

חדשות אל הרס

ביטאון העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות

2010 אפריל • אייר תש"ע, אפריל 2010 • גיליון מס' 12 • APRIL 2010 • THE ISRAELI NATIONAL SOCIETY FOR NON DESTRUCTIVE TESTING



הדעשות 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

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 תעשיתיות מתחום של 160KV ועד 9Mev.

SEIKO – יפן: מכשירים לבדיקת עובי ציפויים בשיטות XRF.

FEIN FOCUS – מערכות רנטגן מיקרופוקוס, שיקוף בזמן אמת ומערכות אוטומטיות משולביות 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 תעשיתיים בעלי מתח CP, קלי משקל וניידים וכן קבועים למתח של עד 450kv.

מערכות בזמן אמת REAL-TIME.



דבר נשיא העמותה

ד"ר יוסי יואף



צנרת גז ופחות בצריכה האישי. מתוך התרשמות מגופים בענף שלנו, חוזים ארוכים נמשכו, מתקנים שהיו כבר בשלב הקמה לא הוקפאו, והנה אנו כאן, כולנו, חבולים מעט או יותר, אך עם כוחות חדשים להתפתחות בעתיד.

אני מצייץ את הצלחתם של הגופים הישראליים בפיתוח מערכות מתקדמות - סונוטרון, וידיסקו, אקוסטיק איי וסקאן מסטר ושיווקם העולם. לגופי השירות, יש עדיין מה ללמוד. חברת ה-NDT האמריקאית Mistras של חברי הטוב Vahaviolis, הונפקה בשנה האחרונה בבורסה האמריקאית, מעסיקה למעלה מ-3000 איש בבדיקות לא הורסות ואנליזות מתוחכמות. RTD ההולנדית (כיום APLUS) מפעילה כ-3000 בודקים ברחבי העולם בטכנולוגיות בלעדיות שלהם. אנחנו אמנם מנועים מלעבוד במפרץ העתיר עבודות אך יש לנו ראש למצוא פתרונות. מתי תהיה חברת NDT ישראלית שתפעל בעולם ותעסיק רבע מאלו? יש עוד מה לעשות בענף שלנו.

בארץ פועלים על פי ההערכה כ-1000 אנשי NDT, וכ-3000 הקשורים לכך בעקיפין, לכל אלה ובמיוחד לצעירים שבינינו אני רוצה לקרוא ולהרים את הכפפה, להביא לפרסומי מחקרים, השתתפות בכנסים בינלאומיים ולפיתוח עסקי של הענף.

ד"ר יוסי יואף

נשיא העמותה

הכנס השנתי שלנו הינו יום חג לענף הבדיקות הלא הורסות. מהנדסים ובודקים מתחומים שונים עוצרים לרגע את המרוץ היום יומי ומחליפים דעות, חוויות ומחשבות. אין זה סוד שאנו מעין משפחה מוזרה. מי מאיתנו לא מכיר את הרגע ששואלים אותו במה הוא עוסק, לתשובה בבדיקות ללא הרס מתווסף תמיד הסבר - כמו ברפואה, למצוא פגמים, לבדוק ריתוכים - כל אחד כיד הדמיון הטובה עליו. אמר פעם ד"ר נרדוני שהיה יו"ר הכנס העולמי ברומא - המצאנו מקצוע חדש! לא היה רחוק שהוא יקרא "בודקי כל העולם - התאחדו" ואכן ישנה תחושת של שותפות גורל ואחוזה בין הבודקים השונים גם במפגשים בינלאומיים.

אשרינו שיש לנו במה כזו להציג את הפיתוחים וההצלחות שלנו בפני חברים, להתפאר בצידו חדש שאנו מוכרים או מפתחים ומיצרים, לתאר את עבודות המחקר שביצענו במוסדות המחקר, והן לצערי פוחתות מאד משנה לשנה, ולהכיר אנשים וגופים שיכולים להיות מחר המעסיק שלנו או לקוח שלנו או עובד חדש בצוות שלנו.

השנה שחלפה מאז הכנס האחרון הייתה בסימן של "כוננות ספיגה" כלכלית. החברות קימצו בכל מה שקשור בפיתוח מתקנים, בתחזוקה, בהכשרת עובדים וברכישת ציוד. גופי הבדיקות הלא הורסות, אשר בעיקר מספקים שירותי בדיקות, הדרכה, חומרים וציוד, צמצמו בכל "מה שלא יורה" כדי לשרוד את התקופה. למזלנו, בבדיקות לא הורסות קשורות בתשתיות - רכבות, מטוסים, מתקנים פטרוכימיים,

על העמותה שלנו

לפני יותר מעשור, כאשר הוקמה העמותה, העריכו רבים כי דרכה לא יצלח, חלקם אף פעלו למנוע את קיומה. היום לאחר 12 שנות פעילות ענפה שכוללת כנסים לאומיים ובין לאומיים (ART 2008) רבי משתתפים, הפקת ביטאון שנתי והקמת גוף מתעד להסמכות המוכר על ידי גופים בינלאומיים, אנו חשים גאווה גדולה על פעילותנו זו.

הקמת העמותה הייתה יוזמה של גבי שואף שבעזרת שותפיו לדרך הביא את העמותה להצלחה גדולה והכרה של העמותה על ידי עמותות דומות באירופה ובארצות הברית.

מחליפו פרופי עמוס נוטע המשיך בדרך זו והרחיב את

חדשות אל-הרס

ביטאון העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות גיליון מס' 12 • אפריל 2010

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

נשיא העמותה: ד"ר יוסי יואף
נשיאי כבוד: גבי שואף, פרופ' עמוס נוטע
חברי הוועד המנהל: פרופ' יצחק סגל, חיים אלמוג,
יוסי וייספלד, שרגא ירון, פרופ' עדין שטרן, שוקי ויגודני,
איציק הרשקו, אופיר מגל, יגיל שואף, ראובן עציוני,
גדעון רונן, ג'קי בן-דיין

עורך ראשי: יהושע ויגודני
מערכת: ויקטור ביטון, ליאת אוריאל, נרית בלשר



הפקה תירוש (1998) הוצאה לאור בע"מ

יבנה 44, תל-אביב 65792,
טל: 03-5662080, 03-5662081 פקס:
E-mail: tirosh@tirosh-site.co.il

דבר העורך



קוראים יקרים

כמו בכל שנה אנו גאים להציג בביטאון זה את פעילות העמותה ואת פעילותם הענפה של כל העוסקים בבדיקות לא הורסות, המבצעים, מפתחי הציוד והיבואנים.

מדינת ישראל התברכה במספר גדול של חברות העוסקות בפיתוח ציוד לבדיקות לא הורסות, בעיקר בתחום הבדיקות האולטרסוניות והרדיוגרפיה הדיגיטלית ולאחרונה גם בפיתוח שיטות בדיקה ייחודיות. על כל אלו תוכלו לקרוא בביטאון זה.

שינויים נוספים, שמדווחים במדור החדשות, הם השינוי בנציגויות של יבואני החומרים לבדיקות בצבעים חודרים: פעילות סוכנויות ערבה יבואנית MAGNAFLUX נרכשה על ידי אמקול, חברת האחים אייזנברג החלה לייבא את מוצרי ARDROX במקביל לייבוא של מוצרי ELY, וחברת JES החלה לייבא את מוצרי SHERWIN.

בביטאון כתבות רבות העוסקות במחקר ובפיתוח של ציוד ושיטות בדיקה בישראל ובעולם, אני מקווה כי מידע זה יוכל להועיל לכם ומאחל לכם קריאה מהנה.

שוקי ויגודני
עורך ראשי

מספר המדינות והארגונים המכירים בעמותה והביא לעמותה כבוד רב.

כיום משמש ד"ר יוסי שואף כנשיא העמותה ופעילותו הנמרצת תורמת לצמיחת העמותה ולהרחבת פעילותה.

כגובר העמותה והאחראי על הצד הכלכלי שלה, חשוב לי לציין כי כל פעילות נשיאי וחברי העמותה היא התנדבותית גרידא.

אין לי ספק שנמשיך לתרום לפיתוח תחום הבדיקות הלא הורסות בארץ לטובת המשק הישראלי והמגזר התעשייתי והטכנולוגי.

יוסי וייספלד

גזבר העמותה



Sonotron NDT



VSR Technologies Ltd.



גבי שואף בע"מ
בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

הכינוס ה-11 של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות (ASNT/ISRAEL-1 (ISRANDT) הכנס מתקיים ב-27 באפריל, 2010 במרכז הקונגרסים איירפורט סיטי

תוכנית הכנס השנתי האחד עשר לבדיקות לא הורסות (ASNT/ISRAEL-1 (ISRANDT		עד שעה	משעה
התכנסות והרשמה		09:00	08:00
<p>יו"ר הכנס אינג' שרגא ירון ברכות: מר חיים קורנפלד – יו"ר האיגוד הישראלי לאיכות מר דב רביב – אבי טיל החץ, ומנכ"ל חב' MSP לפיתוח מערכות אנרגיה סולרית מר ג'קי בן דיין - יו"ר ASNT בישראל ד"ר יוסי שואף - נשיא העמותה</p>		09:45	09:00
<p>הרצאת הפתיחה יושבי ראש – פרופ' עמוס נוטע, פרופ' יצחק סגל</p>			
<p>אנליזות לא הורסות וסיפורי התנ"ך – האם הם נכשלים? פרופ' שראל שליו, אוניברסיטת חיפה</p>		10:30	09:45
פתיחת התערוכה		10:40	10:30
אולם תבור			
אולם גולן			
<p>בדיקות לא הורסות כללי יושבי ראש - גבי שואף, איציק הרשקו</p>			
<p>שינויים מתוכננים בתוכניות להסמכת בודקים באירופה פרופ' עמוס נוטע</p>		11:10	10:40
<p>Detection and Evaluation of Subsurface Conditions Using High Resolution Electrical Resistivity Imaging Stuart W. McDonald, Aestus, LLC Colorado USA</p>		11:40	11:10
הפסקה ופתיחת התערוכה		11:50	11:40
<p>בדיקות לא הורסות בעידן האינטרנט יושב ראש – ד"ר דני בברוב</p>			
<p>נושאים מתקדמים בבדיקות לא הורסות בחיל האוויר רס"ן דורון נוימן, חיל האוויר</p>		12:20	11:50
<p>שיטות אולטרסוניות בטבילה לחלקים תעופתיים חיים ליביו – רפאל</p>		12:50	12:20
הפסקת צהריים וביקור בתערוכה		13:50	12:50
<p>בדיקות לא הורסות - חידושים יושבי ראש - ד"ר גרגורי קרוג, יוסי ויספלד</p>			
<p>אנליזה חדשה להפרדת פולסים אולטרסוניים של שכבות דקות</p>		14:20	13:50
<p>איתי מור, ד"ר אמנון אזולאי, המרכז למחקר גרעיני שורק הערכה בלתי הרסנית של חוזק ומודול אלסטיות בפלדות מסונטרות ד"ר אורי יחזקאל, קמ"ג</p>		14:50	14:20
הפסקה וביקור בתערוכה		15:00	14:50
<p>בדיקות לא הורסות במז"פ ובטיחות קרינה יושבי ראש – אופיר מגל, עו"ד עדי עזיץ</p>			
<p>שימוש במיקרופוקוס במקורות אנרגיה ברפאל לצילום סוללות מהנדס תובל הראל, רפאל</p>		15:30	15:00
<p>CT ברדיוגרפיה של ננו-פוקוס בשימוש בתצוגת זמן אמת אייל דיקרמן, דקטל</p>		16:00	15:30
אולם תבור : הגרלה ונעילת הכנס			16:00
אסיפת מליאת חברי העמותה		17:00	16:30

בסיום הכנס יוגרל בין הנוכחים

מערכת שמע מיקרו מתוצרת PILOT



מתנת



גלאי רעידות אדמה



לאחר הכנס תתקיים אסיפת מליאת חברי העמותה

רדיוגרפיה דיגיטאלית במערכות רנטגן ניידות בשירות האומנות

רון פינקו, עפרה קלינברגר
וידסקו בע"מ

בתל אביב, במוזיאון ברוקלין, בגלריה הלאומית בושינגטון, במוזיאון המטרופוליטן בניו יורק, וכן בדיקות שנערכו על ידי מעבדת מומחים מצרפת CIRAM, יוצגו בכתבה זו. נציג תמונות רנטגן לצד תמונות של היצירות שנבדקו ונשתף בתגליות של אותן בדיקות.

כיצד פועל פאנל שטוח המבוסס על טכנולוגיית Amorphous Silicon?

הפאנל השטוח בנוי שכבות. סינטייליטור הממיר את קרני ה-X לאור, שכבת פוטו דיודות הממירות את האור לאלקטרונים הנקלטים על ידי שכבת הסיליקון האמורפי (a-Si). המידע המופק מתהליך זה מתורגם לסיגנל דיגיטלי המתקבל על ידי המחשב של מערכת הבדיקה. התוכנה ממירה את הסיגנל לתמונה דיגיטאלית המתקבלת תוך שניות מיריית הרנטגן על מסך המחשב. תמונה מספר 1 מתארת את גרף השכבות של הפאנל השטוח.

לשחזור נכון וכך למנוע התדרדרות במצבו של פריט אומנות. ניתן להגדיר את הקונטקסט ההיסטורי של היצירה ולהעריכה טוב יותר. בשל יתרונות אלו, בדיקות רנטגן הן דבר מוכר בתחום האומנות, אך החידוש הוא בניידותן של מערכות הבדיקה באמצעות רנטגן. מערכות אלו מפשטות את תהליך הבדיקה ותורמות לקיצור זמן ההמתנה לתוצאות.

למרות שזהו עדיין הליך של למידה, יש יסוד סביר להניח כי שימוש במערכות ניידות יכול לחסוך עלויות רבות למוזיאונים ולמעבדות שחזור. כמו כן מערכת ניידת יכולה לאפשר למוסדות קטנים כמו גלריות, שאינם מחזיקים מעבדה לבדיקות רנטגן, וכן לאספנים פרטיים, לבצע בדיקות ליצירות שבאחריותן בעלות נמוכה ובכל מקום.

כתבה זו מתארת את העקרונות שעומדים במרכזה של בדיקה באמצעות מערכת ניידת המבוססת על טכנולוגיית Amorphous Silicon. תוצאות של בדיקות שנערכו במוזיאון לאומנות

רדיוגרפיה דיגיטאלית נעשית פופולרית יותר ויותר בענף בדיקות של יצירות אומנות וארכיאולוגיה. מוזאונים, בתי מכירה פומבית וגלריות, סוחרים עתיקות, משחזרים ומומחים בתחום משתמשים כולם ברנטגן כדי לחשוף את סודותיהם של פריטי אומנות, עתיקות, אוספים ותגליות ארכיאולוגיות.

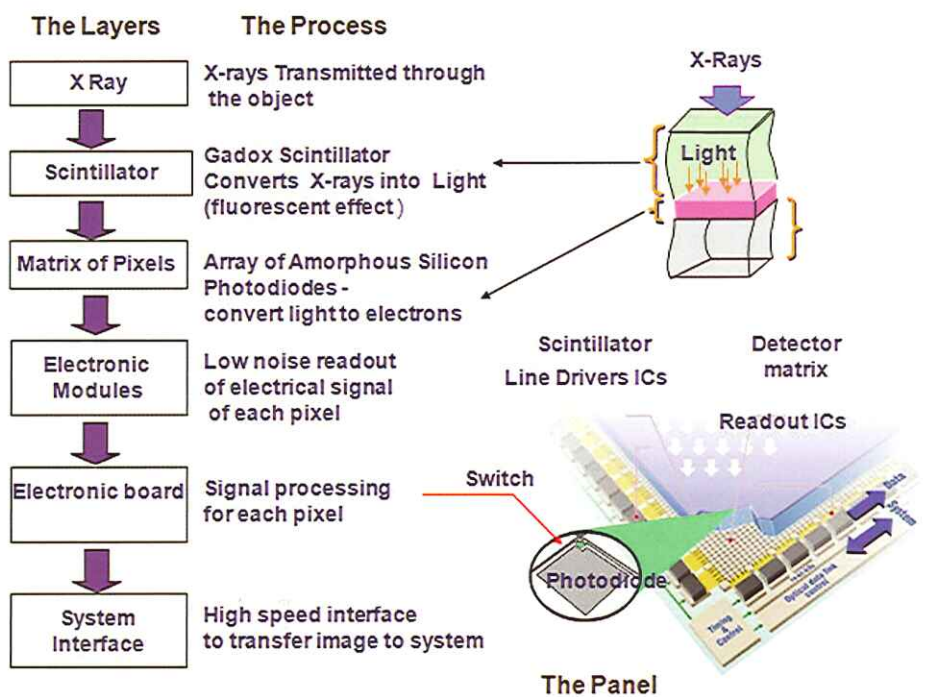
רנטגן מסייע באימות מקורם של חפצי אומנות, הגדרת תקופת יצירתם וגילוי זיופים. הרנטגן עוזר בלמידת טכניקות אומנותיות שונות ומגלה את היקף השחזור. הרנטגן חושף טכניקות יצור של עתיקות ותאריך היצור שלהם, שכבות של תמונות ושינויים שנערכו בהן וכן חלודה ושחיקה פנימית של חפצים. המידע המתגלה בעזרת הרנטגן עוזר להערכה של שווי הפריט.

