאי סביבה קשים, עמיד במים, בעל אריזה קשיחה ואטומה. טמפרטורת עבודה -10°C to $+50^{\circ}\text{C}$
- אופציונאלי - חיבור לעבודה מרשת החשמל

משווק על ידי: מ.ג. הנדסה

טלפון: 03-9798333

www.mnengineering.co.il



PROCEQ – הודעה לעיתונות

חברת PROCEQ השיקה לאחרונה את מכשיר ניתוח הקורוזיה CANIN+ עם מערכת אלקטרודת הגלגל המהירה בעולם.

קורוזיה בברזלי הזיון במבני בטון מזוין מהווה את המרכיב העיקרי בעלות התחזוקה של תשתיות. היא עלולה להגיע עד כדי 15% מהעלות הבניה המקורית בכל שנה. איתור מוקדם שלה יסייע בטיפול בה בשלב בו עלותו היא מינימאלית.

קיימים 2 מכשירים הנותנים מידע על שלבים שונים בהתפתחות הקורוזיה:

1. מכשיר RESI המבוסס על עקרון "Wenner" אשר מיועד למדוד את מוליכות הבטון ויכול לאתר גם שינויים ראשוניים במוליכות הבטון בטרם התהוות תהליך קורוזיה בזיון, וזאת על סמך שינוי במוליכות החשמלית של הבטון.

לפי תוצאות המדידה במכשיר זה נתן לדעת מה מצב זיון הברזל:

- 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 שתיווצר קורוזיה.

המכשיר מציג בתצוגה הגרפית שלו את מדדי המוליכות הנמדדים וערכים גרפים.

2. מכשיר CANIN המאתר את הקורוזיה הקיימת, מצייר את מיקומה ומציג מסך המראה שינויי גוון או ערכים מספריים. המכשיר פועל על עקרון "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 דרך גשיש, וכבל שני סוגר את המעגל החשמלי דרך הארקה יסוד.

כאשר יודעים על ערכים חריגים במוליכות הבטון או סימנים ראשוניים לקורוזיה - שלב השינויים הכימיים - ניתן עדיין לבצע פעולות שימור במבנים בעלויות לא גבוהות במיוחד.

מומלץ להשתמש ב-2 המכשירים המתוארים תוך שתוף-פעולה.

חברת PROCEQ, שווייץ, הכריזה על השקת ה- CANIN+ המשופר, הכולל גלגל אחד או ארבעה גלגלי אלקטרודות, במטרה לענות על צרכי תעשיית הבנייה למכשיר חכם ועמיד לניתוח קורוזיה.



צרכי הלקוח, PROCEQ מציעה מבחר אביזרי בדיקה שונים לשימוש יחד עם ה- CANIN+: "אלקטרודה נקודתית" אשר פותחה כדי לבחון שטחים קטנים מ-20 מ"ר וכן משטחים בלתי נגישים בהם גלגל האלקטרודות אינו שמיש. בנוסף, מוט ה"אלקטרודה הנקודתית" משמשת למדידות מפורטות כולל התמקדות בשטח קטן במיוחד עם אפשרות לרזולוציה גבוהה, לשם איתור מדויק של נקודות קורוזיה. אלקטרודת הגלגל תוכננה עבור סריקה של אזורים גדולים יותר, ובפרט עבור משטחים ששטחם נע בין 20 ל-100 מ"ר. אלקטרודת ארבעת הגלגלים הינה כלי לבדיקה מהירה ביותר של אזורים גדולים. מהירות הבדיקה תסייע בחסכון זמן ועלויות. לדוגמא, אלקטרודת ארבעת הגלגלים מאפשרת ליצור מכשיר משולב הכולל את מכשיר ה- CANIN+ ואת מכשיר ה- RESI. מכשיר משולב זה מבוסס על עקרון "Wenner" שבה נמדדת ההתנגדות החשמלית של הבטון, המעידה על מידת ההיתכנות של קורוזיה. הוא מעולה עבור בדיקות משלימות באזורים שכבר נסרקו באמצעות מוט או גלגל האלקטרודה, המבוססים על שיטת פוטנציאל הקורוזיה "חצי תא". שיטת ההתנגדות החשמלית הוכחה אמפירית כמעידה על שיעור קורוזיה.

תוכנת פרו-ויסטה של ה- CANIN מאפשרת ניתוח פשוט ומהיר של המידע שנאסף על ידי מוט וגלגל האלקטרודה. היא מסייעת בתיעוד יעיל של מדידות על ידי העברת המידע ממכשיר ה- CANIN+ למחשב לצורך תצוגה, עריכה והוספה לדוחות.

מכשיר ה- CANIN+ מזווד בתיק נשיאה מותאם המכיל בתוכו את כל אביזרי המכשיר הנלווים.

למידע נוסף על ה- CANIN+ החדש ועל PROCEQ, ניתן ליצור קשר עם נציגי חברת PROCEQ בישראל.

נכתב על-ידי: **ירון רוזנברג**, מנהל טכני, חברת ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון

חיישני אינפרא אדום לצורכי מדידות טמפרטורה



אלינה טכנולוגיות משווקת בארץ את מוצרי **חברת מיקרו אפסילון** המתמחה בטכנולוגיות מדידה, מזה מספר חודשים החלה החברה לשווק חיישני אינפרא אדום לצורכי מדידות טמפרטורה.

חיישני החברה מודדים ללא

מגע את קרינת האינפרא אדום אשר נפלטת האובייקט ובכך מתאפשרת מדידה מדויקת של הטמפרטורה.

בזכות מערכת מדידה משולבת ועמידה למים וכן חיבורים באמצעות כבלים חזקים, מערכת גלגלי האלקטרודות של CANIN+ מתאימה עכשיו אפילו יותר לתנאים קשים באתר הנבדק.

על מנת לענות על כל

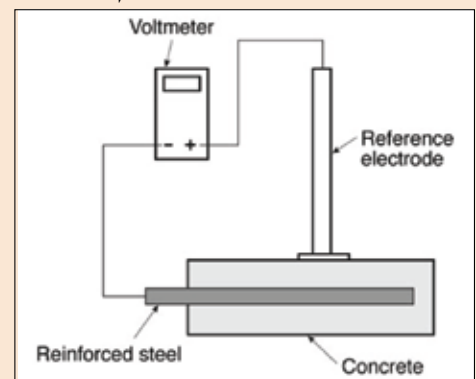


Figure 1. Schematic showing basics of the half-cell potential measurement

מערכות הרנטגן של חברת ICM בישראל

חברת ICM הבלגית מציעה בארץ מגוון רחב של מערכות רנטגן מתקדמות ואמינות לענף הביטחון והבדיקות הלא הורסות. החל במערכות של 120kV הפועלות על סוללות ועד 360kV, חד כיווניות ופנוראמיות, מערכות לקראולרים לבדיקות קווי צנרת. בשנת 2009 מחירי היכרות מיוחדים.