מערכות ניידות בטכנולוגיית הרדיוגרפיה הדיגיטאלית מוסיפות יתרונות נוספים לבדיקה הרנטגן המוכרת בשוק האומנות כבר שנים רבות. עבודה עם מערכת ניידת וקטנה היא יעילה יותר ודיסקרטית. ניתן לעבוד במרתפי המוזיאונים, בתצוגות עצמן או באתרי חפירה ארכיאולוגית, והתוצאות תמיד איכותיות ומיידיות. ניתן לבצע בדיקות של חפצים מגוונים כמעט מבלי להזיזם. חפצים שערכם לא יסולא מפז או חפצים שבירים ניתנים לבדיקה בבטחון מקסימאלי. הכתבה מפרטת סוגים שונים של שיטות לעריכת בדיקות רנטגן לחפצי אומנות ומציגה תוצאות מבדיקות, שנערכו במוזיאונים ברחבי העולם, לחפצי אומנות מקוריים ועתיקות.

פתיח

בדיקות אל הרס נעשות יותר חשובות בעולם של ניתוח חפצי אומנות. ככל שתופעת הזיופים מתרחבת, כך נדרשות טכנולוגיות מתקדמות יותר לעריכת בדיקות אימות וחשיבות בדיקות אלו עולה בעיני מוזיאונים ואספנים כאחד.

מומחי שחזור נהנים מיכולות של בדיקות אל הרס כחלק ממאמציהם להשגת שחזור מדויק. תמונות רנטגן מאפשרות לראות את הבלתי נראה. ניתן ללמוד על מבנה וטכניקות



תמונה 1: מבנה פאנל Amorphous Silicon (מקור Thales)

מוזיאון תל אביב לאומנות

מעבדת השחזור שבמוזיאון תל אביב מתמודדת מדי יום עם הצורך להעריך חפצי אומנות במדוייק, עם שיקולי שחזור ואימות. בדיקות אל הרס הפכו לכלי חשוב ביותר בעבודת המעבדה על מנת להכיר כל פריט חדש שמגיע אליה. קטגוריות לאימות וטכניקות יצירה נחקרות באופן קבוע.

מומחי שחזור תמונות בצבע שמן ושחזור נייר [1] הסבירו לנו את בעיותיהם העיקריות בבואם לבדוק יצירה חדשה: "יש להבדיל בין עבודות ייצוב ומאמצי שחזור שנעשו על תמונה לבין פנטימנטי ותיקונים מכוונים שבוצעו בידי האמן במקור. בדיקת השחזורים היא מדוקדקת מאוד, על מנת לגלות זיופים והסתרות מכוונות. יש ללמוד כמה שניתן על התמונה לפני השחזור שבוצע. במקרה של נייר, טכניקות ייצור והסיבים שבו הבדיקות חשובות להגדרת מקורו של הנייר ואימות. יש לאמת שקנוס בתמונה מסויימת אכן היה בשימוש של האמן שכביכול יצר אותה כחלק מאימות של התמונה עצמה". שיקוף ברנטגן מסייע בבדיקת כל המשתנים הללו.

חומרי פיגמנט שונים

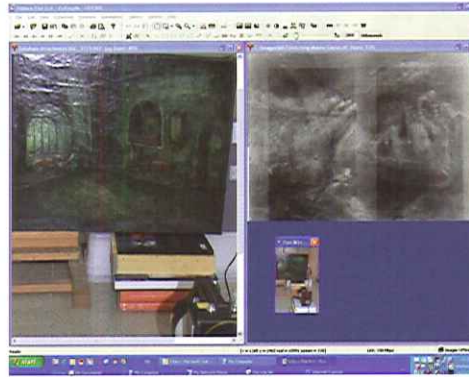
נבדק ציור של האומנית ציונה תגיר. פורטרט של המשורר שלונסקי שצוייר בשנת 1924, שמן על קנווס. גב התמונה היה מכוסה בבטנה ומומחי השחזור במוזיאון תל אביב לאומנות רצו לבדוק אם יש משהו מאחורי התמונה מתחת לבטנה זו. בדיקת הרנטגן סיפקה תשובה שלילית חד משמעית. בדיקה זו גם איפשרה ללמוד יותר לגבי הפיגמנטים שבאמצעותם צוירה התמונה. איזורים שונים צויירו בצבענים שונים, המצח הקדמי היה כהה יותר בתמונת הרנטגן, דבר המעיד על שימוש בצבעים בעלי תכולת עופרת נמוכה.

רמות חשיפה שונות

רמות החשיפה ניתנות לכיוונון ולשינוי על ידי התוכנה של מערכת הרדיוגרפיה הדיגיטאלית הניידת. זאת על ידי הגדרת זמני חשיפה או לחלופין מספר פולסים שעל מקור הרנטגן לירות. כמו כן, מרחק העצם הנבדק מן המקור גם משפיע על רמת החשיפה של הפריט לקרני X. רמות חשיפה שונות מגלות דברים שונים. ניתן באמצעות תוכנה מתקדמת לשלב בין תמונות רנטגן שנלקחו ברמות חשיפה שונות ובכך להעמיק את הידע שנחשף לגבי החפץ הנבדק. כלי הדגשה גרפית נוספים שמצויים בתוכנה מתקדמת כגון, Adaptive Histogram,

4		1
5		2
6		3

תמונה 2: רישום סדר השיקופים ברשת, מתוך התוכנה צילום רגיל של התמונה ותמונת הרנטגן הסופית המגלה את הפורטרט החבוי



הרכבת חלקי תמונת הרנטגן לתמונה שלמה. הרכבה זו נעשתה באופן אוטומטי באמצעות תוכנה מתקדמת. קודם כל אוחדו 3 התמונות שבצד ימין (תמונות 1-3), אח"כ אוחדו 3 התמונות שבצד שמאל (תמונות 4-6) ואז צורפו יחדיו שני השילובים ליצירת תמונת רנטגן של הציור השלם. ברנטגן נראה ציור של פורטרט אישה מתחת לציור הנראה של חדר ריק (ראה תמונה 2).

זמן תהליך הבדיקה כולו לא עלה על רבע שעה. רוב הזמן נדרש למיקום של הפאנל מאחורי כל אחד מחלקי התמונה. תוצאות הרנטגן נראו מיידית על מסך המחשב ונשמרו על ידי התוכנה במאגר המידע בסדר אוטומטי. צילומים של מהלך הבדיקה שצולמו על המקום תועדו גם הם במאגר המידע. למרות זמן הבדיקה הקצר, תמונות הרנטגן הן איכותיות ובעלות טווח דינאמי של 14 ביט (16,384 רמות אפור). בתמונות ניתן לראות כל פריט קטן באמצעות התוכנה וזאת למרות שהשכבה התחתונה בציור נחבאת מן העין.

מוזיאון המטרופוליטן בניו יורק

דוגמא נוספת לזמן בדיקה קצר, שניתן להשיג עם מערכות רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידות וללא התפשרות על איכות התמונה, נערכה בשנת 2009 במוזיאון המטרופוליטן היוקרתי. תמונה מספר 3 מראה סריקה דיגיטאלית של שיקוף רנטגן שנעשה במקור בפילם (a) ושיקוף רנטגן של אותו פסל באמצעות רדיוגרפיה דיגיטאלית עם פאנל שטוח a-Si (b). טבלה 1 מתעדת את תנאי השיקוף שבשני המקרים.

Emboss, וזום מתקדם כולם עוזרים להפיק את הפרטים הקטנים ביותר מתמונת הרנטגן. בעת בדיקת הציור "ברית המילה של ישו" שמן שצוייר על עץ בשנת 1515 על ידי הצייר Benvenuto Di Garofalo נחשפו פרטים עדינים לגבי שיטת הנחת הצבע באמצעות שילוב של תמונות ברמות חשיפה שונות.

שכבות צבע וציורי משנה

בדיקת רנטגן של הציור "שבת בצפת" [A] שמן על קנווס של הצייר משה קסטל מתחילת המאה העשרים, נערכה כדי לאמת הערכה של מומחי השחזור במעבדת מוזיאון תל אביב כי מתחת לתמונת הדומם הנראית לעין ישנו עוד ציור. הערכת הצוות התבססה על כלים פיזיים לבדיקת שכבות הצבע, אך כעת נדרש לערוך בדיקת רנטגן, כדי לגלות את השכבה הנסתרת מבלי להרוס את הציור עצמו. חשיבות הבדיקה של השכבה הנסתרת היתה במסגרת שלילתו של חשד לזיוף.

הבדיקה נערכה באמצעות מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת עם פאנל שטוח בעל שטח גדול. שוקפו 6 תמונות כך שכל חלקי הציור נבדקו ברנטגן. השיקופים נעשו בצורה של רשת עם חלקים חופפים (ראה תמונה 2). גודל כל תמונה/ שטח שיקוף הוא 28 ס"מ על 40 ס"מ. בתמונה 2 מסומנים האיזורים החופפים בפסים. המספרים מעידים על סדר שיקוף חלקי התמונה. כל חלק מן התמונה שוקף באותה רמת חשיפה. בבדיקה נעשה שימוש במקור פולסים 270kV נייד. כל חלק מן התמונה שוקף בחשיפה של 40 פולסים (כ-2.8 שניות). מקור הרנטגן היה ממוקם כ-1.20 מ' מן הציור. הפאנל השטוח היה ממוקם ישירות מאחורי הציור שנבדק.

רשת חלקי התמונה הינה חשובה מאוד בעת

חדש !



גבי שואף מציגים:

בדיקות אולטרסוניות בטבילה

גבי שואף החברה המובילה בבדיקות לא הורסות, הכניסה לשימוש אמבט טבילה ממוחשב המתקדם מסוגו לבדיקות אולטרסוניות של חלקים גדולים בזמן קצר, לגילוי פגמים פנימיים וחיצונים.

- < בדיקות כל חומרי הגלם המתכתיים לפי AMS STD 2154 ואחרים עד 3.8 מ' אורך.
- < בדיקות חומרים מרוכבים תעופתיים
- < רגישות בדיקה של Class A ומעלה
- < יכולת סריקת A Scan, B Scan, C Scan
- < המערכת עומדת בדרישות תקנים מחמירים
- < מערכת בעלת 6 צירי תנועה
- < מתן דוחות ממוחשבים ב C Scan ותלת מימד

ביצוע בדיקות טבילה אולטרסוניות בחברת גבי שואף ישדרג לך את רמת איכות חומר הגלם.

פנה אלינו ונשמח לעמוד לרשותך ללא התחייבות לקבלת ייעוץ מקצועי והסבר על שיטת הבדיקה החדשנית.



גבי שואף בע"מ - בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

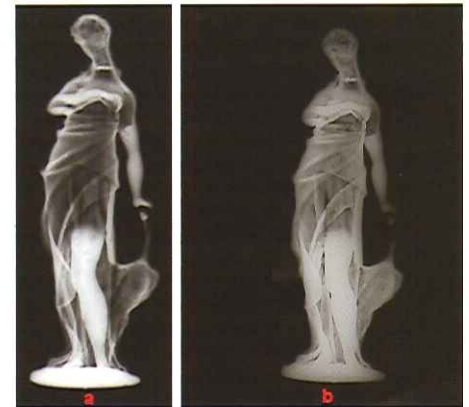
יבנה, טל': 03-9605559, פקס': 03-9604160, www.gabishoef.co.il, shoef@netvision.net.il

מעבדת צפון: חיפה, טל': 04-8201735 מעבדת דרום: באר שבע, טל': 08-6278465

טבלה 1: תנאי שיקוף במוזיאון מטרופוליטן

תנאים	תמונה מימין b פאנל שטוח	תמונה משמאל a פילם
מקור רנטגן	Seifert Eresco	לא ידוע
mA	4.10 mA	3 mA
kV	230kV	320kV
זמן חשיפה (לתמונה)	6 שניות	90 שניות
מיצוע (שיפור יחס סיגנל לרעש SNR)	10 תמונות	לא בוצע
זמן חשיפה כולל	60 שניות	90 שניות
מסנן	0.5-1mm Sn	0.5-1mm Sn
מרחק בין המקור לגלאי	1.27m	1.27m

למרות שרמת האנרגיה היתה נמוכה יותר בעת השיקוף באמצעות רדיוגרפיה דיגיטאלית, זמן



תמונה 3: השוואת שיקוף רנטגן בפילם ורדיוגרפיה דיגיטאלית



תמונה 4: בדיקת פסל באמצעות רדיוגרפיה דיגיטאלית, הערכות המעבדה

הגלריה הלאומית בושינגטון, ארה"ב

צוות השחזור של הגלריה הלאומית בושינגטון הועמד בפני אתגר קשה במיוחד. בדיקת פסל ברונזה, שהוא חומר קשה במיוחד לחדירה. הפסל שייך לאוסף יצירות של האומן Antico מתקופת הרנסנס. שיקוף בעזרת רדיוגרפיה דיגיטאלית הצליח כן לחדור את הברונזה והמבנה הפנימי של הפסל נחשף (ראה תמונה 6). השיקוף נעשה עם מקור רציף מתוצרת Balteau בעל אנרגיה של 320kV. זמן החשיפה היה 3.5 שניות בלבד. חשיבות הבנת המבנה של הפסל נעוצה בכך שידוע שהאמן שיצר אותו החייה את פיסול הברונזה בתקופת הרנסנס והחזיר לאופנה שיטת פיסול עתיקות של יציקה עקיפה. הבורג הנראה בבירור, כמשמש לחיבור הרגל לפסל, סייע לתיארוך מדוייק של הפסל.

CIRAM - מעבדת מחקר והערכת חפצי אומנות מצרפת

מעבדת CIRAM מצרפת מתמחה בניתוח, תיארוך וכן במעקב ובאיתור עבודות אומנות וארכיאולוגיה [3].

בבעלותה של המעבדה מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית עם פאנל שטוח. המעבדה מספקת שירותי בדיקות אל הרס ברנטגן לגורמים שונים. באחת מן הבדיקות הם נתבקשו לשקף פסלוני שנהב, כדי שיהיה תיעוד של המבנה הפנימי של הפסלים - שהוא כמו טביעת אצבע לזיהוי עתידי של פריטים.

לקוח אחר הביא להם רובה לבדיקה. שיקוף רנטגן איפשר מבט על המבנה הפנימי של הרובה ולפיכך את הערכת התקופה בה יוצר. מיקום

החשיפה קצר יותר. התמונה המתקבלת חדה יותר ומכילה פרטים מורכבים ועדינים יותר של הפסל ששוקף. תמונה 4 מראה את ההיערכות לבדיקת הפסל במעבדת המוזיאון באמצעות מערכת שיקוף ניידת.

מוזיאון ברוקלין

מוזיאון ברוקלין בניו יורק [2] הינו בעלים של מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת ועובדים עימה בשילוב עם מקור רנטגן מסוג Seifert. בדיקת מומיה באמצעות מערכת ניידת היא יעילה ביותר, שכן זהו חפץ עדין מאוד. את המערכת ניתן להעמיד מסביב למומיה, תוך הזזה מינימאלית של החפץ עצמו. תמונה 5 היא תמונת רנטגן של מומיית כלב. השיקוף נעשה באמצעות מקור רנטגן פולסים נייד עם אנרגיה של 270kV ובזמן חשיפה של 0.7 שניות (10 פולסים). צוות המוזיאון משער כי הכלב נקבר עם בעליו, כדי ללוותו למסעו לעולם הבא. בשל כך שברו את צווארו של כלב והשבר נראה בבירור ברנטגן.



תמונה 5: תמונת רנטגן של מומיית כלב, שבר בצוואר נראה בבירור



תמונה 6: תמונת רנטגן של פסל ברונזה (משמאל) ותקריב איזור הרגל (מימין)

בעצם תחנת בדיקה כמעט בכל מקום. תנועת המסועים שעליהם מורכבים מקור הרנטגן והפאנל השטוח, מתואמת כך שתמיד הם ימצאו אחד מול השני כשהעצם הנבדק ביניהם (ראה תמונה 9). תמונות הרנטגן משוקפות בשיטתיות ונשמרות כסדרה. כל השליטה בהזנת המסועים ושיקוף הרנטגן נעשית ממערכת ממוחשבת.

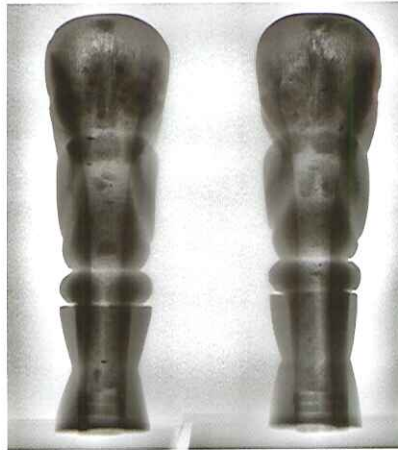
תגלית מפתיעה

ציור שמן גדול שמקורו באיזור אלזס בצרפת הינו חלק מירושה של משפחה ישראלית [4]. אין מידע על הצייר, אך הציור מוערך כבן 240 שנה. בציור הופיעו שתי דמויות, גבר ואישה, אך לא ברור מדוע הציור צויר. בשל חוסר הבהירות הזו החליטו בעלי התמונה עוד בשנות ה-50 של המאה הקודמת לערוך בדיקת רנטגן של התמונה. הבדיקה בוצעה בפילם, ותצלום הרנטגן גילה כי ישנה דמות שלישית, של אדם קדוש (עם הילה לראשו) העומדת בין שתי הדמויות המוכרות. ההערכה הייתה כי הדמות השלישית, שלא נראתה קשורה לשתי הדמויות האחרות היא חלק מציור קודם. הבעלים של התמונה החליטו בכל זאת לחשוף את הדמות השלישית. בשנת 2009 נבדקה התמונה שוב באמצעות רדיוגרפיה דיגיטאלית. בעקבות גודל התמונה, נדרשה עבודה של שיקוף בחלקים לפי סימון רשת (ראה תמונה 10).

הפאנל השטוח בעל הרגישות הגבוהה הפיק תמונת רנטגן שמכילה הרבה יותר פרטים מן הפילם שצולם ב 1950. פירוט נוסף זה חשף את הקשר בין שלוש הדמויות (ראה תמונה 11). שיקוף הרנטגן החדש מראה כי הדמות המרכזית של האיש הקדוש מכסה בידיה את ידיהם של הזוג, כמי שמברך אותם בעת הבאתם בברית הנישואין. איזור הידיים של הזוג נותר מכוסה כך שהתיקון שבו נראים בני הזוג מחזיקים ידיים נותר גלוי לעין ואין רואים את ידיו של איש הדת. כעת ברור כי מדובר בציור של טקס נישואין וכי ישו הוא המברך את הזוג הצעיר לכבוד חתונתם. התמונה הייתה בבעלות יהודית שנים רבות ולכן יש להניח כי הדמות של ישו הוסתרה מסיבות דתיות.

יתרונות בדיקת רנטגן במערכת ניידת

העמדת מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת היא זהה בבסיס לכל מערכת בדיקה ברנטגן. יש להניח את מקור הרנטגן ואת הפאנל השטוח

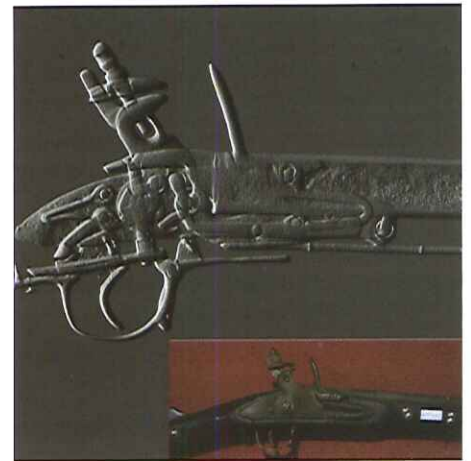


תמונה 7: פסלונים שנהב ושיקוף רנטגן שלהם

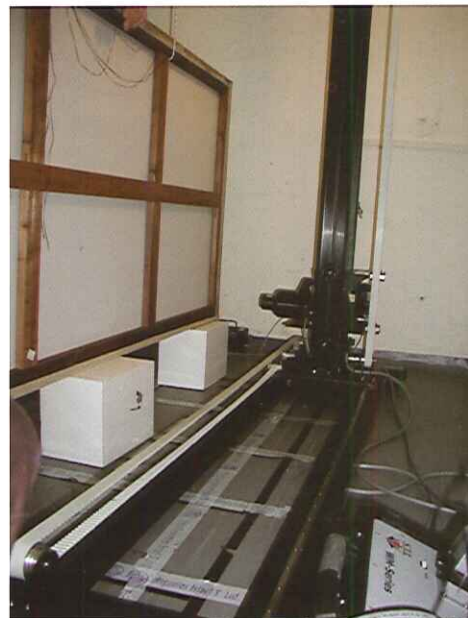
של פריטים בקונטקסט ההיסטורי שלהם חשוב ביותר להבנת ערכם ואימות מקוריותם (איקונוגרפיה). הדגשת תלת מימד בתוכנה רק מבליטה את המבנה המכאני (תמונה 8).

אספנים פרטיים

רעיון חדשני הוביל לשילוב מערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת עם מערך מסועים, המאפשר סריקת משטחים גדולים בצורה אוטומטית ובתיאום מלא בין מקור הרנטגן לפאנל השטוח, המורכבים על המסועים. ניתן באמצעות שילוב זה לערוך בדיקות אל הרס לעצמים גדולים. בבדיקה שנערכה לאחרונה, התבצע שיקוף של תמונה השייכת לאספן פרטי (המבקש להישאר בעילום שם). התמונה מוקמה בין שני המסועים. את המסועים ניתן להרכיב בקלות ובכך ליצור



תמונה 8: רובה עתיק וצילום רנטגן שלו (הדגשת תלת מימד)



תמונה 9: תמונת שמן נבדקת באמצעות מערכת רנטגן ניידת המורכבת על מסועים אוטומטיים מסונכרנים

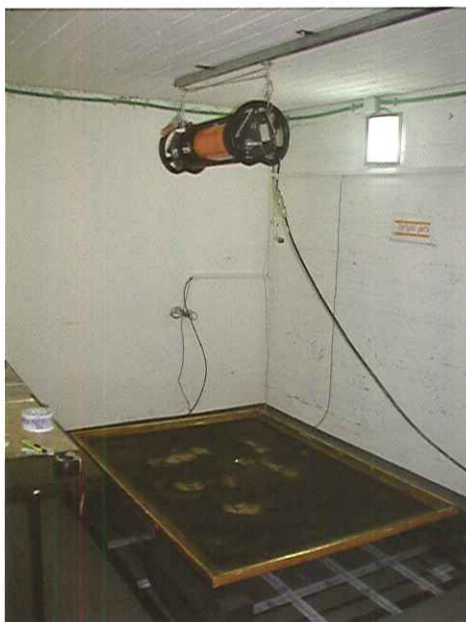
באופן מיידי לקבלת ניתוח מקסימאלי של תוצאות מיידי.

תוכנה מתקדמת של מערכות בדיקה ברנטון מאפשרת עריכת בדיקות עם סוגים שונים של מקורות, רציפים או מקורות פולסים, והיא שולטת ברמת החשיפה (שינוי רמת האנרגיה, מספר הפולסים או זמן יריית קרני X מן המחשב של המערכת). עם מערכת המבוססת על פאנלים שטוחים Amorphous Silicon נדרשות רק שניות בודדות של חשיפה כדי לחדור מבעד שכבות של צבעי שמן. בטיחות מפעיל המערכת עולה וכן גם נשמרת איכות הסביבה. בדיקות בפילם אורכות פי 10 יותר זמן ודורשות רמות אנרגיה גבוהות יותר (kV) כדי להגיע לאותה רמה של סטורציה (המקבילה הדיגיטאלית לצפיפות הפילם).

מקורות רנטון פולסים ניידים מאפשרים גם הקטנה של טווח הביטחון הנדרש לעריכת הבדיקות. דבר זה מאפשר גמישות רבה יותר בעריכת הבדיקות בכל מקום שכן יש לפנות על חפצים אומנותיים נדירים במקום שבו הם נמצאים. ניתן להביא את מערכת הבדיקה לחפץ ולא לטלטלו למעבדת רנטון (לעיתים במחיר שבירת חלקים). ניווד היצירות הופך למינימאלי. את המערכת מניחים סביב החפץ הנבדק ולעיתים אין צורך כלל להזיזו ממקומו.

סיכום

כשלמעבדת שחזור יש מגבלת תקציב, היא עדיין יכולה להגיע לתוצאות מקסימאליות ובעלות סבירה על ידי שימוש במערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידת. מערכות אלו הן קטנות יותר



תמונה 10: רשת מסומנת על הרצפה והפאנל השטוח ומקור רנטון רציף מוסעים לאיזור השיקוף הרצוי

את המרב ולהגיע לרמת ניתוח גבוהה ביותר, וזאת למרות עריכת שיקוף אחד בלבד.

לעומת זאת, באמצעות פילם, כדי להגיע לרמה כזו, היה צורך לשקף יותר מפילם אחד, לפתח את כולם ולהשוות את המידע ידנית על שולחן אור. במערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית כל המידע נמצא על המחשב, במאגר נתונים, וזמין בלחיצת כפתור.

את התמונה הדיגיטאלית ניתן לעבד באמצעות כלים גראפיים כגון adaptive histogram, כלי חידוד, הדגשת תלת מימד וגם Window Leveling שהוזכר מקודם. כלים אלו מאפשרים את הפקתו של מידע מקסימאלי מן התמונה וזאת

כך שהחפץ הנבדק מצוי בינהם. עם זאת ישנם יתרונות רבים לשימוש במערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית.

ההבדל הראשון והחשוב הוא שממערכת רדיוגרפיה דיגיטאלית ניתן להפיק שיקופים בעלי פירוט רב יותר ורמת המידע המושגת משופרת לאין ערוך. רגישותם של הפאנלים מבוססי Amorphous Silicon לאור, מאפשרת להגיע לתוצאות גם ברמת קרינה נמוכה. תוכנה מתקדמת המציעה את כלי ה-Window Leveling מאפשרת התבוננות על המסך, בספקטרום רמות האפור שבו מצוי רוב המידע (ללא השפעה על המידע הגולמי). בכך ניתן להפיק מן התוצאות



תמונה 11: ציור שמן של טקס נישואין ותמונת הרנטון התואמת

בבליוגרפיה

משה קסטל

<http://translate.google.co.il/translate?hl=iw&sl=en&tl=iw&u=http://sites.google.com/site/drtkaufmanartsandmusic/moshe-castel&anno=2>

"שבת בצפת" ציור שמן על קנווס. הציור בבעלות מוזיאון תל אביב לאומנות.

התמונה עדיין עוברת שחזור ועוד לא הוצגה בתערוכה.

עבודותיו של האמן הוצגו במוזיאונים חשובים בעולם כולו.

ציונה תגר

<http://www.tagger-siona.co.il/indexen.html>

פורטרט של אברהם שלונסקי, 1925, שמן על קנווס.

לאחרונה הוצגה תמונה זו בתערוכה רטרוספקטיבה לאמנית שנערכה במוזיאון תל אביב לאומנות בשנת 2004.

הציור בבעלות מוזיאון תל אביב לאומנות.

מערכות אלו תהפוכנה לפופולריות יותר ויותר בתחום בדיקות זה.

הערות

תודה מיוחדת מגיעה לצוות השחזור במעבדת מוזיאון תל אביב לאומנות, על כך שפתחו בפנינו את הדלת לעולם הקסום והמיוחד של הערכת חפצי אומנות. תודה על פתיחותם לחדשנות ונכונותם להתנסות בשיטות בדיקה חדשות. לשרון, דפנה, חסיה, מאיה ודרי דורון. תודה על שיתוף הפעולה. למדנו המון!

ברצוננו להודות לקן מוזר מצוות השחזור במוזיאון ברוקלין.

תודות גם לצוות מעבדת CIRAM על ששיתפו אותנו בתוצאותיהן של בדיקות שהם ערכו במערכת ניידת עם פאנל שטוח. בעולם האומנות בו הדיסקרטיות מחייבת, אנו יודעים להעריך את המידע שנמסר לנו.

תודה מיוחדת למשפחת זקין, הבעלים של התמונה "ישו עם זוג הנישאים" על שהתירו את פרסום סיפורם המיוחד.

ואינן יקרות כמו מעבדות רנטגן רגילות, עם זאת הן מציעות תוצאות איכותיות ללא פשרות.

ניידות המערכות מאפשרת גמישות ויעילות באופן עריכת הבדיקות. ניתן לערוך בדיקות רנטגן עם מערכות רדיוגרפיה דיגיטאלית ניידות גם במעבדות וגם בשטח. המערכות מספקות תמונות רנטגן מיידיות על מסך מחשב לניתוח תוצאות במקום. אין צורך עוד "לעבוד על עיוור" ולחכות לסריקה או פיתוח של פילם או כל חלופה אחרת. התמונה מתקבלת על המסך לאחר שניות בודדות והבודק יכול להמשיך את הבדיקה תוך ידיעת התוצאות ואת טיב המידע שנרכש.

מערכות בדיקת רנטגן ניידות הן בטוחות להפעלה ודורשות פינוי מינימאלי של טווח בטחון במקום עריכת הבדיקה. העובדה שהתמונות נאגרות במאגר נתונים דיגיטאלי מבטלת את הצורך בשימוש בחומרי פיתוח כימיים מסוכנים. המערכות הן ידידותיות לסביבה.

בשל יתרונותיהן הרבים בתחום בדיקות יצירות אומנות, כפי שהוצגו בכתבה זו, יש לצפות כי

SHERWIN



Gould-Bass
A Total Concept Company

המקור שלך לחומרים וציוד לבדיקות אל הרס בתחום נוזלים חודרים ובדיקות מגנטיות

GES מייצגת את הספקים המובילים:

Sherwin - בתחום הנוזלים חודרים. המוצרים מאושרים ע"י QPL, יצרני מנועי מטוסים ויצרני מטוסים.

Circle Systems - בתחום החומרים לבדיקות מגנטיות. המוצרים מאושרים ע"י QPL, יצרני מנועי מטוסים ויצרני מטוסים.

Gould Bass - בציוד ליישום נוזלים חודרים, מכונות מגנט, ציוד תאורה UV ובקרת עוצמה וציוד לביקורת תהליך בדיקות אל-הרס.

ל-GES נסיון רב בליווי לקוחותיה משלב תכנון התהליך, ביישום ולאורך העבודה.

GES - גלובל אנוירומנטל סולושנס בע"מ

רחוב אבשלום גיסין 90 - א.ת. קריית אריה - פתח-תקווה

טלפון: 03-9277600 פקס: 03-9218927

דואל: davidk@ges.co.il



Global Environmental Solutions

פיתוח בדיקה לא הורסת במדחף כלי טיס לא מאויש

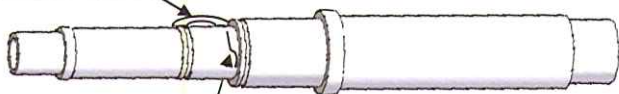
רס"ן דורון נוימן, רס"ב מאיר מיארה (המידע הטכני מתוך בטאון ח"א/אינטרנט)



כלי טיס לא מאויש



אזור המוטר
ע"י תותב



סדק אופייני
ראשית הסדק סמוך לרדיוס
וכיוון התקדמותו לרדיוס

מיקום הציר במנוע

כ-4 מ"מ מהרדיוס והשני סדק ברדיוס. הגשש שנבחר הינו קטן מימדים, סטנדרטי, Mhz 5,45 מעלות. הגשש מונח על המשטח העליון של הציר צמוד למגרעת ומשדר גל זוויתי מתחת לתותב, כאשר האלומה מכוונת לאזור הרדיוס. הסריקה מבוצעת מסיביב בהיקף הציר.

מציאת הכתרון

השיטה שנבחרה ליישום הינה השיטה האולטרסונית, השיטה מבוססת על שידור גלי קול בתדר גבוה וקליטת החזר האנרגיה תוך שימוש בגל גזירה (שידור בזווית).

יוצרו דגמי כיוול המכילים סדקים בעומקים: 1.2 מ"מ, 0.6 מ"מ, וסדקים במקומות שונים האחד

רקע

פעילותם של כלי הטיס הבלתי מאוישים בתחום הצבאי והאזרחי הולכת ומתפשטת וזאת בעיקר בזכות היתרון הגדול של אי סיכון חיי אדם. יתרון משמעותי נוסף הוא שכטב"מ (כלי טיס בלתי מאויש) זול יותר ממטוס הן בעלויות יצור והן בתחזוקה השוטפת.

הכטב"מ משמש בעיקר למטרות מודיעין, סיור ומעקב.

בחיל האוויר גדל היקף השימוש בכטב"מ וכך גם הצורך בפיתוח מערך התחזוקה, ובתוכו גם מערך הבדיקות הלא הורסות.

מחלקת אל-הרס ביחידת אחזקה אוירית בשיתוף מדור בלי"ה במטה, מתמודדים בעיקר עם בדיקות שוטפות אך גם עם אתגרים הנדסיים כמוצג במאמר זה.

כלי טיס לא מאוישים לקחו חלק מרכזי במבצע "עופרת יצוקה". ביום השלישי לחגימה נשבר ציר המדחף וגרם להתלשות המדחף, צוות המטיסים המיומן הצליח להנחית את הכלי בשטח ישראל בדאייה.

כלי מסוג זה שהיה נופל בשטח האויב היה מסב נזק לא רק בהיבט המודיעיני, אלא היה נרשם גם כהישג מוראלי לארגון טרור.

תאור הבעיה

המדחף מורכב על ציר המעביר את התנועה הסיבובית מהמנוע. ציר זה נסדק עד להתפתחות שבר שגרם להתנתקות המדחף.

גף חקר כשלונות בחיל האוויר, אשר בדק את הציר, הצביע על מקור הסדק שנוצר במרחק של כ-4 מ"מ סמוך לרדיוס ומתחת לתותב!

מנקודת המקור הסדק מתקדם לכיוון הרדיוס וממשיך בצורה היקפית ברדיוס עד לשבר.

מיקום הסדק מתחת לתותב והצורך המבצעי לאתרו במינימום פירוקים בטייסת, היוותה אתגר גדול עבורנו.



קרן היסוד 22, טירת כרמל
www.dinco.co.il 04-8131515

מערכות רנטגן לבדיקות אל-הרס

FUJIFILM



DYNAMIX™
HR / Series 5

Fujifilm Dynamix HR
מערכת CR קטנה יחסית,
בעלת ביצועים מעולים,
רזולוציית קריאה ואיכות תמונה
גבוהות במיוחד (50µm, 12bit)
בעלת עמדת עבודה ייחודית עם
מסך בעל רזולוציה גבוהה 3MP

**DÜRR
NDT**



Dürr CR35
חדש וייחודי
בארץ! מערכת ה-**CR-NDT**
של חברת Dürr. בעלת
רזולוציית קריאה גבוהה
מאד (25µm). ניידת
ומתאימה ליישומי שטח.