לפרטים נוספים: VSR Technologies Ltd.; Email: info@vsr.co.il

Tel: 972(3) 9605559 www.icm.be



NSI - מערכות שיקוף Realtime מתקדמות

חברת NSI (North Star Imaging) האמריקאית הינה מהמתקדמות בעולם בייצור מערכות שיקוף Realtime ו-CT לענף הבדיקות הלא הורסות. התמחות בייצור מערכות תפורות לפי מידות וצרכים, שילוב מערכות מיקרופוקוס, תוכנת פענוח אוטומטי מתקדמת, מיון אוטומטי של חלקים מתקבלים ופסולים ועוד.

לפרטים נוספים: VSR Technologies Ltd.; Email: info@vsr.co.il

Tel: 972(3) 9605559 www.4nsi.com



ברכא

אשכנזי אן

על עמידה באבני P&W וקבלת האינדיאנה 3

במפעל מנועי בית שמש

עלה והצלה

קבוצת המוצרים החדשה אשר נקראת טרמו-מטר ("thermoMETER") מיועדת במיוחד לשימושים שונים בתעשיות המתקדמות.

חיישני האינפרא אדום מתחלקים ל-23 מוצרים שונים ובהם מוצרים נייחים וניידים כתלות באפליקציה הרצויה. תחומי המדידה של החיישנים הינו רחב ביותר כתלות במוצר, הטווח נע בין -40°C ל- 1800°C .

לפרטים: אלינה טכנולוגיות. טל': 03-5590277/8.

חיישנים קונפוקליים בטכנולוגיה הייברידית

חיישני ה-optoNCDT 2403 הקונפוקליים החדשים מבית מיקרו אפסילון משלבים את תכונות הקונספט של שני תחומים מובילים בטכנולוגיה זו, גודל פיזי מיניאטורי וכושר מדידה גדול. החיישנים בעלי הקוטר החיצוני של 8 מ"מ בלבד הינם מיניאטוריים במדידה.

החיישנים הינם פיתוח לסדרת ה-optoNCDT 2400 אולם ומאחר שהצורה הדיגיטאלי שלהם הינו רחב יותר מתקבלת אלומת אור חזקה יותר מאשר בדגמים הקודמים ובכך השיפור המשמעותי בכושר המדידה ביחס ל-optoNCDT 2402 המיניאטורי.

ב-optoNCDT 2403 חל שיפור משמעותי באלומת האור המוחזרת מהמטרה, הודות להסתעפות רחבה יותר של האור המוחזר המתאפשרת באמצעות מיקום מחדש של העדשות בחיישן.

תכונות אילו מועילות במיוחד כאשר המטרה הינה נטויה או אינה פולארית לזווית המדידה, ולכן המדידה מתבצעת גם כאשר האור מוחזר מפאה אחת של המטרה ולא מהמטרה כולה, בדרך זו על ידי זווית פתיחה גדולה יותר ה-optoNCDT 2403 יכול לבצע מדידות יציבות יותר על מטרות נטויות ולא רפלקטיביות במיוחד, המדידה מתאפיינת בטווחים גדולים יותר מאשר ה-optoNCDT 2402. כאשר קצב המדידה הינו 30 KHz והדיוק הינו 0.016 מיקרומטר!!!

יישומים ומדידות רבות אשר בעבר לא התאפשרו וביניהם הרכבות בהן המקום מוגבל ובסיס המטרה אינו אידיאלי למטרות לא רפלקטיביות. מיקרו אפסילון מציעה כעת מספר דגמים אשר טווחי המדידה נעים בין 0.4 מ"מ ל-10 מ"מ.

לפרטים: אלינה טכנולוגיות. טל': 03-5590277/8.



Advanced Ultrasonic with Phased Array Imaging

סדרת ה-EPOCH 1000

סדרת ה-EPOCH 1000 של מכשירי הבדיקה האולטרסוניים הדיגיטאליים משלבת את הרמה הגבוהה ביותר של מכשירי נייד קונבנציונלי, עם יכולת תצוגה של PA. ה-EPOCH 1000, EPOCH 1000iR, ו-EPOCH 1000i-1 מאופיינים בסגנון אריזה אופקי חדשני, עם תצוגת VGA, מערכת לחצנים משוכללת לניווט במערכת ההפעלה ולשינוי פרמטרים, עם התאמה מלאה ל-EN12668-1. ביצועי מכשירי הבדיקה האולטרסוניים הקונבנציונליים המתקדם של סדרת ה-EPOCH 1000 משופר ב-EPOCH 1000i-1 באמצעות יכולת תצוגת PA.



מאפיינים עיקריים:

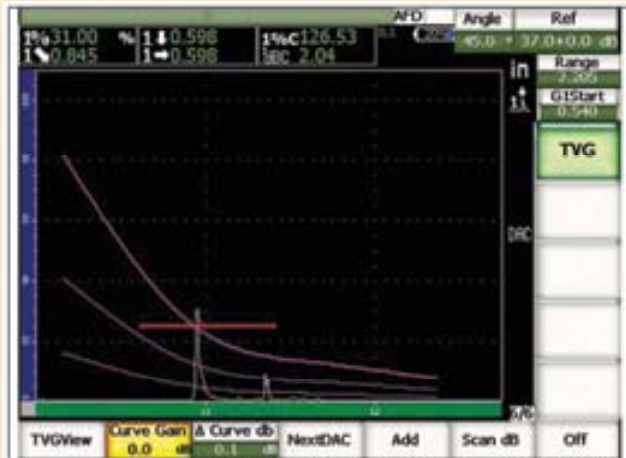
- זמין עם חבילת תצוגת PA
 - עומד בדרישות EN12668-1
 - למעלה מ-30 אפשרויות סינון במקלט הדיגיטאלי
 - PRF 6 KHz לסריקה מהירה
 - זיהוי אוטומטי של גששי PA
 - שימוש ידידותי בבקורות הכיול וההשהיה ומיקוד האלומה
 - פלט אנלוגי/התראה ניתן לתכנון
 - דירוג IP66 עבור בתנאי סביבה קשים
 - עיצוב אופקי עם מערכת לחצנים משוכללת לניווט במערכת ההפעלה ולשינוי פרמטרים
 - מקלט דיגיטלי עם טווח דינמי רחב
 - תצוגת VGA מלאה ניתנת לקריאה גם באור שמש
 - חבילת ClearWave להעצמה ויזואלית לניתוח סריקות A-scan קונבנציונליות
 - סמני התייחסות ומדידה
 - DAC/TVG דינמי
 - DGS/AVG בתצוגת מסך
- רמות קונפיגורציות המכשירים בהתאם לצרכי הבדיקה:



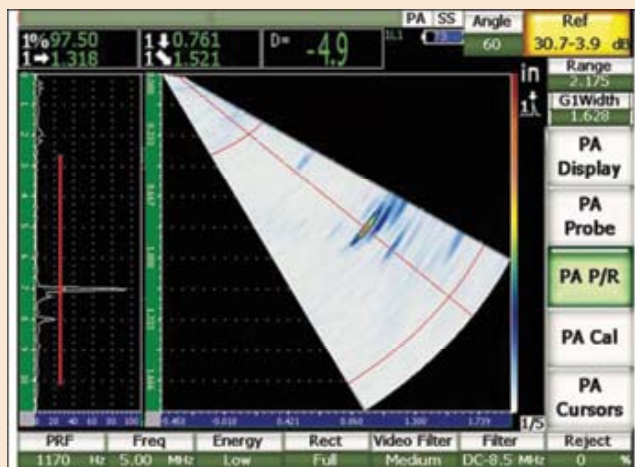
EPOCH 1000 - מכשירי בדיקה קונבנציונאליים מתקדם (ניתן לשדרוג ל PA באישור מרכז השירות של אולימפוס)

EPOCH 1000iR - מכשירי בדיקה קונבנציונאליים מתקדם + הכנה ל PA (ניתן לשדרוג עצמי ל PA)

EPOCH 1000i - מכשירי בדיקה קונבנציונאליים מתקדם + PA מובנה.