SHIMADZU



**inspeXio Microfocus
X-Ray CT System**
מערכת CT המאפשרת קבלת
תמונות תלת-ממדיות של
הרכיבים הנבדקים, בצורה
קלה ופשוטה.

KIMTRON inc.

מגוון מקורות קרינה ותאי
רנטגן לקווי ייצור מבית
Kimtron.



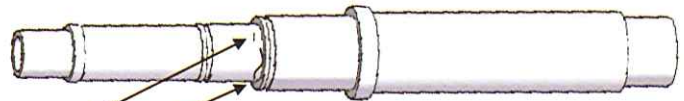
הצורך המבצעי

בשבת 27.12.08 החל מבצע "עופרת יצוקה", מבצע שבו נטל חיל האוויר חלק מרכזי במלחמה בארגוני הטרור בעזה.

הצורך המבצעי בביצוע הבדיקה בכל 50 שעות טיסה של הכטב"מ, חייב פעילות מאומצת סביב השעון, בסיום כל בדיקה חזר הכטב"מ לפעילות מבצעית ברצועת עזה.

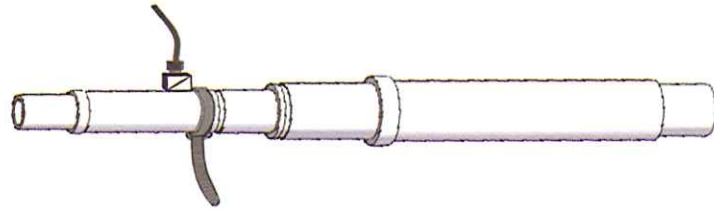
כטב"מ זה סייע רבות (לא נרחיב מעבר...) להשגת היעדים המרשימים במהלך המבצע והיה לחוליה חשובה בהצלחתו.

פתרון זה נתן הן מענה לצורך באיתור מקור הסדק והן להתפתחותו ברדיוס וזאת תוך ביצוע פירוקים מזערי תוך עיקוב מינימלי בקרקע אך מעל לכל נתן מענה לזמינות כלי טיס במהלך לחימה בנקודת זמן קריטית.

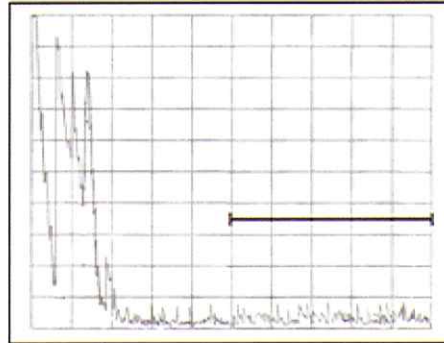


דגמי כיוול
המכילים סדק
מלאכותי וסדק
טבעי.

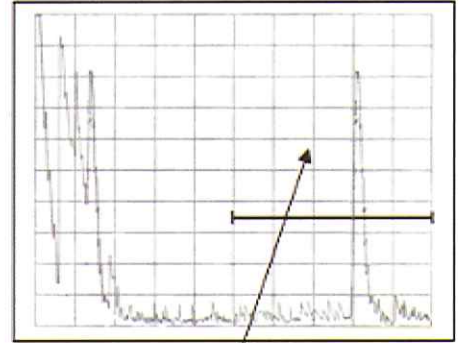
דגמי הכיוול



הצמדת המרווחון



תמונת הנסך ללא סדק



החזר מהסדק

תצוגת מסך

חדשות

מעבר נציגות קו מוצרי
Ardrox לחברת האחים
איזנברג

Eisenberg Bros. Ltd. 
אחים איזנברג בע"מ

Chemetall

חברת Chemetall גרמניה, העבירה את תחום פעילותה בקו Ardrox מפז שמנים וכימיקלים לחברת אחים איזנברג בע"מ, בנוסף לקו החומרים של ELY.

הפעילות עם מוצרי Ardrox החלה בתחילת שנת 2010.

כפי שנרשם לעיל, קו המוצרים ELY שנרכש לפני למעלה משנה מחברת ELY Chemical על ידי חברת Chemetall ימשיך להיות תחת נציגות אחים איזנברג בע"מ, כפי שהיה עד היום.

שני קווי המוצרים - Ardrox ו-ELY מופיעים ב-QPL AMS 2644 ומאושרים על ידי חברות התעופה הגדולות בעולם.

טלפון: 03-9777020 Ronitb@eisenbros.co.il

הקשיים שבדרך

בעת ביצוע בדיקת אב טיפוס על גבי המטוס התגלו שני קשיים עיקריים:

בתצוגה התקבלו לעיתים שתי אותות שלא הופיעו בבדיקת דגמי הכיוול - בדיעבד הסתבר כי התותב מודבק בעזרת דבק LOCTITE בצורה לא אחידה, והדבר גרם להחזרים אלו.

קיים קושי באיתור חוזר של מקור הסדק במרחק של כ-4 מ"מ.

על כן, נלקח ציר אשר הועמס מחזורית עד ליצירת סדק טבעי - זוהתה התנהגות זהה במקור הסדק והתקדמותו לרדיוס - ציר זה שימש כדגם כיוול נוסף.

בנוסף, נמרח LOCTITE בגסות בנקודות

מזהות, בנקודות אלו הופיעו האותות מהם נדע להתעלם בעתיד.

בכדי להתגבר על הקושי באיתור מקור הסדק הוצמד "מרווחון" (אזיקון) ברוחב 4 מ"מ, אשר הרחיק פיזית את הגשש, ובכך יצר רפלקטור יעיל יותר ממרכז האלומה, אך לא פחות חשוב, ביטל את השפעת הטכנאי ויצר נקודה קבועה לסריקה הקפית.

יעילות הבדיקה הוכחה כיעילה על מספר מטוסים בטייסת, משך הבדיקה כ-20 דקות אינו פוגע בזמינות כלי הטיס.

חיסרון השיטה הינה יכולת הגילוי המוגבלת ל-1.2 מ"מ בעומק.

בדיקה לא הורסת פשוטה של פגמים בחומרים מרוכבים באמצעות מצלמה אולטרסונית: מחקר של בואינג

R. Lasser, M. Lasser, J. Kula, D. Rich, R. Westernik, Imperium, Inc.

הקדמה

המכשיר הוא מצלמת שטח אולטרא סאונד נידת פשוטה ונישאת ביד, אשר התמחות בה דורשת יום הכשרה אחד בלבד. אין מן ההכרח שהמשתמש במצלמה יהיה טכנאי בדיקות לא הורסות. המכשיר משמש כקו הפעולה הראשון למציאת פגמים בחומרים מרוכבים במבנים של כלי תעופה. חלק גדול מפיתוח מכשיר זה היא פרי מאמצם הקבוצתי של כל הליקופטר ובואינג.

המערכת היא למעשה מצלמת וידאו לאולטרא סאונד. איכות המידע המושגת באמצעות התמונה בזמן אמת עולה בהרבה על מידע המתקבל באמצעות תצוגת A-scan או Phased Array אולטרסוני. התמונות הרבה יותר נוחות לקריאה ובעלות רזולוציה מרחבית גבוהה הרבה יותר. אותות גבוהים יותר ביחס לרעש, ורגישות גבוהה, מושגים בזכות שילוב של אנרגיית אולטרא סאונד המועברת לתמונה וידאו. כך מתאפשרת הקטנה של המכשיר לכלי פשוט, נייד וזול, בו כל בודק יכול להשתמש.

צרכי התעשייה

חומרים מרוכבים מתקדמים בהם נעשה שימוש בפלטפורמות כגון ה-Joint Strike Fighter V-22 נחשפים לתנאים קשים. המקרה הכי נפוץ הוא בפגיעה של החומר במהלך שימוש רגיל. עם זאת, אין מכשיר פשוט ומהימן לבדיקה של שטח גדול של חומר מרוכב. נזק זה לרוב אינו נראה לעין ולכן הבחנה ויזואלית היא כמעט בלתי אפשרית. לנזק זה עלולות להיות השלכות קטסטרופליות אם לא מתגלה לפני הטיסה.

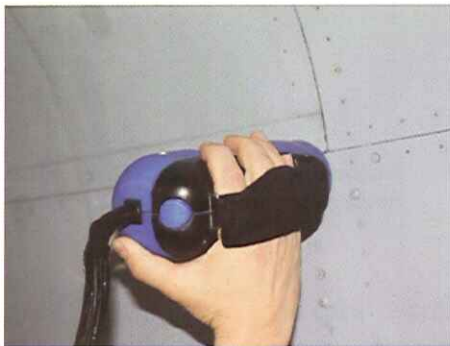
כיום, הטכניקה הנבחרת היא בדיקת הקשה או בחינה ויזואלית. במקרים בהם נעשה שימוש בטכניקות בדיקה בלתי הורסות, מרביתן נעשות באמצעות גיש אולטרא סוני סטנדרטי המספק

מידע בצורת גל אולטרא סוני של pulse echo. ההד החוזר מתורגם לצורה דיגיטלית ומעובד באופן אלקטרוני על מנת לספק מידע באשר לחומר המרוכב. בעיות פוטנציאליות במבנה מזוהות עם איבוד הד אחורי וניתנות לאפיון נוסף באמצעות בחינה של כל המידע של צורת הגל האולטרא סוני. אם נזק זה לא מאותר טרם הטיסה, התוצאה עלולה להיות כשל הרסני של המבנה.

מערכת ה-Acoustocam מתאימה במיוחד לענות על צרכים אלה. בפרט, המערכת מציעה את התכונות הבאות:

- ניתנת לשימוש גם על ידי עובדים ללא הכשרה מיוחדת
 - אלטרנטיבה מהירה ופשוטה לבדיקת הקשה
 - מעוצבת באופן ספציפי עבור בדיקה של מבנים וחומרים בלתי נגישים
 - מוכחת כבעלת יכולת גילוי של פגמים בחומרים, הפרדות בין שכבות של החומרים המרוכבים, נזק תרמי ומכני
 - קטנה, קלת משקל וחסכונית באנרגיה
 - מעוצבת לבדיקה לא הורסת בזמן אמת בתנאי שטח
 - עלות נמוכה
 - מתאימה לבדיקה של חלקים שטוחים או בעלי עקמומיות
 - לא מבזבז זמן לפירוק החלק הנבדק ולכיול מערכת הבדיקה
 - מספקת משוב פשוט ובזמן אמת
 - עיצוב עמיד המסוגל לעמוד בתנאים הקשים של סביבת התעשייה התעופתית
- התמונה של פנים החלק הנבדק מופקת באמצעות מערכת ה-C-scan האולטרא סונית

המעבדתית, מדהימה באיכות הוידאו שלה. התמונה המופקת דומה לזאת המתקבלת בצילום במצלמת רגילה. ראש המצלמה מקושר ליחידת שליטה שמכילה ציוד אלקטרוני ומחשב בעל לוח בודד (SBC) לשליטה על המצלמה ועל השבב. יחידת השליטה נשלטת על ידי ממשק גרפי המופעל על ידי מסך מגע. חלק ראש המערכת מופיע באיור מספר 1.



תמונה 1: מערכת צילום אולטרא סאונד

על מנת להתחיל בבדיקה, יש למרוח חומר צימוד כגון גיל ולהצמיד את הגשיש מול מטרת הבדיקה, והתמונה מופיעה באופן מיידי. כפתור לכידת תמונה מאפשר שמירה של עד מאות תמונות במהלך הבדיקה. בעתיד ניתן למקם שדר אלחוטי ביחידת השליטה כך שהתמונות ישלחו ליחידת שמירה אחרת בזמן אמת.

התוכנה על מסך המגע אשר שולטת במצלמה ומציגה את תמונת הוידאו מופיעה להלן. הממשק מראה גם את ה-C-scan וגם את ה-A-scan. הוא מציג את ה-C-scan בצד שמאל עם כוונת. הצד הימני מראה צורת גל מלאה שהוא ה-A-scan בכוונת ה-C-scan. ל-A-scan יכולות גילוי פגמים מרובות (מהירות החומר, שערים, התראות וכיוצא באלה).



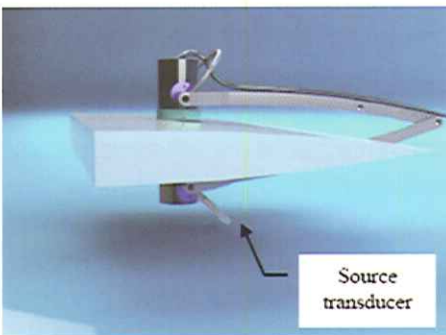
5a - הגשיש



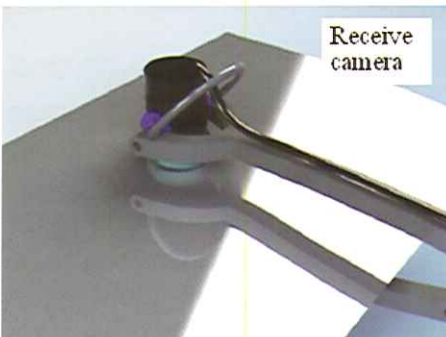
5b - לאחר הסרת החזית

קטנה יותר שנבחרת כעת. תוכניות משותפות של בואינג ובל הליקופטר כוללות הוספה של זרובית קדמית ניתנת להסרה שתכיל בלון נאופרופן חד פעמי, אותו ניתן להחליף בקלות במידה ונקרע.

פיתוחה של מערכת שטח ניידת שפועלת באמצעות שידור מופיעה בתמונה 6. המערכת אידיאלית למציאת התנתקות של שכבות בחומרים בעלי מבנה כוורת, מפני השטח ועד לעומק החומר. המשתמש מניח את היחידה כנגד המטרה, דוגמת להבי מסוק, ומעביר את היחידה על גבי המטרה כאילו על מנת לצבוע אותה. על המסך נוצרת בזמן אמת תמונת C-scan.



Source transducer



Receive camera

תמונה 6: מערכת בדיקה באמצעות שידור

לבדיקה של הפרדת שכבות מפני השטח ועד לעומק החומר

מערכת זו שימשה לגילוי מידי של הפרדה בין שכבות מפני השטח לעומק במבנה כוורת

"...בעלת המאפיינים הדרושים להצלחה..."
 ו-"...במיוחד הוכיחה את עצמה מהירה ופשוטה לשימוש..."

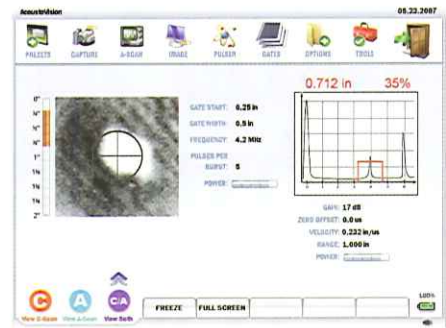
על סמך תוצאות אלה בחרה בואינג לאמץ את תכנית זו. מר גארי ג'ורג'סון מבואינג הביע את תמיכתו: "כעת אני מאמין כי המכשיר שלכם יכול לאפשר גם לבוחן לא מומחה, שערב הכשרה מינימלית בלבד, גלגות פגמים במהירות ובפשטות..." (גארי ג'ורג'סון, בואינג פנטום וורקס, סיאטל, וושינגטון)

תכנית בדיקות לא הורסות אלחוטיות של בואינג

איכות התוצאות הובילה לתכנית אחרת במימון בואינג לשימוש במצלמה גם בשדות תעופה לבדיקה מהירה של חומרים מרוכבים בכלי תעופה מסחריים, על מנת למצוא פגמים פנימיים על ידי טכנאי שאינו מומחה בשיטה. התמונות המתקבלות מועברות באמצעים אלחוטיים ומנותחות בזמן אמת על ידי מומחה, הנמצא לעיתים במרחק אלפי קילומטרים מאזור הבדיקה. פרויקט זה, שפותח בשיתוף עם מהנדסים מבואינג, יאפשר לאנשי תחזוקה להשתמש במכשיר על מנת להעריך נזק בצורה מהירה, מבלי צורך בציווד אולטרא סוני קונבנציונלי, שדורש זמן רב להתקנה ושימוש, וכל זאת ממקום מרוחק ממקום הבדיקה. המכשיר נישא ביד, ולכן שימושי לסריקה מהירה של אזורים בהם יש חשד לנזק. המכשיר מראה נזקים מתחת לפני השטח שלא ניתן לראות בעין. המשתמש מניח את הגשיש כנגד מבנה כלי התעופה, והנזקים הפנימיים מופיעים על מצג נישא ביד בזמן אמת.

עבודת פיתוח מתמשכת

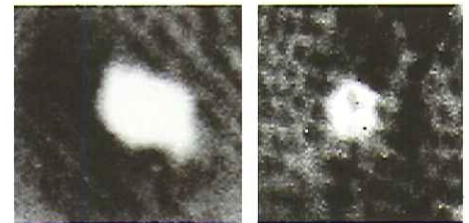
קיימות מספר תוכניות פיתוח מתמשכות שעובדות על שיפור המצלמה האולטרא סונית. אחת מהן שואפת להקטין לחצי את גודל יחידת ה-pulse echo. תמונה 5 מראה יחידה נישאת ביד



תמונה 2: ממשק משתמש

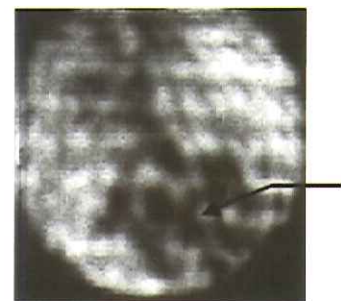
תוצאות

גם חברות אחרות בתעשייה חקרו את נושא השימוש בטכנולוגיה אולטרא סונית לאיתור נזק בחומרים מרוכבים. בואינג בחנה את יכולתה של המערכת לגילוי פגמים שתוצאתם ממוקמת, אשר כמעט בלתי ניתן לראותם בעין (BVID), במשך שלושה חודשים. דר גארי ג'ורג'סון מבואינג סיפק את הדגימות למחקר. המצלמה האולטרא סונית נבחרה ביכולת גילוי פגמים וגם בפשטות השימוש.



תמונה 3: נזק ממכה בלמינציה מוצקה (באדיבות בואינג)

מאחר שקשה לדמות פורוזיביות בתנאי מעבדה, המערכת נבחרה באמצעות דוגמה אמיתית שנגרמה מלחץ אויר נמוך במהלך התאחות החלק בזמן היצור. תמונה של הפורוזיביות לדוגמה מופיעה בתמונה 4. ניתן בקלות לראות את האזורים הלוקיים.



תמונה 4: תמונה של פורוזיביות (באדיבות בואינג)

דר ריצ'רד בוסקי מבואינג כותב על המצלמה האולטרא סונית שהיא:



A COMPLETE RANGE OF EDDY CURRENT PRODUCTS

Eddy Current Flaw Detectors



OmniScan EC
Nortec 500
Nortec 2000D

Eddy Current Array Flaw Detectors



OmniScan ECA

Tube Inspection



MultiScan MS5800
Tube Inspection Probes

Probes



EC Probes
ECA Probes

M.N. Engineering • Tel: 03-9798333 • Fax: 03-9798334 • visit www.olympus-ims.com

החברה יוסדה על ידי דר מרוין אי לטר, המדען הראשי של צבא ארה"ב, ולשעבר מנהל המחקר בעבור חברת פורד (חטיבת פילקו). בין המשתמשים במוצרינו: בואינג, איירבוס, בל הליקופטר, צבא ארה"ב, נחתי ארה"ב, חיל האוויר של ארה"ב, ונאסא. שימושים בטכנולוגיה שלנו נעשים בתעשייה, בתחום הרפואה, ובסביבות תת ימיות וביומטריה. הטכנולוגיה מוגנת בכמה פטנטים, חלקם רשומים וחלקם ממתניים לאישור.

באדיבות: מ.ג. הנדסה

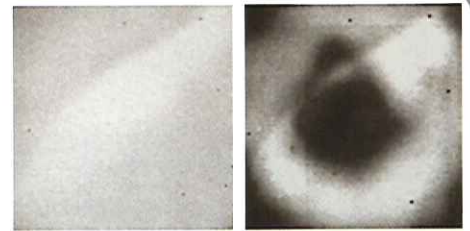
תודות

ברצוננו להודות לדר גארי גיורג'סון מבואינג על תמיכתו בפרויקט זה.

כמו כן פרויקט זה נתמך באמצעות שני חוזים עם חטיבת הנחתים של ארצות הברית, בניהול גברת פול קולוויץ, וראנדי דייביס, חטיבת Navair של נחתי ארצות הברית.

אודות אימפריום

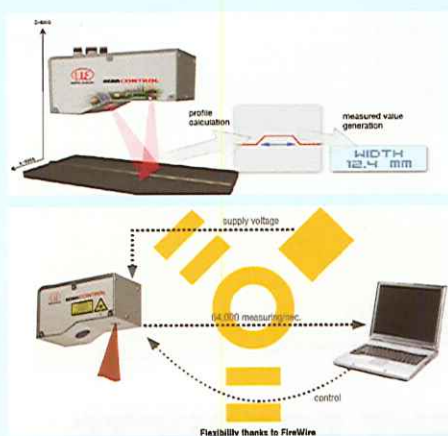
חברת אימפריום מפתחת ומייצרת מערכות הדמיה אולטרא סוניות מתקדמות מאז 1996.



תמונה 7: ליבת אלומיניום ללא פגם משמאל, מימין הפרדה בין שכבות בגודל רבע אינטש

Nomex. תמונה 7 מראה שתי תמונות, אחת עם פגם והשנייה ללא פגם.

שימוש בסורק לייזר כבקרת ריתוך תפר צנרת בתהליך היצור פרופיל דו-מימד ותלת מימד



Scan CONTROL System 2700-100

תכונות:

- חיישן פרופיל 2D/3D עם בקר משולב • חיישן עם בית אלומיניום IP64 • טווח מדידה: z - axis: 100mm • x - Axis: 100mm • תדירות: עד 100 הרץ • מקור אור: 10mW (שיעור לייזר 2M) • ספק כוח: 8-30 VDC, 500mA • בקר עם אנליזה פרופיל משולבת • ממשקים: IEEE1394a; RS422 • פלט/קלט: 1x fire-wire, 1x RS422 (אופציה), 1x RS422 • ניתן לתכנות (ממשק כיבוי לייזר או צופן של קלט) • תוכנת קונפיגורציה עבור Windows 2000 / Windows XP • מבוססת על ICONNECT

עזרים נכללים: - IEEE1394 4.5 m כבל ממשק עם ספק כוח משולב - חיבור פלג עבור ספק כוח חיצוני - חיבור פלג עבור ממשק RS422

המערכת הותקנה אצל הלקוח בתחנת ייצור צינורות בתהליך הריתוך וחברה למתקן של הלקוח.

ההתקנה והחיבור למערכת המחשוב של הלקוח כוללים התקנה של התוכנה, תכנות של תוצאות הבדיקה, מדידת כל חיבור הכבלים, ההכשרה ואתחול המערכת מבוצעים ע"י הצוות של חברת אלינה טכנולוגיות בע"מ - ישראל.

אינטגרציה של הסורק הלייזר כולל תמיכה בתוכנת הבקרה בוצעה ע"י מחלקת ייצור חברת אלינה טכנולוגיות.

הסורק סופק ע"י חברת מיקרו-אפסילון גרמניה.

נכתב ע"י חיים ליבה - מנכ"ל אלינה טכנולוגיות

הסורק מדגם 2710 משלב טכנולוגיה וביצועים במכשיר אחד: חיישן מעוצב עם בקרה משולבת וממדים קומפקטים, מערכת הבקרה מובנית בתוך הסורק כך שהתקנתו בתהליך הבקרה הינו פשוט.

מערכת בקרת ריתוך התפר כללה את הסורק מערכת התקנים, ותוכנת בקרת מרחק מהתפר.

המערכת שהותקנה וסופקה ללקוח הינה מערכת הפועלת באופן עצמאי ומתחברת ישירות למערכת בקרת הריתוך של מכונת ייצור הצינורות ומערכת הריתוך, ע"י שימוש בבקר מתוכנת.

החיישן ממעביר את הנתונים, מחשב את הפרופיל ומקבל ערכי מדידה עבור כל שדה המדידה, ברזולוציה מלאה בתדירות של 100 הרץ, וכל זה בזמן אמת.

מערכת סריקת הלייזר מדגם 2710 ביצעה פיקוח דינאמי/אוטומטי על תהליך הריתוך בזמן אמת.

מערכת הלייזר המבוססת על סורק מדגם 2710 מספקת פתרון מלא למשימות של מדידה ובקרה של תהליכים דינאמיים. כמו - שינוי בזוויות, מרחק תפר, שיפוע, סריקת פני שטח, שינוי גבהים ועוד.

הבקרה הינה פרופיל דו-מימדי, וכמו-כן ניתן לקבל פרופיל מדידה תלת-מימדי.

החיישן מאפשר למשתמש לאמוד את ערכי המדידה בזמן אמת ומספק משובים לבקרת הבקרה במידה וקיימות חריגות.

עיקרון פונקציה ומדידת סורק הלייזר מדגם 2710 הוא עיקרון טריאנגולציה עבור מדידה דו-ממדית ותלת-מימדית של פרופילים במגוון רחב של משטחי יעד.

מערכת הלייזר עושה שימוש בקו הלייזר הסטטי המתוכנן על משטח היעד. מערכת אופטית עם איכות גבוהה מתכנת את האור המשתקף המפוזר מקו הלייזר על מטריצה של חיישן בעל רגישות גבוהה. החיישן מחשב נתוני פרופיל מתמונת המצלמה, ומייצר את המדידה הרלוונטית.

ערכי המדידה הנם סדרת פלט (RS422) או אנלוגית (יחידת פלט). אומדן הסיגנלים OK/NOK הנם פלט כמו סיגנלים דיגיטליים מתחלפים (יחידת פלט).

בייצור צינורות בעלי תפר ריתוך, ישנה חשיבות קריטית לאיכות התפר. צינורות מרותכים אלו בקטרים גדולים שעולים על 2 מטר מרותכים בצורה ספירלית לאחר קיפול מכאני של פחי חומר הגלם.

מיקום הפחים אחד כלפי השני צריך ליצור מרווח מינימאלי, במרווחים אחידים, ובכך למנוע היווצרות של אי רציפות ולהבטיח את איכות הריתוך.

ישנה חשיבות לבקרה דינמית בזמן אמת שתבטיח את אחידות התהליך.

ביצוע הבקרה האוטומטית על ידי סורק לייזר

המידע מועבר מהסורק ע"י בניית פרופיל דו-מימדי המחושב ישירות עבור סגירת ויישור הצינורות לפני תהליך הריתוך וכל זה בזמן אמת. המידע מועבר באמצעות FireWire למחשב הבקרה של התהליך, תהליך הריתוך מבוצע במהירות סיבוב צינור של 1.5 מ/דקה.

יש להתקין את הסורק במרחק מתאים כדי להבטיח שהטמפרטורה באזור הסורק לא תעלה על 40 מעלות צלסיוס, ללא צורך בקירור.

יתרונות השימוש בסורק הלייזר הינם פשטות ההפעלה, הדיוק, ובקרת ביצוע תהליך ריתוך תפר הריתוך בזמן אמת.

Scan CONTROL 2710 System for Profile



measuring

Compact 2D/3D profile sensor for beads, grooves, edges & angles

תכונות הסורק הלייזר ואופן הביצוע:
עיצוב קומפקטי ומהירות תגובה גבוהה.



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

כל ציוד הבדיקות הלא הורסות תחת קורת גג אחת

Carestream HEALTH **Kodak**

Carestream HEALTH **Kodak**

מכונות פיתוח
חומרי ניקוי

סרטי צילום לרנטגן
כימיכלים



מערכות רדיוגרפיה דיגיטלית



NORTH STAR IMAGING, INC.



מערכות שיקוף Realtime ו-CT



ICM
INDUSTRIAL CONTROL MACHINES S.A.

מערכות רנטגן מתקדמות



ציוד מקיף ומתקדם לענף התעשייה, איכות הסביבה ובדיקות לא הורסות
מעבדת שירות ותיקונים לכל סוגי מכשירי הרנטגן ומכונות הפיתוח

רח' הירקון 34 א.ת. יבנה 81227 טל. 054-2200369, טל. 03-9605559, פקס. 03-9604160 info@vsr.co.il

בדיקת מוצאן של תעודות הכתובות בכתב היתדות בעזרת מכשיר XRF נייד

פרופ' יובל גורן, החוג לארכיאולוגיה ולתרבויות המזרח הקדום, אוניברסיטת תל אביב

בתנאים ובמשטר ההרבדה של החרסיות. לפיכך, הרכבים אלה מאפיינים אזורים גאוגרפיים שונים ואף תצורות שונות בתחומי אזור נתון. בעזרת מבחנים סטטיסטיים, נבחן המתאם הגבוה ביותר בין מקרי המבחן לבסיס הנתונים ונקבע מוצאה הגאוגרפי של החרסית, כלומר מקום ייצורו האפשרי של הכלי.

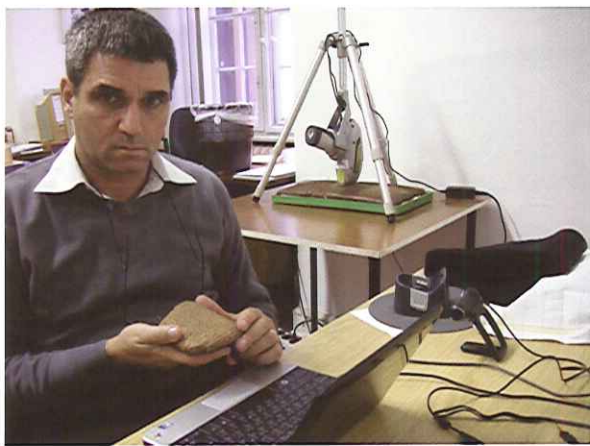
הקושי העיקרי בכל השיטות הללו נעוץ בצורך להסיר דוגמאות מן החומר לבדיקה. עצם היותה של הבדיקה פולשנית גרם לא פעם לקשיים בקבלת אישור למחקר מצד אוצרי מוזיאונים ומנהלים. מתוך מטרה למצוא פתרון לבעיה זו, פנינו לבדיקת התעודות באמצעות מכשיר XRF נישא מסוג Niton XL3t 900 GOLDD. מכשיר זה ניתן להובלה במטוס במטען יד רגיל, והוא מאפשר אנליזות בלתי-פולשניות של ההרכב הכימי של התעודות באולמות התצוגה או האחסון של המוזיאונים, תוך עיבוד מידי של הנתונים לקביעת מוצאן ובהשוואה לבסיסי נתונים הנשענים על תעודות מן המזרח הקדום שמוצאן נבדק בשיטות האנליטיות הקודמות וגם בשיטה זו. במהלך החודשים האחרונים התבצע מחקר ראשון מסוג זה על התעודות מחתושה (כיום בּוֹעֶזְקוֹי), בירת האימפריה החיתית ששכנה בטורקיה של ימינו, השמורות במוזיאון הלאומי בברלין. המחקר נעשה בשיתוף

בוחנות את הרכב המינרלים והיסודות הכימיים של החרסיות והחסמים שבחומר ומעמדות אותם עם בסיסי נתונים גיאולוגיים. בדרך זו אפשר לעמוד במקרים רבים על מקורן של התעודות ועל התהליכים הטכנולוגיים ששימשו ביצירתן. בשיטה זו אפשר אף לאתר את הסוג והמקור של התצורות הגאולוגיות שמהן נגזרו מרכיבי הטיין, וכך לקבוע את מוצאן הגאוגרפי של התעודות, שאינו זהה תמיד למקום שבו התגלו בחפירות.

המתודה המחקרית אותה יישמנו במהלך העשור האחרון במעבדה למיקרוארכיאולוגיה השוואתית שבמכון לארכיאולוגיה שבאוניברסיטת תל אביב, מבוססת על יישום שיטות אנליטיות מינרלוגיות-פטרוגרפיות המשמשות בדרך כלל לחקר כלי חרס ארכאולוגיים מחומר. פטרוגרפיה היא שיטת מחקר גיאולוגית הבוחנת את הרכב המינרלים שבחומר (במקור בסלעים) באמצעות בדיקתם בשקפים תחת מיקרוסקופ אופטי המצויד במערכת מסננים מקטבים ובעזרים נוספים. בשנות השישים של המאה הקודמת נוספו למתודה זו שיטות מחקר גיאוכימיות, הבוחנות את הרכב החומר ומוצאו באמצעות מדידת הערכים של היסודות הכימיים שמהם הוא מורכב באמצעות אנליזה אינסטרומנטלית של האצת נייטרונים (instrumental neutron

במחצית השנייה של האלף השני לפנה"ס הסתיים תהליך גיבושן של הממלכות הגדולות של המזרח הקדום, ובהן מצרים, בבל, מיתני (בצפון סוריה של ימינו) וּחְתִי (ממלכת החיתים בטורקיה), שהיה כרוך בעימותים צבאיים רבים. בראשית המאה הארבע-עשרה לפנה"ס פסקו המאבקים בין מצרים ומיתני ונפתח עידן חדש, שעמד בסימן שלום וביסוסם של יחסי סחר בין הצדדים. במרוצת התקופה עלתה גם ממלכת אשור על במת ההיסטוריה והצטרפה ל"מועדון" של המעצמות הגדולות ששלטו אז בכל מרחב מערב אסיה. תקופה זו מכונה בפי החוקרים "העידן הבינלאומי", עידן שנמשך כמאתיים שנה ובמהלכו נכרתו חוזי שלום בין המעצמות, אשר לוו בקשרים דיפלומטיים מסועפים ובקשרי מסחר ענפים. יחסים אלה באו לידי ביטוי בתעודות שהתגלו בארכיונים של המעצמות (בבל, אשור, חתי ומצרים). הכתיבה בכתב היתדות על גבי תעודות חומר אפינה ארכיונים אלה והיא אף התפשטה לכנען ולמקומות אחרים.

במהלך למעלה ממאה שנים של מחקר אינטנסיבי פורסמו רבות מן התעודות שנמצאו בארכיונים. תעודות אלה סיפקו מידע רב על התקופה, אך גם עוררו שאלות בנוגע למקורותיהם של הטקסטים ותנועותיהם במרחב. שאלות אלה היו מקור לוויכוחים ולדיונים, שדומה כי במקרים רבים הגיעו למבוי סתום. בניסיון להשיב על שאלות אלה פנה המחקר לעזרתם של מדעי הטבע והמדעים המדויקים, מתוך מטרה לבחון את מוצא התעודות באמצעות מחקר אנליטי של חומרי הגלם מהם נעשו. חומר הכתיבה שעליו הוטבעו הסימנים בכתב היתדות הוא הטיין (חומר, clay), המכיל מעטם הגדרתו חרסיות וחומרים מלכדים (חסמים), שנאספו על-ידי הסופרים ונלושו לשם יצירת המצע לכתיבה. כדי לקבוע את מקום מוצאו של הטיין אפשר ליישם מגוון של שיטות מינרלוגיות וגיאוכימיות, שמשמשות מזה מספר עשורים במחקרים על המוצא והטכנולוגיה של כלי חרס. שיטות אלה



המחבר במהלך בדיקת תעודות הכתובות בכתב היתדות במוזיאון בברלין

המבחנים הצביעו על קיומן של קבוצות מובהקות המייצגות תעודות ממקורות שונים (בבל, מיתני, חתי, מצרים וכ"ו) על פי הרכבהם של חומרי הגלם ובעיקר יסודות הקורט שבהם. בסיס נתונים זה משמש כעת לקביעת מוצאן של תעודות אחרות, הנבדקות מעתה בשיטה הבלתי הרסנית בלבד, דהיינו באמצעות מכשיר ה-XRF הנייד.