תצוגת מסך קונבנציונלית המאפשרת ניתוח נוח של הממצאים



תצוגת PA משולבת עם תצוגת A SCAN

מכשירי הבדיקה של Sonotron NDT – נכללים במערכי הבדיקה של יצרניות המטוסים



בשנת 2008, נכלל מכשירי הבדיקה האולטרסוניים ISONIC 2006 במדריך ה-NDE של כל דגמי בואינג 737, 747, 757, 767, 777, 787 C-scan

הסטנדרטי לביצוע מספר רב של בדיקות.

ה-Isonic 2006 נכלל גם במדריך ה-NDE של מטוס Airbus A380.

פיתוח תמיסה המזרזת את תהליך שחזור מספרים מחוקים בכלי רכב וכלי נשק בסגסוגות אלומיניום

משתתפי המחקר: יהודה נובוסלסקי, ניקולאי וולקוב, צדוק צח מהחטיבה לזיהוי פלילי, משטרת ישראל
יונס יצחק הופר צבי מהמכללה להנדסה, ירושלים

תקציר

משטרת ישראל ובתוכה מחלקי הזיהוי פלילי מתמודדים עם תופעת גניבות כלי הרכב וזיופים. סימני הזיהוי העיקריים של כלי רכב הם מספרי השלדה והמנוע המוטבעים בהם. הטבעות אלה נעשות בדרך כלל ע"י היצרן ובחלקם ע"י היבואן המייבא אותם. כאמור, נתונים אלה מהווים מעין "תעודת זיהוי" של כלי הרכב.

זיוף כלי רכב נעשה בדרך כלל לאחר גניבתו, וזאת באמצעות מחיקת נתוני מספרי שלדה ומנוע המקורים והטבעת נתונים "חדשים". לצורך חשיפת הזהות המקורית יש לשחזר את הנתונים המקוריים שהושחתו.

השיטות לחשיפת הנתונים הללו ידועות וקיימות הן לגבי חומרי מבנה ברזליים והן לגבי מספר סדרות של סגסוגות אלומיניום.

עם המעבר לשימוש בסגסוגות אלומיניום מסדרה XXX7 ע"י יצרני כלי הרכב ובעיקר באופנועים, יכולת השחזור של הנתונים שהושחתו במשטחים אלה באמצעות המאכלים הקיימים פחתה, וברוב המקרים לא ניתן היה לשחזר את ההטבעה שהושחתה. לצורך חשיפת נתונים

שהושחתו בסגסוגות אלומיניום מסדרה זו, פותחה תמיסה חדשה. פיתוח התמיסה נעשה במסגרת פרויקט מהנדס במכללה להנדסה.

בפרויקט זה נבדקו מספר תמיסות כימיות לאיכול סגסוגות אלומיניום סדרה XXX7 ושיפור התהליך גם עבור סגסוגות אלומיניום נוספות על פי פרמטרים שונים כגון: קצב האיכול ויכולת החשיפה עבור כל אחת מהן. בסופו של התהליך פותחה תמיסה המבוססת על החומרים כדלקמן: ברזל כלורי ($FeCl_3$), חומצה הידרוכלורית (HCl), חומצה חנקתית (HNO_3), חומצה הידרופלואורית (HF) ומים נטולי יונים ($DI \square Water$).

תמיסה זו, לעומת התמיסות השימושיות כיום ביחידות הזיהוי ברחבי העולם (סודיים הידרוקסיד $NaOH$ בריכוז של 10%), הצליחה לשחזר את אותם מספרים מחוקים בסגסוגות אלומיניום סדרה XXX7 ובזמן קצר. הנתונים של מספרי השלדה והמנוע שנחשפו באמצעות התמיסה, היו ברורים, חדים וללא כל ספק בזיהויים.

שימוש נוסף שנעשה בתמיסה חדשה זו על גבי משטחי סגסוגות אלומיניום מסדרות



רפ"ק צדוק צח



יהודה נובוסלסקי

נוספות, קיצר משמעותית את זמן החשיפה (במקום לעבוד מספר שעות החשיפה מתבצעת תוך מספר דקות) את זמן תהליך חשיפת נתוני מספרי השלדה, המנוע וכלי נשק שהיו מוטבעים על גבי משטחי אלומיניום אלה, ושיפר משמעותית את איכות הנתונים שנחשפו. שיפור משמעותי זה מאפשר כיום לצלם בצורה ברורה וחדה את אותם הסימונים שנחקו ושוחזרו מחדש.

ריאגנט זה הוכנס לאחרונה לשימוש פעיל ביחידות הזיהוי של משטרת ישראל מהווה נדבך נוסף בעל חשיבות רבה במלחמה כנגד זייפני כלי הרכב, באמצעות קיצור זמן העבודה של הבודק ולעליה משמעותית ביכולת הגילוי של אותם הנתונים המקוריים שהושחתו.

תקציר הרצאה בנושא בדיקת גימורים בצינורות מובילי הצירים בסערי 5

רס"ן עמי סלומון, חיל הים



ישירה אל חלקם התחתון ללא פירוק מסיבי של מכלולים בסביבת הצירים. בשל האמור לעיל, עלה הצורך בפיתוח שיטה לבחינה רציפה של כל היקף צינורות מובילי הצירים, וזאת כאשר הגישה הינה מחלקם העליון בלבד. שיטה זו, בטכנולוגיית ה-Long Range Ultrasonic פותחה עבור חיל הים ע"י חברות "גבי שואף" ו"סונטרון". במסגרת ההרצאה יתוארו שלבי הפיתוח של המערכת החדשה, וכן ממצאי הבדיקה הראשונה שבוצעה בספינת חה"י.