באמצעות בדיקות אלה ניתן היה לשייך מאסף נוסף של תעודות הכתובות בכתב היתדות מן הארכיונים של חתונה מטורקיה ואל עמרנה ממצרים, השמורות כעת במספר מוזיאונים מרכזיים בעולם, לארצות המוצא שלהם. כך לדוגמה, נבדק מאסף של תעודות ספרותיות הכוללות מילונים וטקסטים דתיים ששימשו את הסופרים בתהליך לימודם, ומוצאם (כפי שנקבע על פי הבדיקות) מסייע לחוקרי הטקסטים בהבנת התהליכים של מעבר הכתב והשפה בין התרבויות השונות שהתקיימו ברחבי המזרח הקדום.

באדיבות חברת RBM

נבדקה בשלושה אזורים שונים על גבי משטחים חלקים ככל הניתן. בכל אזור הוקרן החומר למשך 180 שניות: 60 שניות כ"א לפילטר העיקרי והנמוך ו-30 שניות כ"א לפילטר הגבוה וליסודות הקלים. מן התוצאות שהתקבלו משלושת המדידות חושבו הממוצע, סטיית התקן והסטייה המשוקללת של התוצאות עבור כל תעודה, ואלה שימשו לבחירת היסודות המשמעותיים למבחנים הסטטיסטיים. התוצאות המשוקללות שהתקבלו מבדיקת כל התעודות הועלו על גיליון נתונים ממוחשב והוטענו על גבי תוכנה סטטיסטית, בה נערכו מבחנים רבי משתנים (cluster analysis, factor analysis, principal component analysis) לבדיקת תקפותן של הקבוצות המייצגות מקרים קרובים מבחינת הרכביהם.

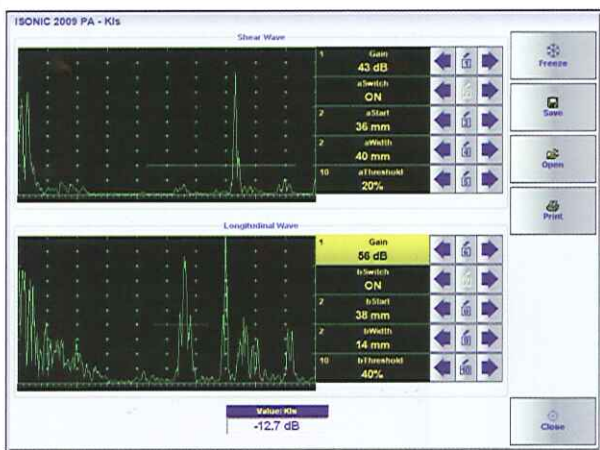
על פרופי' הנס מומסן (מאוניברסיטת בון) ויורג קלינגר (מן האוניברסיטה החופשית בברלין) בתמיכת הקרן הדו-לאומית ישראל - גרמניה (GIF, מענק מס' 1016-272.4/2008).

לאחר מספר ניסיונות הותאמה שיטת הבדיקה להרכבים המייחדים תעודות חומר. כל תעודה



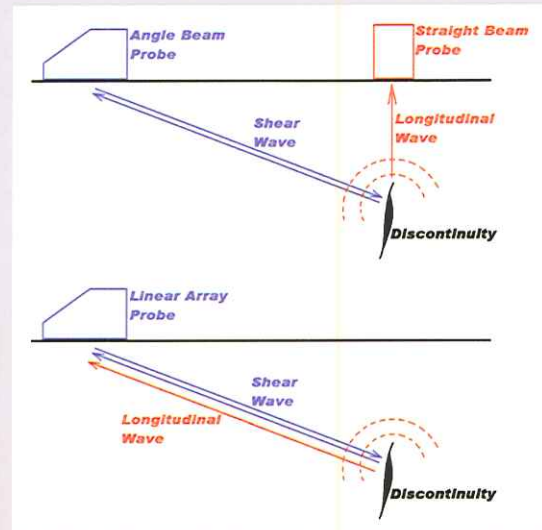
בדיקת מכתב שנשלח על ידי מלך מיתני למלך מצרים

יישום טכניקת PHASED ARRAY OF DELTA-TECHNIQUE לצורך הבחנה בין סדקים לפגמים נפחיים המהווים סיכון נמוך



יישום של טכנולוגיית דלתא הופך פשוט הרבה יותר באמצעות שימוש בגישי מערך ליניארי בודד, הממוקם כך שיאפשר קבלת הד מקסימלי מאי הרציפות המוערכת, ומחליף את זוג הגשישים הקונבנציונליים המשמשים למטרה זו, גישי זוויתי וגישי N.

המסך התואם של המכשיר מראה שני תצוגות Ascan הניתנות להתאמה אישית המציגות הד גלי גזירה ישירים (1) עם אמפליטודת As, הד המתקבל משבירה של גלים אורכיים (2) עם אמפליטודת AL, וקריאה דיגיטלית של ערך KLS המוצג כ-AS/AL (3).



ניתוח תבנית פגמים באמצעות טכניקת הדלתא המוכרת, מאפשר הבחנה בין מקבץ פגמים נפחיים לבין סדקים.

אינסוניפיקציה של גלים רוחביים מאי הרציפות המוערכת, מתבצעת בקבלת ההד גם של הגלים הרוחביים הישירים וגם של הגלים האורכיים שעברו שבירה באמצעות אותו גישי מערך ליניארי.

שני ההדים מוערכים באופן אוטומטי ומוצגים באופן דיגיטלי כערך, KLS שלפיו נקבעת תבנית הפגם.

הטכנולוגיה המתוארת מיושמת במכשירי בדיקה האולטראסוניים הניידים הפועלים באמצעות phased array:

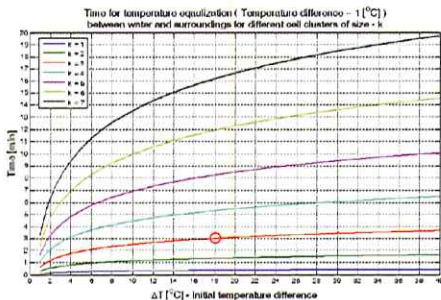
Sonotron NDT מבית ISONIC 2010 ו-ISONIC 2009 UPA Scope

הערכת מצב טכנולוגית בנושא תרמוגרפיה חיל האוויר, המדור לבדיקות ללא הרס

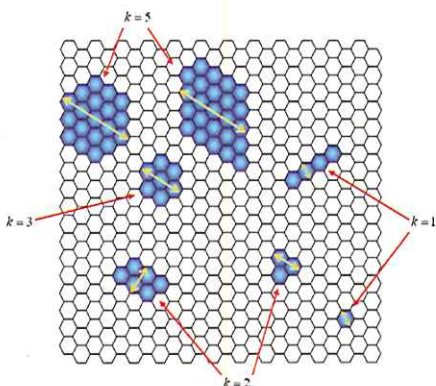
אורי סול - מנהל מחלקת אל-הרס, תע"א, סא"ל דן גרושקביץ - ראש ענף מבנה-מטוס, ח"א
רס"ן דורון נוימן - ראש מדור אל-הרס, ח"א, סרן קובי לוי - קצין מדור אל-הרס, ח"א

בתמונות אלו ניתן לראות כי הצילום התרמי לא מאפשר איתור של כלל התאים המלאים במים ואין די בשיטה התרמוגרפית להחליף את הטכנולוגיה הקיימת היום.

לאור התוצאות לעיל, הוחלט כי יש לבחון תאורטית את היכולת לאיתור פגמי חדירת מים למבנה כוורת מיד לאחר נחיתת המטוס לקרקע. המוטיבציה לבחינה זו הינה כי תנאי הטיסה (גובה ומהירות) מדמים מעין מקרר גדול אליו מוכנסים ההגאים וניתן בקלות רבה יותר לאתר פגמים על ידי צילום תרמי בזמן התאונות הטמפרטורה המטוס עם טמפרטורת הסביבה מיד עם נחיתתו. להלן גרף המציג את הזמן מרגע נחיתת המטוס בו עדיין אפקטיבי לבצע צילום, כנגד הפרש הטמפרטורה בין טמפרטורת המים לטמפרטורת הסביבה, עבור מספר התאים אליהם חדרו מים:

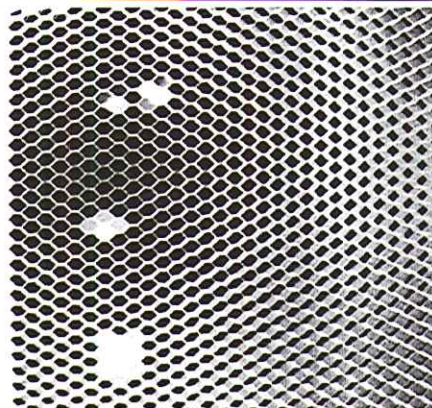
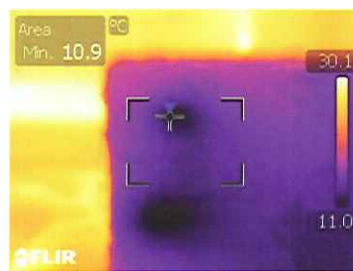


גודל צביר המים בתאים בו יש להשתמש לצורך הוצאת הנתונים מהגרף לעיל הינו:



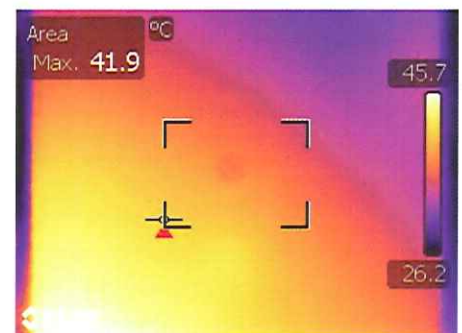
שחור הוא אידאליזציה שאינה קיימת בטבע) לפיכך חומרים בעלי אמפיסיביות נמוכה קשים יותר לאבחון. האמפיסיביות תלויה בין היתר בטיב פני השטח, בצבע, בגיאומטריית החלק, בזווית ההקרנה וכדומה. מתכות הינן חומרים המתאפיינים באמפיסיביות נמוכה (בעיקר מתכות מבריקות) ביחס לחומרים מרוכבים, ולכן קל יותר ליישם שיטה זו למציאת פגמים על גבי מבנים העשויים מחומרים מרוכבים מאשר ממתכות.

חיל האוויר ביצע הערכת מצב לצורך קליטת השיטה התרמוגרפית במטרה ליישמה לבדיקות הגאים, המתאפיינים בפגמים הנובעים מחדירת מים אל מבנה הכוורת המרכיב אותם. כיום הגאים אלו נבדקים בשיטה הרדיוגרפית ולכן יש להוכיח כי השיטה התרמוגרפית מקנה יכולת גילוי ברמה דומה. להלן תמונות שהתקבלו בניסוי המשווה בין יכולת הגילוי בשיטה הרדיוגרפית לשיטה התרמוגרפית:



תרמוגרפיה הינה שיטת בדיקה לא הורסת המבוססת על מיפוי תרמי של פני שטח האובייקט הנבדק. שיטה זו מיושמת במספר רב של תחומים כגון: אינסטלציה - לצורך מציאת נזילות מים בקירות, בדיקת מערכות חשמליות - לצורך מציאת זליגות זרם במעגלים חשמליים, מכונאות - לצורך אבחון רכיבים מכניים תקולים ובתעופה - לצורך מציאת פגמים במבנה המטוס.

העיקרון הפיזיקלי עליו מסתמכת השיטה הינו עקרון "סטפן-בולצמן" לפיו כל חומר בטבע פולט קרינה אלקטרומגנטית בספקטרום האינפרא אדום כתלות בטמפרטורה בו הוא שרוי, לכן על ידי עירור תרמי של האובייקט הנבחן מתקבלת מפה תרמית על פני השטח הנבדק כאשר אזור "פגום" (אזור בעל צפיפות וסוג חומר שונה) מתאפיין בטמפרטורה שונה ביחס לסביבתו. הבדל זה בטמפרטורה ייקלט על ידי המצלמה התרמית וכך ניתן יהיה לאתר את האזור הפגום באמינות גבוהה. להלן תמונה הלקוחה מניסוי שנערך ע"י חיל האוויר ותע"א לצורך בחינת השיטה על גבי דגם המכיל פגם הפרדה בין השכבות המרכיבות את הדגם:



גורם משמעותי המשפיע על הקרינה הנפלטת הינו אמפיסיביות האובייקט הנבחן. אמפיסיביות מבטאת את כושר החומר לפלוט אנרגיה (ההשוואה מבוטאת ביחס לגוף שחור המסוגל לבלוע מקסימום אנרגיה, יש לציין כי הקונספט של גוף

thermography. טכנולוגיות אלו טרם נבחנו ניסויית על ידי חיל האוויר אך מסקר ספרות שנערך בנושא התברר כי הפוטנציאל הגלום בשיטות אלו הינו רב ויכול לתת מענה לצרכים מסוימים להם נדרש חיל האוויר.

ולכן ניתן לומר כי שיטה זו עדיין אינה בשלה להחלפת הטכנולוגיות הקיימות כיום. כיום ישנן מערכות מתקדמות המבוססות על השיטה התרמוגרפית לאיתור פגמים במבנים תעופתיים כגון lock-in-1 pulse thermography

הפגמים הנמצאים בדרך כלל במטוסי החיל הינם מסדר גודל $k=3$, ומהצבה בגרף מתקבל כי הזמן האפקטיבי לצילום בתנאים הטובים ביותר הינו 4 דקות. זמן זה אינו מאפשר יישום השיטה כמות שהיא במדיניות האחזקה

שימוש במערכת רנטגן מיקרופוקוס במחלקת מקורות אנרגיה ברפאל

שרונה מלכיאור, תובל הראל

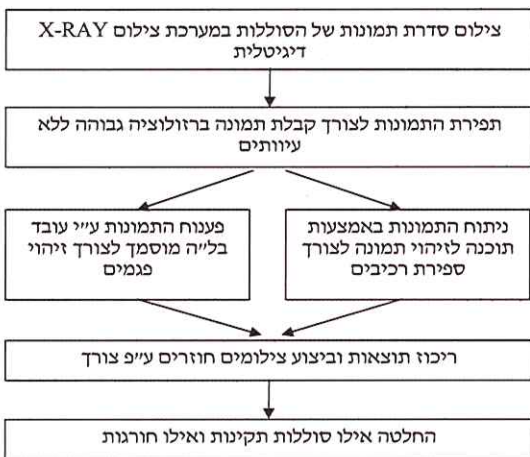
חסרונות המערכת הדיגיטאלית:

מימדי התא מגבילים את גודל האובייקט שניתן לצלם.

קרבת הפריט המצולם למקור הקרן הקונית גורמת לעיוות התמונה בקצוות. לצורך צילום תמונות ברזולוציות גבוהות של עצמים הגדולים ממספר מילימטרים בודדים, יש לצלם סידרה של תמונות. את התמונות ניתן אחר כך לחבר לתמונה פנורמית ברורה.

היישום במחלקת מקורות אנרגיה:

מנות הייצור כוללות מאות ואף אלפי סוללות ונדרש לצלם את כולן. המטרה היא ליצור תהליך אוטומטי ופשוט. מבנה סכמטי של התהליך מתואר להלן.



אתגרים

- הטכנולוגיה הינה חדשה יחסית והניסיון בה עדיין מועט.
- נדרש לימוד עצמי רב של המערכת.
- העדר תקני NDT מתאימים בנושא הצילום הדיגיטאלי מחייב יצירת נהלי עבודה חדשים.

בחישה צירים והיא ניתנת לתכנות. המערכת נמצאת בתא מצופה עופרת.

יתרונות המערכת הדיגיטאלית:

- קבלת תוצאות בזמן אמת, מאפשרת זיהוי ותיקון מיידי של פגמים וצמצום פסילות.
- קבלת תמונה בזמן אמת מאפשרת בחינה יסודית של האובייקט מוויות שונות, דבר שנותן תחושה של תלת מימד, בדומה ל-CT. מאפיין זה ישים במיוחד בפיתוח ובחקר תקלות.
- יכולת ביצוע CT אשר ישים בעיקר בפיתוח ובחקר תקלות.
- היות והמערכת נמצאת בתא מצופה עופרת, הקרינה הנפלטת ממנה היא ברמת קרינת רקע. עובדה זו מאפשרת הצבתה באולם הייצור ולא מחייבת עבודה עם תגי קרינה.
- יכולת לתכנות צלום אוטומטי, מאפשרת דיוק וחוזרניות בתנאי הצילום ובזוויות הצילום של הפריטים. עובדה זו מקלה על שילוב תוכנות אוטומטיות לזיהוי תמונה על מנת לבצע ביקורת אוטומטית.
- קבלת פלט בפורמט דיגיטלי. גם מאפיין זה מקל על שילוב תוכנות אוטומטיות לזיהוי תמונה ובנוסף מאפשר שמירה נוחה לצרכי עקיבות וגיבוי.
- אין צורך בסרטי צילום ובכימיקלים לפיתוח הסרטים ולכן התהליך ידידותי יותר לסביבה.
- היכולת ליצור תוכניות צילום אוטומטיות מאפשרת הכשרת עובדים לתפעול שוטף של המערכת בזמן קצר.
- תחזוקת המערכת מועטה וכוללת בעיקר החלפת פילמנט אחת לכ-100 שעות עבודה.