בספינות סער 5 של חיל הים קיימת תופעה של איכול קורוזיבי פנימי של מובילי הצירים - צינורות בקוטר 562 מ"מ, בעלי עובי דופן של 12 מ"מ - בהם עוברים צירי הספינה. חה"י ערך עד כה בדיקות עיתיות למציאת גימומים למובילי הצירים באמצעות בדיקה של רשת נקודות על היקף מובילי הצירים. רשת זו, על אף היותה צפופה, אינה מבטיחה גילוי של גימום הנמצא בין נקודות הרשת. בנוסף, מיקום מובילי הציר בתוך הספינה אינו מאפשר גישה

קורוזיה – סכנה לאיכות הסביבה

רעות בללי, ד"ר אלברטו קאופמן

איקא מעבדות (2006) בע"מ www.ikalabs.co.il

טיפולים בהתאם לתנאים אלו, כגון פאסיביזציה לפלב"מ. בנוסף, ניתן לצפות את פני השטח הבאים במגע עם המדיום הקורוזיבי.

דרך נוספת לצמצום הפגיעה הקורוזיבית הינה הגנה קתודית פאסיבית או אקטיבית. הגנה קתודית פאסיבית נעשית באמצעות חיבור המתכת למתכת אחרת בעלת פוטנציאל חיזור נמוך יותר (בדרך כלל נעשה שימוש במתכות כמו אבץ, מגנזיום או אלומיניום). מתכת זו מתפקדת כאנודה הקרבה ומאוכלת עם הזמן במקום המתכת המקורית. על עקרון זה מבוססת פעולת הגליון- ציפוי פלדה באבץ.

הגנה קתודית אקטיבית נעשית על ידי יצירת מתח נגדי במתכת על ידי זרם מאולץ ממקור חיצוני, ובכך לא מתאפשרת התחמצנות המתכת.

חשוב מאוד לבצע ניטור לקורוזיה במהלך השירות של הגופים המתכתיים. הניטור נעשה בדרך כלל באמצעות בדיקות NDT, כגון בדיקת עובי דופן של צנרת כאינדיקציה לפגיעה הקורוזיבית באמצעות מכשור אולטראסוני. לעיתים קרובות, בעקבות מציאת בעיה לאחר בדיקה מסוג זה יוצא לפועל השימוש בדרכים הנוספות לניטור הקורוזיה, כמו שימוש ב- coupons- חשיפת דגמים זהים בהרכב ובמבנה למתכת הבסיס של החלק הנבדק לתנאי הסביבה בהם הוא משרת ואומדן קצב הקורוזיה על ידי שקילה או בדיקה מיקרוסקופית כל פרק זמן מסוים.

דרך נוספת הינה מדידת ההתנגדות החשמלית של החלקים, שגדלה עם הירידה בעובי. מדידת התנגדות זו כל פרק זמן מסוים או באופן רציף נותנת אינדיקציה לקצב הירידה בעובי וכך לקצב הקורוזיה. היתרון המשמעותי בשיטה זו הוא שאין צורך בהוצאה והכנסה של coupon. בדומה לעקרון בו נמדדת ההתנגדות החשמלית, ניתן למדוד את המתח באמצעות שיטה הנקראת (Field Signature Method (FSM. שיטה זו משמשת עבור חלקים גדולים או ארוכים. פיינס מוצבים לאורך החלק, בדרך כלל במרחק גדול פי 2-3 מעובי הדופן. זרם חשמלי מושרה לחלק, ונמדד המתח בין הפיינס. שינוי בעובי הדופן בעקבות התקפה קורוזיבית יראה שינוי במתח שבין הפיינס.

המקרה המתואר נלקח מתוך חקר כשל שבוצע ע"י איקא מעבדות (2006) בע"מ. ניתוח הממצאים כפי שנתגלו בבדיקות NDT ובבדיקות מטלורגיות משלימות הביא למציאת הסיבה לכשל ואפיון הדרכים לתיקון והימנעות ממקרה דומה בעתיד.

התקפה קורוזיבית של מתכות עשויה להוות סכנה ממשית לאיכות הסביבה. כך למשל, יכולה התקפה קורוזיבית במיכלי אגירה והובלה או בצינורות, לגרום לדליפת חומרים מסוכנים המאוחסנים בהם כתוצאה מהחיצוץ סדקים וחורים בדפנות. כמו כן, התקפה קורוזיבית של מיכלי וצנרת מים עשויה לגרום לזיהום המים ולהפיכתם ללא ראויים לשתיה.

אחת הסכנות הגדולות ביותר לסביבה כיום שיכולה לנבוע מהתקפה קורוזיבית הינה דליפות ממיכלי דלק תת קרקעיים וזיהום הקרקע ומי התהום. התקנות כיום מחייבות שימוש במיכלים עמידים ומוגנים בפני קורוזיה בעלי אמצעים למניעת נזילות, כגון שסתומים אוטומטיים. ההגנה בפני הקורוזיה נעשית באמצעות דרכים שונות, כגון ציפוי חיצוני/ פנימי של המיכל והגנה קתודית. בנוסף, ישנה חקיקה בישראל הקובעת דרכים לניטור הדליפות, בהן משולבות בדיקות ללא הרס ובדיקות אחרות.

הסיבות להחיצוץ כשלים כתוצאה מהתקפה קורוזיבית הן שונות ומגוונות, כמו שימוש בחומרים שאינם עמידים דיים למדיום הקורוזיבי, בעיות ריתוכים או בעיות פני שטח. לדוגמא, בחקר כשל שנעשה במעבדתנו לצנרת מרוחת במיכל לטיפול בסודה משומשת התגלו נוקי קורוזיה חמורים בעיקר באזורי הגבול שבין הרתך לאזור השפעת החום (ר' תמונה 1). מהבדיקה עלה כי ההרכב הכימי של תפרי הריתוך שכשל אינו עומד בדרישות התקן ושונה מההרכב המומלץ עבור אלקטרודה לריתוך פלב"מ L316, בניגוד להרכב מתכת הבסיס שעומד בדרישות התקן. הדבר גרם לקורוזיה גלונית עקב הבדלי הפוטנציאל בין הריתוך למתכת הבסיס.

ישנן דרכים שונות לצמצום הפגיעה הקורוזיבית במתכות. בראש ובראשונה יש לבחור חומרים בעלי עמידות לתנאי הסביבה הרצויים. כמו כן, יש לבצע



הסמכת כח אדם בבדיקות לא הורסות - "מורה נבוכים"

הכינו : ד"ר יוסי שואף - נשיא העמותה, גדעון רונן - מנהל האיכות ומרכז הבחינה של הגוף המתעיד - ISIRACERT

הגדרות

אנו משתמשים ביום יום בערבוב של מונחים ולא תמיד מתכוונים למה שמציניים, להלן הגדרות שיקלו על הקורא לעקוב אחרי הכתוב.

- **הסמכה (Accreditation)** - הכרה הניתנת לגוף על עמידה בדרישות מסוימות. לדוגמה הרשות להסמכת מעבדות מוסמכת (ע"י הגוף הבין לאומי ILAC) לבצע בדיקות התאמה של מעבדות ונותנת להן הסמכה.

- **התעדה (Certification)** - הכרה הניתנת לאדם, למוצר או שירות על עמידה בדרישות מסוימות. לדוגמה - רתך מותעד לביצוע עבודה. בטעות (מסיבות היסטוריות) קוראים לזה "רתך מוסמך".

- **בודק מותעד על ידי ASNT - בודק NDT** שעבר בחינות ב-ASNT.

- **בודק מותעד על ידי המעסיק - בודק NDT** שעבר בחינות המתאימות לדרישות SNT-

TC-1A אך לא ב-ASNT.

- **התעדה על ידי גוף מרכזי** - התעדה בידי גוף מקצועי מוסמך ובלתי תלוי שעומד בדרישות ISO 17024 וקיבל את הסמכתו מגוף שרשאי להסמיק לכך.

התעדות (הסמכות) בודקי NDT.

היסטוריה

בארה"ב - בשנת 1968 הוציאה האגודה האמריקאית ASNT מסמך המלצות להסמכת

←

מבחיני TÜV בישראל

בחודש פברואר השנה, התקיים עוד מחזור מבחנים של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות עבור בודקי אל הרס שמיועדים לבדוק מכלי לחץ לפי התקנים האירופיים.



ג'קי בן דיון, בוחן רמה 3 עם סוקרי SINCERT במהלך המבחן המעשי

הבחינות התקיימו לפי דרישות הדירקטיבה האירופאית לצידוד לחץ והיו מיועדות להתעדה על ידי TÜV לפי תקן EN473.

במחזור זה השתתפו 25 נבחנים מארגונים שונים, אשר נבחנו בשיטות הצבע החודר, חלקיקים מגנטיים ורדיוגרפיה.

המבחנים התקיימו בהתאחדות התעשיינים והיו תחת פיקוח של סוקרי SINCERT - גוף הסמכה אירופי.

קיום המבחנים התאפשר בעקבות החזרתו של הגוף המתעיד הישראלי לידי העמותה לאחר תקופה ארוכה שהיה בידי מכון התקנים



המבחן העיוני בהתאחדות התעשיינים



גדעון רונן עם סוקרי SINCERT במהלך המבחן המעשי

ב-Register של הגופים המתעידים האירופאים בעלי הכרה הדדית.

ההודות לפעילותו הנמרצת של גדעון רונן לחידוש ההסמכה של ISIRACERT והכללת ISIRACERT

הרשות הלאומית להסמכת מעבדות אשר מוסמכת להסמך מעבדות לפי ISO 17025, נמצאת בשלב של קבלת הסמכה להסמך גופים מתעידים לפי ISO 17024.

העמותה הלאומית לבדיקות לא הורסות קיבלה כבר בשנת 1999 את ההסמכה להתעיד בודקים לפי EN473 ועשתה זאת עבור גופים שונים שנדרשו לזאת על פי הדירקטיבה האירופאית למיכלי לחץ.

השנה היא עברה הסמכה מחודשת על ידי ה-SINCERT האיטלקית (המקבילה לרשות הלאומית להסמכת מעבדות אצלנו) כמו SINCERT ישנם גופים נוספים שיכולים להסמך גופים מתעידים.

לאחרונה היתה דרישה להסמכות של TUV.

האם TUV יכולה להסמך גוף מתעיד?

התשובה היא לא. TUV הוא בעצמו גוף מתעיד שהוסמך על ידי גוף עליון כדוגמת SINCERT. בהיותה גוף מתעיד היא יכולה לקחת לעצמה קבלן משנה במדינות מסוימות ובלבד שקבלן זה הינו בעצמו גוף מתעיד מוסמך.

לעמותה לבדיקות לא הורסות הסכם בלעדי עם TUV לבחון בארץ בודקים עבור TUV.

מה בכלל טוב כל כך בהסמכה מרכזית?

תלוי למי.

למעסיק זה פחות טוב כי בהתעדה לפי SNT-TC-1A ההתעדות הן בשליטתו. הרמה III שלו מדריך את הבודקים, בוחן אותם ומתעיד אותם בשם המעביד. לא קיים גורם אובייקטיבי שבדוק האם המועמד להתעדה עונה לכל הדרישות המקדמיות כולל הניסיון המעשי הנדרש בתקן, האם השאלות קלות או קשות מדי, האם הייתה שמירה נאותה של הבוחנים בזמן המבחן וכדומה. קיים פיתוי למעסיק לסיים את ההתעדה עם השקעה ומאמצים מינימליים.

בהסמכה על ידי המעסיק התעודה אינה רכוש הבודק והיא פגה עם עזיבתו את מקום העבודה. ההיגיון הוא שהוא מותעד רק תחת "כנפי" המעסיק ובהשגחתו.

המעסיק מעוניין בהסמכה על ידי המעסיק.

ללקוח

התעדה מרכזית היא מצוינת. הוא יכול לסמוך על גורם מקצועי וחסר פניות שרק עובדים מיומנים ומקצועיים יבצעו את הבדיקות. הלקוח מזמין בדיקות יקרות ורוצה לדעת שהוא מקבל את התמורה לכך. זו הסיבה שנושא ההתעדה המרכזית צובר תנופה.

ובהצטרפותו לפי התוכנית האמריקאית SNT-TC-1A.

בשנים האחרונות, בעיקר בפרויקטים אירופאים, נדרשת התעדה לפי EN 473. הסיבה לכך היא אמינות גבוהה יותר. בעוד שהסמכת המעסיק עלולה להיות מושפעת מלחצים שונים, הרי שהתעדה מרכזית נעשית על ידי גוף שאסור לו להדריך את הנבחנים ואסור שתהיה זיקה בין הבוחנים לנבחנים.

הדירקטיבה האירופאית למיכלי לחץ דורשת שהבודקים יהיו מוסמכים לפי EN 473.

להלן דרישה של לקוח גרמני שהתקבלה במשרדי השבוע המדברת בעד עצמה.

Dear Dr Shoef!,

I have written our contractor that we will accept your Personnel with ASNT certification for all components except Steel structure for buildings, ie Supporting bearing, Supporting structure, Platforms, stairs. For these components the NDT personnel must be certified by EN 473 due the German law.

לעמותה הישראלית לאומית יש הסמכה לבחון לפי EN473. לא כולם יודעים זאת ולפיכך פונים לחו"ל כדי לבצע את הבחינות. הדבר כרוך בנסיעה לחו"ל, או בהבאת הבוחן לארץ - שניהם יקרים מאד. בנוסף הבחינות הן באנגלית. לא לכל בודק רמה II, אפילו אם הוא מיומן ומקצועי ישנה המיומנות בשפה זו לעבור מבחן. במבחנים בארץ הם בעברית.

למי מותר לבצע התעדה מרכזית?

התקן הבינלאומי

ISO 17024 General requirements for bodies operating certification of persons

קובע את הכללים והדרישות מגוף כזה ואוסר זיקה בין ההדרכה לבוחנים ובין הבוחנים לנבחנים. התקן קובע כללים לגבי אופן עריכת המבחנים, החומר הנבדק ורשימה ארוכה של דרישות נוספות. גוף כזה אינו ספציפי לבדיקות לא הורסות אלא יכול לשמש גם להתעדת מפקחי ריתוך, מפעילי מכונות שונות, מדפיסות במחשב וכל נושא שחשובה לציבור מיומנות העובדים.