במחלקת מקורות אנרגיה ברפאל מבוצע פיתוח, תכן, וייצור סוללות תרמויות ליישומים צבאיים כגון: טילים, פצצות חכמות, טורפדו, כסאות מפלט למטוסים, ועוד.

סוללה תרמית בנויה מתאים אלקטרו-כימיים. בכל תא: אנודה, קתודה וביניהן אלקטרוליט שהוא מוצק בטמפרטורת החדר ולכן אינו מוליך. הפעלת הסוללה מתבצעת ע"י הצתת רכיבים פירוטכניים פולטי חום המחממים ומתיכים את האלקטרוליט. האלקטרוליט המותך מוליך יונים ומאפשר את פעולת הסוללה.

ייחודה של הסוללה התרמית: חיי מדף של מעל 20 שנים ללא צורך בתחזוקה, מעבר תוך חלקי שנייה למצב פעולה, והספקים גבוהים במיוחד (מעל 200 וואט למשך מספר דקות).

היות והסוללה היא רכיב גפרורי לשימושים צבאיים, הדרישה לאמינות גבוהה היא בלתי מתפשרת. האמינות הגבוהה מושגת, בין היתר, באמצעות ביקורת אמינה.

אמצעי הביקורת החשוב ביותר הינו צילום רדיוגרפי של הסוללות. הבדיקה מבוצעת לכל הפריטים מקו הייצור.

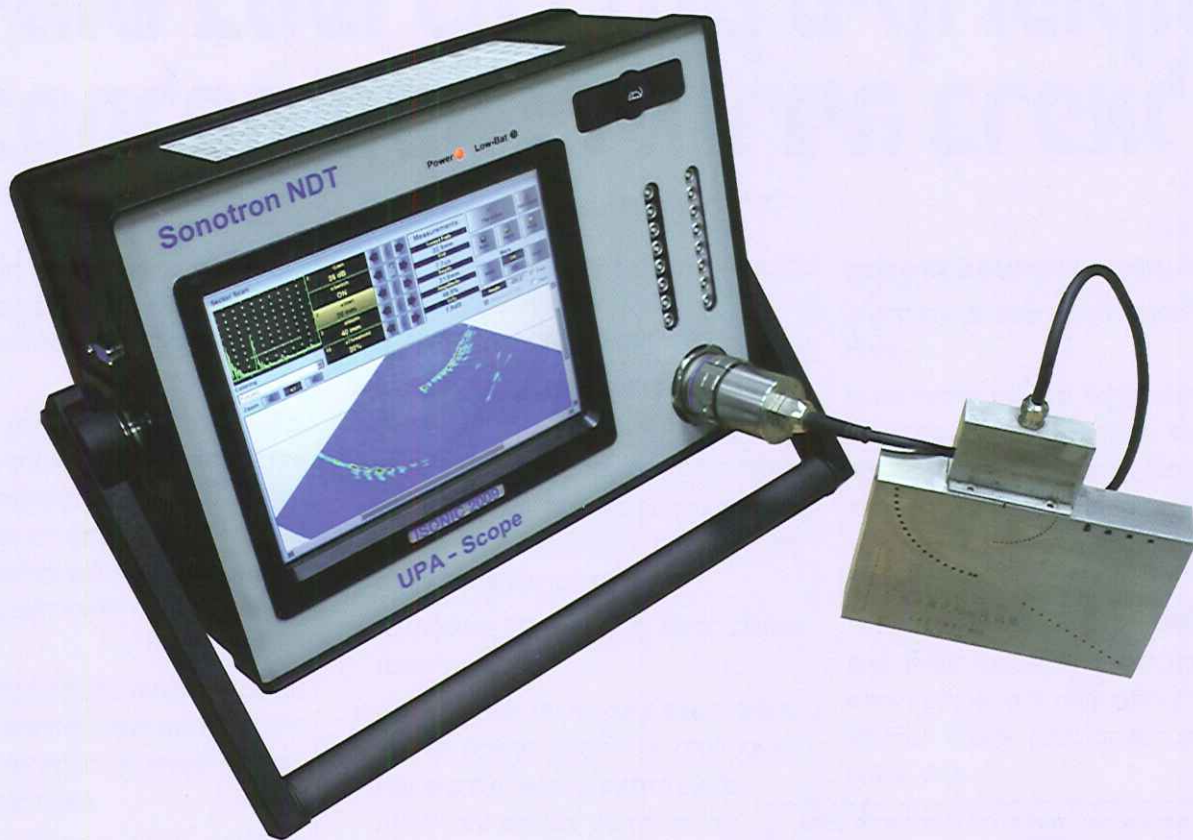
עד לאחרונה בוצעו הצילומים ברדיוגרפיה קונבנציונלית על גבי סרטי צילום. בשנת 2009 הוכנס לשימוש מכשיר מיקרו-פוקוס דיגיטלי.

המניע לשינוי היה רצון לשיפור בקצב הצילום ומתן משוב לקו הייצור בזמן אמת תוך שילוב כלי ניתוח מתוחכמים, הוזלת עלויות ושמירה על איכות הסביבה.

המערכת כוללת: מקור קרני-X, מערכת מיקרופוקוס בעלת נקודת מוקד של 5 מיקרון, גלאי קרני-X מסיליקון אמורפי. בנוסף, המערכת כוללת זרוע הנושאת את הפריטים המצולמים עד משקל מרבי של 10 ק"ג. לזרוע יכולת תנועה

ISONIC 2009 UPA-Scope

Portable Ultrasonic Phased Array Flaw Detector and Recorder



Phased Array

- ▶ 64:64 phased array electronics – independently adjustable emitting and receiving aperture, parallel firing, A/D conversion, and on-the-fly real time digital phasing
- ▶ Phased array pulser receiver with image guided ray tracing
- ▶ True-To-Geometry and regular B-Scan and Sector Scan (S-Scan) accompanied with all-codes-compliant A-Scan based evaluation
- ▶ Unique Tandem-B-Scan for the detection of planar vertically oriented defects
- ▶ Multi-Group scanning and imaging with use of one probe
- ▶ Encoded and time-based line scanning with forming Top (C-Scan), Side, End Views imaging, 3D-Viewer
- ▶ Independent gain per focal law control – angle gain compensation for S-Scan, etc
- ▶ DAC, TCG
- ▶ Processing of diffracted and mode converted signals for defects sizing and pattern recognition
- ▶ Operating matrix-array probes with real time three-dimensional imaging (3D-Scan)

- ➔ 100% raw data capturing
- ➔ Powerful off-line data analysis toolkit
- ➔ Intuitive User Interface

- ➔ Light rugged case
- ➔ Sealed keyboard and mouse
- ➔ Large 8.5" bright touch screen

THE VERSATILITY OF ULTRASONICS

Conventional UT and TOFD

- ▶ 1, or 8, or 16 channels
- ▶ Single / dual modes of pulsing/receiving
- ▶ Regular A-Scan
- ▶ Thickness B-Scan
- ▶ True-to-Geometry flaw detection B-Scan – straight / angle beam probes
- ▶ CB-Scan
- ▶ TOFD
- ▶ Strip Chart and Stripped C-Scan
- ▶ Parallel or sequential pulsing/receiving and A/D conversion
- ▶ DAC, DGS, TCG
- ▶ FFT signal analysis
- ➔ Ethernet and 2 X USB Ports
- ➔ Remote control – UT over IP
- ➔ Built-in encoder port



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 2010

Portable Ultrasonic Phased Array
Flaw Detector and Recorder

SIMPLICITY VERSATILITY RELIABILITY

Phased Array

- ▶ 32:32 phased array electronics – independently adjustable emitting and receiving aperture, parallel firing, A/D conversion, and on-the-fly real time digital phasing
- ▶ Phased array pulser receiver with image guided ray tracing
- ▶ True-to-Geometry and regular B-Scan and Sector Scan (S-Scan) accompanied with all-codes-compliant A-Scan based evaluation
- ▶ Multi-group scanning and imaging with use of one probe
- ▶ Encoded and time-based line scanning – Top (C-Scan), Side, End Views and 3D-imaging
- ▶ Independent gain per focal law control – angle gain compensation for S-Scan, etc
- ▶ DAC, TCG
- ▶ Processing of diffracted and mode converted signals – defects sizing and pattern recognition
- ➔ 100% raw data capturing
- ➔ Powerful off-line data analysis toolkit
- ➔ Intuitive User Interface
- ➔ Light rugged case
- ➔ Sealed front panel keypad and mouse
- ➔ 6.5" bright touch screen

Conventional UT and TOFD

- ▶ 1 channel
- ▶ Single / dual modes of pulsing/receiving
- ▶ Regular A-Scan
- ▶ Thickness B-Scan
- ▶ True-to-Geometry flaw detection B-Scan – straight / angle beam probes
- ▶ CB-Scan
- ▶ TOFD
- ▶ DAC, DGS, TCG
- ▶ FFT signal analysis
- ➔ Ethernet and 2 X USB Ports
- ➔ Remote control – UT over IP
- ➔ Built-in encoder port



Sonotron NDT

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

הניטור בתשתיות ככלי לפיקוח על תהליכים ותופעות מסוכנות בזמן אמת

יגיל וגבי שואף: גבי שואף בע"מ

Summary data			
	T/Inp4	L/Inp5	V/Inp6
V(mm/s)	4.09	6.16	9.14
PD(.1mm)	66.56	202.39	182.59
A(g)	0.01	0.03	0.04
FREQ (Hz)	18.52	20.45	11.06

להלן אפיון גלאי רעידות אדמה המוצג בשל היותו הנדרש מכולם ליישומים נרחבים

1. התראה ויזואלית וקולית בעוצמה של לפחות 100dB עם הופעת הגל הראשון (P).
 2. התראה ויזואלית וקולית בעוצמה של לפחות 100dB אך בתדר שונה עם הופעת גלי הגזירה וגלי השטח (S ו-R).
- חזרתם של הגלאים הנ"ל למצב המתנה עם הפסקת הרעידה.
 - יכולת הבחנה של הגלאים בין גלי רעידת אדמה לרעש אחר.
 - יכולת של הגלאים להבחין בעוצמות שונות החל מדרגת 4 של סולם ריכטר ועד לרמה 5,6 ו-7.
 - אמינות גבוהה, אפס התראות שווא,

הרעידות לגרום להתפתחות של סדקים קיימים, או להופעה של סדקים חדשים. שקיעות אפשריות הינן אינדיקציות להידרדרות עתידית וכך גם הטיות בבניית קירות סלארי, מבנים, קירות תומכים ובחפירות ליד בסיסי המבנים.

מקור הרעידות יכול להיות אקראי או מצטבר מכלי רכב, פטישי אוויר, מכונות עבודה כבדות, קידוחים, חומרי נפץ המשמשים לשבירת סלעים ואחרים. קיימות אמות מידה לקבילות של תוצאות המדידה והן תקנים או הנחיות הקונסטרוקטור, לדוגמה לפי תקן ישראלי 466, ההטיות המותרות הינן H/500, שקיעות של L/250, התרחבות של סדקים עד ל-0.4 מ"מ ועוד.

מערכות המדידה יכולות להיות מדי עיבורים, מדי רעידות, מדי הטיה, מדי שקיעה, מדי מתחה/ לחץ, אקסטנציומטרים, מדי התכנסות ועוד. כל הנ"ל יכולים להיות עשויים גם מסיבים אופטיים, שהנן טכנולוגיה מתקדמת ולה תכונות ייחודיות רבות. בשימוש במערכות אלה יש לקזז את השפעות הטמפרטורה המשתנה במשך זמן המדידה וכן פרמטרים אחרים. בזמן האחרון מתרחב השימוש ברובוטים לביצוע המדידות, שימוש זה מאפשר קבלת תוצאות מדידה מדויקות יותר עם חיסכון בזמן ובעלות.

שימוש בניטור של מבנים ותשתיות תופס תאוצה רבה בשנים האחרונות, ומשמש גם להתרעה מוקדמת של רעידות אדמה. כיום הניטור נחשב לחלק חשוב במקצוע הבדיקות הלא הורסות.

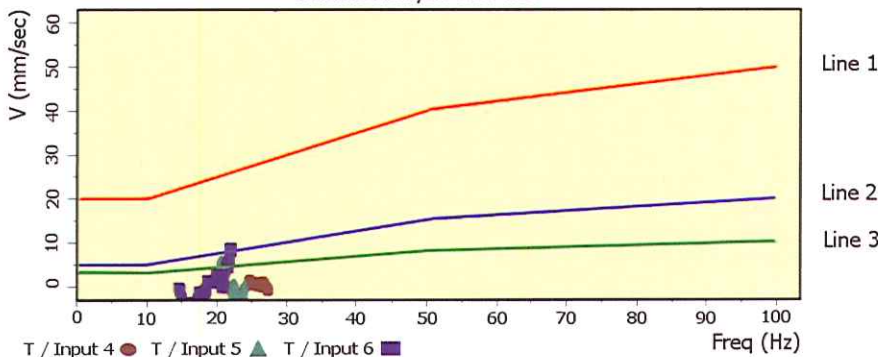
מדי שנה נערכים מפגשים מקצועיים במקומות שונים בעולם ובהם דווח על עבודות, מחקרים ויישומים.

הצורך בניטור הביא לפיתוחו המואץ, והתפתחות הטכנולוגיה האלקטרוניקה והאוטומציה מאפשרים את השימוש בו ביעילות רבה, ברמת רגישות ורזולוציה גבוהות, ובאמינות גבוהה.

החשש מרעידות אדמה או פעילות עוינת, גרר צורך בהתקנת מערכות ניטור מיוחדות במתקנים של מיכלים וצנרת גז, כימיקלים, מיכלים על ותת קרקעיים, מאגרי מים, סכרים ועוד. מערכות הניטור מסוגלות לסגור את תנועת החומר המסוכן מיד כאשר מתרחש שינוי כלשהו המצביע על מעבר אל גבולות הסף המוגדרות. קיימת אפשרות לקבל התראות ולפעול לפי תוכנית חירום מתוכננת, לדוגמה במקרה של רעידת אדמה: התראה על הופעתו של הגל הראשון הפועל בצורה אנכית תאפשר הפעלת מערכת חירום וכן המלטות או היערכות לפני הגעת הגל השני והשלישי, שהינם מסוכנים יותר ושמהירותם כחצי מהגלים הראשוניים. מרחק סביר ממוקד הרעש יאפשר ברוב המקרים לנצל את האיחור בהופעתם, דבר שיכול להתבטא בהתראה בת 40-5 שניות.

הניטור בתשתיות הינו רב גוני וכולל רעידות, הטיות זוויתיות, לחץ, שאיבה, שקיעות, תזוזות של שכבות קרקע ופרמטרים רבים נוספים. אחד החשובים מביניהם הינן הרעידות. קיימים תקנים המתייחסים לרעידות אלה והמגדירים את הפרמטרים שלהם כאשר מדובר על מבנים, צנרת וכדומה. הרעידות הינן מסוכנות כאשר נכנסות לתהודה עם התדר העצמי של המבנה, דבר העלול לגרום להרס שלו. בנוסף יכולות

Seismic Analysis DIN 4150

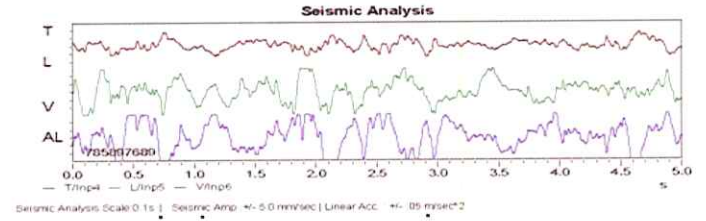


Line 1 - Industrial Structures Line 2 - Residential Structures Line 3 - Vibration Sensitive Structure



חזית מלון סבוי בירושלים שנועדה לשימור עם בניית המלון החדש

- מדידות של שינויים במנהרת "בגין" בירושלים מומחיות, ניסיון ותרבות לאיכות הינן הגורמים העיקריים היכולים לאפשר ניטור מוצלח ואמין.



ויכולת פעולה למשך תקופה ארוכה ללא הכנה כלשהי. הניטור הפך לחלק בלתי נפרד מפעילות מעבדות הבדיקה. בין עבודות אלה:

- הזזת המבנים של הטמפלרים בקריה
- בדיקת הטייתו של בית מלון בנתניה
- מדידות בבנייתו של מלון "סבוי" בירושלים
- מדידות בחפירת מנהרה מתחת לבניין קרן קיימת ביפו
- מדידת עבודות המבוצעות בקרבת מוזיאון המקרא בירושלים
- ניטור בבניית תחנת הרכבת החדשה שתהיה בעומק של 70 מטר, בבנייני האומה בירושלים.

VIDISCO LTD.
CUTTING EDGE X-RAY INSPECTION SYSTEMS

No Compromise on Image Quality!



Your Laboratory in the Field

foX-Rayzor

Vidisco's portable X-ray inspection systems enable fast setup in any field conditions or laboratory. Highest quality images are created immediately with a click of a button and analysis can be made on your laptop on site. Amorphous Silicon flat panel based, fully battery operated DR systems enable fast high quality results. Efficient operation increases NDT profitability.