איך ניתן לקבל הסמכה כזו וממי?

לאחר שהגוף המתעיד ממלא את כל דרישות התקן, הוא פונה לגוף מסמך הרשאי להסמך לתקן זה. בארץ אין כרגע גוף כזה אך לידיעתי

כח אדם. מסמך זה השומר על שמו הוא SNT-TC-1A. משמעות השם היא SNT בשביל ASNT ו-TC-1A זה מספר הועדה הטכנית שכתבה את המסמך.

המסמך מגדיר 3 רמות התעדה - I, II, III. הרמות הראשונות דורשות 3 תנאים - הדרכה, מבחנים וניסיון. לרמה III נדרשה תקופת פעילות כרמה II ומעבר בחינות מתאימות.

בשנת 1976 היו אנשים שהותעדו ללא בחינות על סמך ניסיון ויכולות (Grandfathering). בשנת 1977 בוטלה אפשרות זו ו-ASNT החלה לקיים בחינות מתאימות לרמה III.

התעדות אלו ניתנות על ידי המעסיק. כלומר רמה III של המעסיק בוחן ומסמך את עובדי המעסיק לרמות I, II, III.

בשנת 1996 השיקה ASNT את תוכנית ההתעדה המרכזית ל-3 הרמות - ACCP. המשמעות היא שהבודק מוסמך על ידי ה-ASNT ולא על ידי המעסיק. היתרונות והחסרונות - בהמשך.

באירופה - ההתעדה מבוצעת על ידי גופי התעדה מרכזיים. התקן הישים הינו בדרך כלל EN 473 ולבודקים בתעופה EN 4179. הגופים המתעידים בודקי NDT במדינות השונות חייבים להיות מאושרים ע"י העמותות הלאומיות לבדיקות לא הורסות של אותן מדינות. התעודות המונפקות ע"י הגופים המתעידים המופיעים בפנקס (Register) של הגופים המתעידים המוסמכים, מוכרות באופן הדדי בכל ארצות אירופה מכוח ההסכם המולטילטרלי שבין העמותות החברות בפדרציה האירופית לבדיקות לא הורסות (EFNDT).

בארץ - בשנת 2002 עדכנה הועדה הטכנית המתאימה במכון התקנים את תקן 1031 "עקרונות כללים להכשרה והתעדה של העוסקים בבדיקות לא הורסות" וקבעה שמערכת הכשרת הבודקים תתאים לאחת מתוכניות ההתעדה וביניהן גם SNT-TC-1A (ע"י המעסיק) וגם ACCP ו-EN 473 (התעדה מרכזית).

בעולם - קיים התקן הבין לאומי ISO9712 המחייב התעדה על ידי גוף מתעיד מוסמך ובלתי תלוי ודומה ל-EN 473.

בשנת 1998 קיבל הגוף המתעיד של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות - ISRACERT הסמכה מאירופה לפעול כגוף מתעיד מוסמך להנפיק תעודות לפי EN 473 ו-ISO 9712.

המצב כיום בארץ

רוב הבודקים בארץ מוסמכים על ידי המעסיק

לבדוק

התעדה מרכזית טובה יותר. היא נחשבת יותר ואינה פגה בעוזבו את מקום העבודה. היא נכס אישי של הבודק.

לתעשייה

התעדה מרכזית מאפשרת למפעלים בארץ לייצר עבור אירופה תוך שימוש בבודקים מקומיים ובכך לשפר את יכולת התחרות.

האם העמותה ישראלית לבדיקות לא הורסת מוכנה לבחון ולהתעיד גם בודקים של גופים שאינם חברי העמותה?

בודאי. בהיותו גוף מתעיד מוסמך בלתי תלוי ISIRACERT מחויב להיות נגיש לכל מי שמבקש התעדה. וועדת קבלה תבדוק את הנתונים של כל בודק המגיש בקשה להתעדה והוא

יתקבל כמועמד למבחן אם ימצא שהוא עונה לדרישות.

על ידי מי מוכרת הסמכה זו של עמותת ISIRANDT?

תעודה רשמית של גוף התעדה המופיע בפנקס הגופים המתעידים לבדוקי NDT מוכרת על ידי כל גורם בעולם הדורש תעודה של גוף מתעיד מרכזי. עמותת ISIRANDT הינה חברה ב-EFNDT (הפדרציה האירופאית לבדיקות לא הורסת) ומוכרת תחת הסכם ההכרה המולטילטרלית של 26 גופים מתעידים באירופה השיכים לעמותות הלאומיות ל-NDT כגוף מתעיד לנושא בדיקות לא הורסת. ISIRACERT הגוף המתעיד של העמותה מופיע בפנקס הגופים המתעידים המוסמכים יחד עם הגוף הגרמני, הספרדי והולנדי הרוסי הבריטי ורבים אחרים.

תעודה המונפקת ע"י ISIRACERT מוכרת בכל אירופה כשוות ערך לתעודות המונפקות במדינות אירופה.

האם הסמכה מרכזית של EN473 מוכרת בארה"ב?

עדיין לא. בפגישה האחרונה של ICNDT (הועדה הבינלאומית לבדיקות לא הורסת) בשנחאי 2008, הוחלט על הקמת ועדת היגוי שתבצע הרמוניזציה בין התקנים האירופאים EN 473 ו-ISO 9712 והתקן האמריקאי לתוכנית ACCP.

עם זאת ישנה הכרה הדדית בין רמה 3 של הגוף המרכזי של ASNT – ACCP לבין רמה 3 של EN 473.

בדיקת אל-הרס ספקטרומטרית לצורך זיהוי חומרים ונתכים

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

הקדמה

בעבר, כאשר היה צורך באימות של סוג הסגסוגת (GRADE) באתר היה צורך להוציא מדגם מהמערכת הנבדקת: להשבית את המערכת, לבצע חיתוך, להוציא מדגם ולשלוח אותו למעבדה לצורך בדיקה ואימות. השיטה גרמה לפגיעה פיזית במערכת הנבדקת, ודרשה את השבתתה שנמשכה עד לתיקון המקום ממנו נילקח המדגם.

לפיכך, לצורך ביצוע אימות בשיטת אל-הרס, פשוטות יותר לביצוע, באתר ובעלות נמוכה יותר פותחו ערכות כימיות המתבססות על מגיבים שונים. ערכות אלו קיימות גם כיום. הן זולות מאוד וקלות לשימוש אך הן מוגבלות בכושר הזיהוי למספר מצומצם של סגסוגות ועלולות לתת זיהוי שגוי לגבי פלדות אל חלד.

כל אחד מעדיף להשתמש בבדיקת אל-הרס,



הפרופרציונאלים לאורכי הגל ולחומרים המזהים.

באופן כללי, העיקרון העומד מאחורי שיטת ה-XRF דומה לשאר הטכניקות הספקטרוסקופיות. אבל הייחוד שלה הוא שהיא כולה בדיקת אל-הרס: הדוגמא הנבדקת לעולם אינה ניזוקה או מושפעת, ויכולה לחזור לעבודה מיד לאחר הבדיקה.

מכשירי ה-XRF הניידים הראשונים

בתחילה השתמשו באיזוטופים רדיו-אקטיביים שפולטים קרינת X-RAY לצורך יצירת אקסיטציה במתכות הנבדקות (טכנולוגית שפורת רנטגן לא היתה זמינה באותה עת בשל מגבלת-מידות פיזיות). בנוסף לקרינת אלפא, בטא וגמא האיזוטופים השכיחים היו: Cd109, Am241, Fe55. אלה איפשרו לכסות בדיקת טווח רחב של משפחות סגסוגות. איזוטופים הינם נוחים לשימוש משום שהם עמידים והתפוקה שלהם נחשבת יציבה. החסרון שלהם הוא שבדומה לסוללה הם נחלשים עם הזמן. אורך מחצית החיים של קדמיום הוא 2.73 שנים ושל ברזל: 1.27 שנים. לפיכך, יש להחליף את ה-Cd109 מידי 5 שנים לערך ואת ה-Fe55 כל 3-2

שאינה פוגעת בחלק הנבדק, אינה דורשת השבתה של החלק או המערכת, אינה מצריכה חיתוך דגמים, שליחתם לבדיקות במכשור ספקטרומטר מעבדתי (המיכשור שהיה קיים בעבר) וכמובן שתהיה מהירה ואמינה. כאן נכנסים מכשירי X-Ray Fluorescence XRF הניידים לתמונה, בשל יכולתם לענות על אפיוני בדיקה אלה.

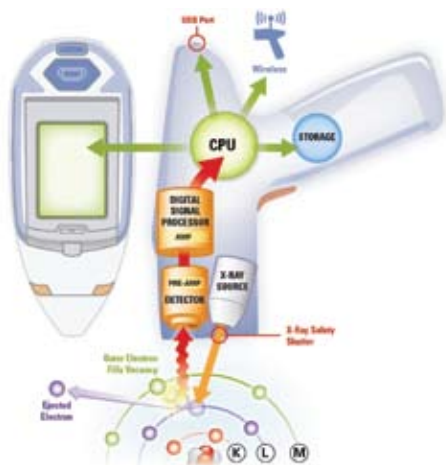
מכשירי ה-XRF הניידים הראשונים אשר יכלו לבצע בדיקות אל-הרס יוצרו לראשונה בסוף שנות ה-60 של המאה הקודמת. בעשור ומחצה האחרונים חלו התפתחויות מרשימות ביכולות של מכשירים אלה. היום נמצא בשוק כבר הדור הרביעי שלהם, והיד עוד נטויה.

מהי שיטת XRF

XRF היא שיטה ספקטרוסקופית: מכשיר ה-XRF שולח אנרגיה לתוך הדוגמא, הדוגמא עוברת עירור (אקסיטציה), והיא מקרינה (מבצעת fluorescence) קרי: פולטת מאפייני אנרגיה באורכי גל האופייניים לאלמנטים שמכיל החלק הנבדק. במוקד הפליטה מותקן גלאי אשר קולט את הקרינה הנפלטת ומתרגם אותה ספקטרומטרית לאותות חשמליים



תצוגת מסך של בדיקת ציפוי



עקרון הפעולה

ללא אקסיטציות משנה, וכך נותנת תוצאות אנאליזה מדויקת בזמן קצר. לעומת דגמים קודמים זמן הבדיקה התקצר ודיוק הבדיקה השתפר בכ-30-40%.

- במכשירים יש 6 פילטרים. המכשיר עובר אוטומטית לשימוש בפילטר המתאים לאפליקציה הנדרשת, בלי שהמשתמש יצטרך להורות לו מתי ולאיה פילטר לעבור.
- דטקטור מסוג silicon drift detector בעל שטח פנים של כ-15 מ"מ אשר מאפשר קריאת יסודות קלים ללא צורך בטיהור תא הבדיקה בגז הליום.
- במכשיר משולבת מצלמה. תמונת אזור הבדיקה מוצגת על מסך המכשיר בכל עת.
- במכשיר נמצאת קרן small spot המאפשר בדיקה של אזור בקוטר של 3 מ"מ ללא צורך בהרכבת קולימטור חיצוני.
- יש אפשרות לבדוק באותו המכשיר גם את הרכב החומר וגם את עובי הציפוי. המכשיר מסוגל לבדוק חלק המצופה בשלוש שכבות ציפוי שונות. אין צורך בביצוע כיולים מסובכים; יש צורך אך ורק בבחירת חומר הבסיס, ובהגדרת מספר שכבות הציפוי.

בשימוש בטכנולוגיה של דטקטור חצי מוליך מסוג silicon pin detector אשר הביאה ליצירת הדור השלישי של המכשיר. דטקטור זה:

1. איפשר לשנות את מבנה המיכשור כך שהדטקטור ויחידת העיבוד היוו יחידה אחת אשר מכילה את כל מרכיבי המכשיר. בכך איפשר ה-silicon pin detector להקטין את מידות ומשקל המכשיר למשקל של 2 ק"ג ולעשות אותו נוח יותר לשימוש.

2. העלה את רמות הגילוי והגדיל את הדיוק.

3. מאפשר בדיקת חלקים קטנים וריתוכים באמצעות קולימטור יעודי חיצוני שהורכב בחזית המכשיר.

לפני כחמש שנים פותח תא מדידה המטוהר בהליום המאפשר מדידת זהווי של אלמנטים "קלים": אלומיניום, מגנזיום, סיליקון וגופרית.

לפני יותר משנה הושגה פריצת דרך נוספת, לאחר שפותח דטקטור מסוג Silicon Drift Detector המשפר עוד יותר את יכולות המכשיר. הוא הביא ליצירת הדור רביעי זה של מכשירי XRF ניידים - משפחת המודל XL3T. הוא נותן היום בידי המשתמש מכשיר בעל יכולות מדהימות ביחס לדורות הקודמים:

- רמות LOD (limit of detection) משופרות ב"סדרי גודל" משמעותיים.
- גילוי מהיר - אנאליזות שעורכות 5 שניות.
- חברת Newton Scientific פיתחה במיוחד עבור מכשירים מדגמי XL3T שפופרת בעוצמה של W2 הפועלת במתחים שונים בין KV6 (עבור אלומיניום, מגנזיום, סיליקון) ועד ל-KV50 עבור יסודות "כבדים". שינוי המתח מתבצע אוטומטית ובו זמנית עם שנוי פילטרי הקיטוב.



- אלומת שפופרת רנטגן צילינדרי ממוקדת היוצרת אקסיטציה במוקד יחיד

שנים. לעומת זאת, מחצית החיים של Am241 הוא יותר מ-430 שנים, כך שהוא לא נחלש בתקופת חיינו אנו. החיסרון בשימוש במקור אמריציום הינו רישוי מסובך ורב מיגבלות.

הדטקטורים מהדורות הקודמים היו בעלי רזולוציה נמוכה ויכלו לזהות יסודות ממספר אטומי 22 - Ti (טיטניום). כלומר, לא היתה אפשרות לזהות יסודות הנחשבים "קלים" כמו אלומיניום, מגנזיום, סיליקון, גופרית ופחמן. בעת תהליך העירור (האקסיטציה) בקרינת רנטגן יסודות אלה פולטים אנרגיה חלשה שאינה מצליחה להגיע לדטקטור אשר נמצא בתווך של אוויר.



לפיכך פותחה

שיטת מיון PMI (Positive Material Identification) המבוססת על זהווי חיובי של סגסוגות על-פי זיהוי

היסודות ממספר אטומי 22 - Ti (טיטניום) ומעלה וללא התייחסות לאלמנטים הקלים. שיטה זו שימושית גם כיום. כאשר יש צורך באימות נוסף, אותו יש צורך לבצע באמצעות טכנולוגיה נוספת, משלימה (optical emission).

הדור ראשון של דטקטורים היה של דטקטורים פרופורציונאליים ממולאי גז. חסרונם הגדול היה דיוק נמוך, חוסר יציבות והיותם מסורבלים לשינוע עקב גודלם הפיזי.

הדטקטורים מדור שני יוצרו בטכנולוגית יודיד כספית (HgI2) אשר לצורך עבודתם היו צריכים להיות מקוררים לטמפרטורה של -5 מעלות צלזיוס. בדור זה הדיוק השתפר רבות ועמד על $\pm 5\%$. בשל מידותיו הפיזיות היה צורך להפריד בין הדטקטור ובין יחידת העיבוד. מכשירים מדור ראשון ושני היו בנויים משני חלקים: פרוב ויחידת עיבוד נתונים/תצוגה ומשקלם היה כ-10 ק"ג משקל הסוללות הווה כ-50% ממשקל המכשיר.

בשל גודל פרוב הבדיקה לא ניתן היה לבדוק חלקים קטנים, מחברים, פנינים, ריתוכים ועוד.

הדורות החדשים:

בסוף שנות ה-90 של המאה הקודמת החלו

ציוד אנאליטי ומיכשור לבקרת תהליכים וחומרים

גזים

- מיכשור לדגימת גזים וביצוע אנאליזה
- מיכשור לבדיקת חלקיקים בחדרים נקיים
- אנאליזרים ל-NO, NOx, בתעשייה וברפואה
- ציוד מבוסס IPAC למדי איכות- סביבה:
- גזים (גם רעילים), מהירות זרימה, לחות ועוד.
- משאבות לגזים
- מקרר גזים
- מדי זרימת אוויר
- מדי לחות יחסית

נוזלים

- ויסקומטרים- ניידים, מעבדתיים On-Line-I
- משאבות מעבדתיות מכל סוג, גם לחומרים קורוזיביים
- ציוד ומשאבות ל-HPLC

מוצקים ואבקות

- אנאליזרים On-Line לאבקות ומוצקים
- ציוד אל-הרס נייד לבדיקות בטון
- ציוד מעבדתי לבדיקות חומרי בניה
- מדי טמפרטורה ולחות לחומרי בניה
- נפות ומרעדים
- אנאליזרים לפחמן, גופרית, חמצן, חנקן ומימן במתכות, מחצבים, מינרלים ועוד
- TGA
- מדי מיטון רבי-דיוק לאבקות, גרמלים בגדלים שונים, עד 6 ערוצים
- ציוד הכנה לבדיקות פטרוגרפיות

מתכות

- אנאליזרים ניידים ומעבדתיים למתכות בשיטת XRF
- ציוד הכנה לבדיקות מטלוגרפיות, מכונות חיתוך, יציקה וליטוש
- מיקרוסקופים מטלוגרפיים
- ציוד X-Ray לבדיקת עומס שיויר במתכות
- אנאליזר בשיטת Barkhausen Noise לניבוי כשל מתכות
- מדי קשיות בכל השיטות, מעבדתיים וניידים
- מכונות מתיחה ונפיחה, הידראוליות וממוחשבות, לבדיקת תכונות מכניות
- מד עומק סדקים
- בדיקת חלקיקים מגנטיים
- צבעים חודרים

חדש!
מוצרי
Karl Deutsch
לבדיקות
NDT

אנאליזרים ניידים בשיטת XRF
לאנאליזת מתכות, כרייה, קרקע,
פלסטיק (RoHS/WEEE), ליסודות
כימיים ממגנזיום ומעלה



ציוד הכנה וחומרים מתכלים לבדיקות
מטלוגרפיות, מדי קושי ומיקרוסקופים



מדי קושי
למתכות



מיכשור נייד לבדיקות
NDT בבטונים (פטיש
, Pull-Off, Schmidt,
איתור קורות זיון,
קורוזיה ועוד)



ציוד מבוסס X-Ray לבדיקות Austenite-I stress שיויר במתכות בשיטת XRD

ציוד משלים וחומרים מתכלים לאנאליזרים

- מיכשור, סטנדרטים ומתכלים ל- XRF, ICP, ICPMS, OE
- סטנדרטים ומתכלים ל- Combustion analyzers

ציוד בקרה

- ציוד בקרה On-Line לאיכות חומרים
- תאי כוח ומומנט
- מערכות כיל
- Data Loggers
- מתמרים חכמים (גם מוגני פיצוץ)
- תצוגות
- מאזניים, משקלות
- גלים לבדיקות אולטרא-סוניות
- מיכשור לבדיקת כוח, torque, מתיחה, לחיצה
- ופיתול, ואביזרים נלווים
- מדי עובי דופן, מדי עובי צבע.
- בורוסקופים ואנדוסקופים, כולל צילום
- ושמירת נתונים
- מדי זרימה אולטרא-סוניים.

שירותים

- שירות וייעוץ מטלוגרי
- שירותי בדיקה במעבדתנו או באתר הלקוח, בפקוח מטלוגר מוסמך:
- בדיקות מטלוגרפיות וחקרי-כשל
- בדיקות פחמן-גופרית בחומרים אנאורגניים
- שירותי בדיקת מתכות על- ידי אנאליזר XRF נייד, כולל יסודות קלים
- ייעוץ מעבדתי בכל הקשור לליטוש ואיכול מתכת
- שירותי מעבדה, ושירותי תיקונים באתר הלקוח גם לציוד שלא סופק
- על-ידינו



וי.אס.אר טכנולוגיות רדיוגרפיה מתקדמות
VSR Advanced Radiographic Technologies

כל ציוד הבדיקות הלא הורסות תחת קורת גג אחת

Carestream HEALTH **Kodak**

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



Carestream HEALTH **Kodak**

מערכות רדיוגרפיה דיגיטלית



מערכות ☐יקו ☐ Realtime ו-CT



מערכות רנטגן מתקדמות



ציוד מקיף ומתקדם לענף התעשייה, איכות הסביבה ובדיקות 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