Vidisco Ltd. 32 Haharoshet St. Or-Yehuda, 60375 Israel
Tel: +972-3-5333001 Fax: +972-3-5333002 Email: ndt@vidisco.com www.vidisco.com

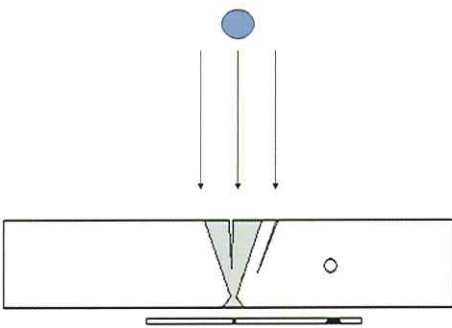
מיתוסים בבדיקות לא הורסות

ד"ר יוסי שואף - גבי שואף בע"מ

מיתוס מספר 3 - רדיוגרפיה

רדיוגרפיה הינה שיטה לבדיקת סדקים - לא נכון

המקור - מופיע במפרטי לקוח רבים - "בדיקת רדיוגרפיה לגילוי סדקים"



הרדיוגרפיה היא אחת השיטות הגרועות לגילוי סדקים, וזאת בגלל הרגישות לזווית הקרינה.

מסיבה זו, כאשר ישנה דרישה לגילוי סדקים באמינות גבוהה יש לבצע צילומים בזוויות שונות. לחלקים תעופתיים מוגדרת דרישה לזווית מרחבית של לא יותר מ-10°.

בצילום של מנוע רקטי יש דרישה לצילום ממבטים רבים בהיקף.

מיתוס מספר 2 - רדיוגרפיה

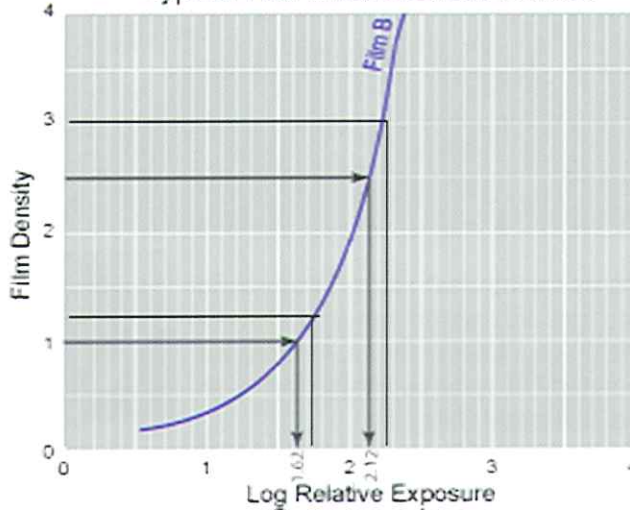
רדיוגרמה בהירה ברורה יותר ונותנת יותר פרטים - ההיפך הוא הנכון.

המקור - קושי בצפייה בסרטי צילום בתנאים הנדרשים - חדר מוחשך, אילומנטור חזק ויקר לעומת הנוחות שבצפייה בחלון המשרד.

אם נסתכל בעקומת התגובה של סרט הצילום, נוכל לראות שהעקומה אינה ליניארית והיא תלולה יותר בצד ימין המייצג את רמות ההשחרה הגבוהות יותר. כושר ההבחנה בפרטים קטנים כמו סדקים או בועות תלוי בקונטרסט או בהפרשי ההשחרה. נוכל לראות שההבדל בחשיפה הנובע מההבדל בכמות החומר שדרכו עוברת הקרינה (גודל הפגם), יוצר פער בהשחרה גדול יותר בדרגות ההשחרה הגבוהות ולפיכך משפר את יכולת ההבחנה והגילוי.



Typical Film Characteristic Curves



האם מהפכת אוקטובר אכן הייתה באוקטובר? האם טרומפלדור, הגיבור האגדי אכן אמר לפני מותו "טוב למות בעד ארצנו"? האם תות שדה, סמל הבריאות, הינו פרי שבריא לאכול אותו?

אחת ההגדרות של מיתוס הוא "סיפור מכונן תודעה שאמיתותו מסופקת". אנו מכירים מיתוסים שונים שרובם מעצימים את הדמות או האירוע עליו מסופר. ככל שהמיתוס מרוחק יותר הוא נחשב כנכון ומרשים יותר.

מקצוע הבדיקות הלא הורסות הוא בן מאות שנים, אם כי נחשב רשמית כתחום שהחל בתקופת רנטגן ומרי קירי כלומר יותר ממאה שנה. במשך השנים נצטברו אי אמיתויות, ברובן מחוסר ידיעה, והן הופכות למוסכמות בקרב הבודקים ובקרב מומיני הבדיקות.

במאמר זה אציג מספר מיתוסים בתחום הבדיקות הלא הורסות ואפריך אותם.

מיתוס מספר 1 - רדיוגרפיה

כאשר משתמשים באיזוטופ חלש המפעילים נחשפים לפחות קרינה - לא נכון

המקור - חשיבה אינטואיטיבית של מפקחי ביטחות במפעלים.

אקטיביות של מקור רדיואקטיבי נמדדת ב-Curie. כל Curie של מקור כלשהו נותן מנת חשיפה מוגדרת.

לדוגמה מ-1 Curie של אירידיום נקבל ממרחק מטר 0.50 רנטגן לשעה, כדי לחשוף סרט צילום רדיוגרפי יש צורך ב-2 רנטגן סה"כ. אם אדם יעמוד במרחק של 30 מטר ממקום הצילום הוא יחשף לאלפית מהמנה כלומר ל-2 mR.

כדי לחשוף את הסרט לשני רנטגן אפשר להשתמש במקור של 4Ci (כל Ci נותן חצי רנטגן) במשך שעה או במקור של 1Ci במשך 4 שעות.

כלומר, כך או כך יקבל הסרט 2R והאדם הנמצא במרחק של 30 מטר יקבל 2mR.

מיתוס מספר 4 - צבע חודר

הבודקים המבצעים בדיקה בצבע חודר הם ברמה נמוכה

נהוג לחשוב שהבודקים בצבע חודר הם ברמה נמוכה.

המיתוס נובע משתי סיבות אך לא כך הוא.

לפי תקן הסמכת כוח אדם לבדיקות לא הורסות SNT-TC-1A יש צורך ב-12 שעות הדרכה פרונטאלית (במקרה הטוב).

מה הקושי לפזר צבע, לנקות אותו אחר כך ולהתבונן בעיניים בלתי מזוינות?

חשיבה זו כל כך מושרשת שיצרנית צבע חודר הגדילה לעשות והיא נותנת הוראות בדיקה על גבי מיכל הצבע ובכך מורידה את זמן ההדרכה הנדרש מ-12 שעות ל-12 שניות...



1. נקה את החלק
2. רסס שכבה אחידה של צבע
3. המתן 20 דקות
4. נקה את הצבע מפני השטח
5. בחון אם יש סימנים של צבע המצביעים על סדקים.

(המיכל שבתמונה הינו להמחשה בלבד)

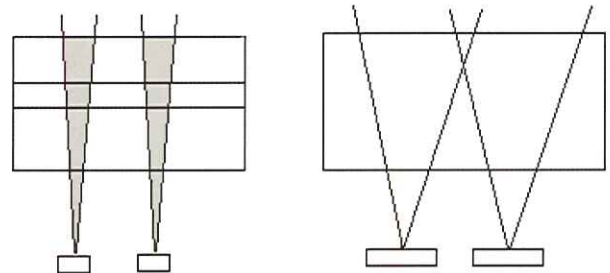
כדי להעריך יותר את הבודקים יתכבד הקורא וינסה לענות על השאלות הבאות, אשר נדרשות במבחן ההסמכה -

1. מה יחס הקונטרסט של מערך הצבע החודר שלך?
2. מה ההבדל בין הידרומטר ופרקטומטר?
3. מה הרגישות של מערך הצבע החודר שלך?
4. האם הניקוי המוקדם שלך טוב דיו?
5. איך אתה משיג רגישות טובה יותר?
6. מה זמן השהייה באמולספייר (2 דקות)?
7. למה לא משתמשים כמעט במתחלב ליפופילי?

מיתוס מספר 5 - אולטרסאונד

ככל שהגשש גדול יותר ניתן להגדיל את הפגיעה של הסריקה - טעות.

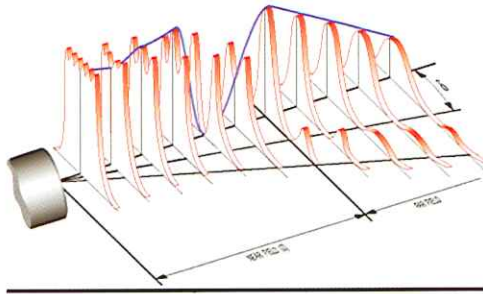
מקור המיתוס - אינטואיציה, שטח גשש גדול יותר יוצר אלומה רחבה יותר.



לא נכון

הפגיעה של הסריקה מוכתבת על ידי רוחב האלומה והצורך בחפיפה בין האזורים המכוסים על ידיה. ככל שהפגיעה תהיה רחבה יותר כך יקצר זמן הבדיקה ועלות הבדיקה.

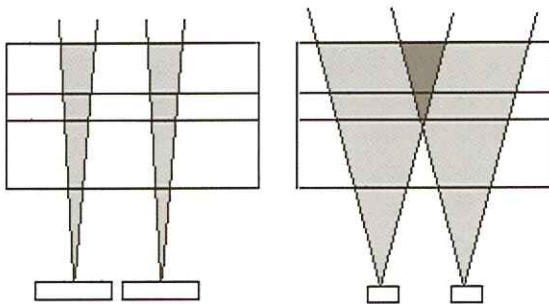
רוחב האלומה נקבע על ידי תדר הבדיקה וגודל הגשש ביחס הפוך



$$\delta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

כאשר δ היא מחצית מזווית הפתיחה של האלומה

ולכן המצב הנכון הוא שככל שהגשש קטן יותר, האלומה רחבה יותר ומאפשרת פגיעה גדולה יותר.



מיתוס מספר 6 - הסמכות

כל בודק חייב להיות מוסמך לרמה 1, 2 או 3 וכל מפענח חייב להיות לפחות רמה 2.

הסיבה למיתוס זה - אי הכרת התקנים, אימוץ דרישות פרטניות של לקוחות ספציפיים.

תקן API 650 למיכלי אגירה לדלק מכתוב שכל בודק בחלקיקים מגנטיים יהיה כשיר ובעל מיומנות בבדיקות (ללא אזכור של צורך בהסמכה)

התקן האירופאי EN 473 שאומץ לפרויקט הגז, אומר: בודק רמה 1 יכול להיות מאושר לקביעת אופי תוצאות הבדיקה ולתעד אותם (כתיבת דוח).

ההנחיות האמריקאיות SNT-TC-1A מציינות: רמה 1 יהיה מסוגל לבצע בדיקות ספציפיות, כיוולים ספציפיים והערכת ממצאים ספציפיים לקבלה ודחייה.

התקן האמריקאי לתעופה NAS 410 מאפשר לרמה 1 לבצע בדיקות ופענוח בתנאי שאושר לכך על ידי רמה 3.

סיכום

כל בודק במבצע בדיקות נתקל במנהגים, אמיתויות לא מוסברות, והרגלים הנובעים "ממסורת" המועברת מדור לדור. ראוי לאנשי מקצוע טכניים, שיבדקו מה הן הדרישות האמיתיות והנכונות התואמות לחוקי הפיסיקה והמקצוע.

תגבור תחום המדידות ובל"ה באמצעות EURAMET

פרופ' עמוס נוטע



יעד התוכנית הוא להגדיל את יכולת התחרות האירופאית בשווקים הפנימיים והבינלאומיים ולתמוך באיכות החיים.

מטרולוגיה נתפסת ע"י הקהילה כיכולת מדעית-טכנולוגית המאפשרת לעולם ההי-טק להתקיים. מדידות מדויקות ואמינות מהוות את התשתית לחיי היומיום בהיבטים הכלכליים, הבריאותיים והסביבתיים. ככל שניתן להשיג מידע אמין יותר ניתן להבין יותר ויישם הבנה זו לתועלת הקהילה.

פרויקטי המחקר במדידות, אשר מאושרים לביצוע, נבחרים ביו היתר לאור איכות המחקר והפוטנציאל לתרום משמעותית למדע המדידה ולתושבי הקהילה.

תוכנית המחקר

תוכנית המחקר הראשונה החלה ב-2007 ואושרו בה 21 פרויקטי מחקר משותפים. טיפול בתוכנית השנייה החל ב-2009. תהליכי הדירוג והבחירה של פרויקטים שופרו ב-2009 לאור הניסיון שהצטבר מהרצת התוכנית הראשונה.

הרצתה של תוכנית המחקר נערכת בשלבים המפורטים בנוהל מאושר מטעם המועצה של EURAMET. בשלב הראשון מתבצע איתור של נושאי מחקר המבטיחים הקניית יכולות מדידה טובות יותר, יתרונות לקהילה ומהווים נדבך בהתפתחות לקראת יעד שנקבע. בשלב השני מוגשות הצעות לפרויקטי מחקר משותפים. רשאים להגיש הצעות רק מכוני מאושרים.

הגוף EURAMET הינו ארגון אזורי אשר חברים בו מכוני לאומיים למטרולוגיה [NMI] ממדינות האיחוד האירופאי.

הארגון עוסק בתחומים של מטרולוגיה, עקיבות של מדידות ליחידות SI, הכרה בינלאומית באבות מידה לאומיים וביכולות כיול ומדידה של המדינות החברות.

במסגרת ההסכם הארגון ממונה על ביצוע תוכנית המחקר האירופאית במדידות [EMRP].

EURAMET e.V הינה חברה לשרות הציבור שהוקמה על פי החוק הגרמני ומ-1.7.07 היא באה במקום איגוד ה-EURAMET אשר פעל קודם לכן אולם ללא המטלות של פיקוח על פרויקטי מחקר. החברה מהווה ישות משפטית ונושאת גם בכל תפקידי האיגוד הקודם. ההנהלה של EURAMET e.V נמצאת בטדינקטון, אנגליה.

תוכנית המחקר במדידות מתמקדת בעבודה משותפת של 22 מדינות במטרה לטפח מקוריות, להמעיט כפילויות ולהגיע בזמן קצר להישגים תוך ניצול מרבי של הפיתוח המקורי, היכולות המדעיות והטכנולוגיות הקיימות בכל אחת מהמדינות. במחקרים משותפים מכוני לאומיים למטרולוגיה ומכוני נוספים שאושרו. ארגונים נוספים, גם ממדינות שמחוץ לקהילה, יכולים להשתתף אם הם עומדים באמות המידה שנקבעו, יישאו בהוצאות המימון שלהם ואם יהיה ברור לאירופאים שקיים יתרון בשיתופם.

רקע

בדיקות לא הורסות [בל"ה] מהוות חלק משמעותי מתחום המדידות [מטרולוגיה]. חשיבותן מתבטאת משלב תכנון המוצר, המערכת או המתקן. בשלב זה מאפיינים את המשתנים שיש לנטר על מנת להבטיח שהתהליך הייצור יציב ומכניסים את מערכי המדידה והבקרה המתאימים בתוכניות. השאיפה היא שכל מדידות המשתנים תתבצענה בקו הייצור בשיטות לא הורסות. מדידות הניטור נערכות גם על מוצר/מתקן בשרות במסגרת תחזוקה מתוכננת. השאיפה כיום הינה להחליף כל מדידה הורסת במדידה לא הורסת אשר אינה מתערבת בתהליך אותו היא מודדת ושאינה משפיעה עליו. מערכי ניטור אלו מאפשרים כיום עמידה בדרישות השוק לשש סיגמא ולאבטחת האמינות הגבוהה המצופה ממערכות רבות.

שיטות הבל"ה נתונות כיום בתהליך של שינוי ייעודן, אין הן מיועדות עוד אך ורק לבקרת איכות או לחקר כישלונות. שיטות הבל"ה הופכות להיות חלק מהותי מתהליכי הפיתוח, הייצור, התחזוקה והשדרוג ולכן מתכנן בעל ידע בתחום חייב להשתתף בכל צוות תכנון.

אני מביא בהמשך תיאור של פעולות שנעשו ונעשות מטעם הקהילה האירופית, כדי לקדם את נושא המדידות כולל המדידות הלא הורסות ולהצדין לקראת ההתפתחויות הצפויות במאה ה-21. אני ממליץ שהגישה בה פועלת הקהילה תשמש קו מנחה לשיטת הפעלת המחקר בארץ.

EURAMET

אירופה הכירה בחשיבות אבטחת האיכות של המדידות ככלי בהתמודדות עם האתגרים של השוק הגלובלי. לאור זאת חתמה הקהילה האירופית הסכם עם EURAMET לניהול שיתופי פעולה מחקריים בתחום המדידות בין המדינות החברות. ההסכם הינו בשלב הנוכחי לשבע שנים והסכום עליו מדובר הינו כארבע מאות מיליון אירו.

ניתן לצרף להצעה גם בקשות למענקי הצטיינות לחוקרים הממלאים תפקידים בעלי משמעות בפרויקט.

לאחר מכן ממונה צוות של מומחים המכסים את התחומים המקצועיים בהם הוגשו ההצעות. תפקיד הצוות לדרג את ההצעות לפי אמות מידה נתונות והעביר את המלצתו למועצת EURAMET. המועצה מאשרת את הפרויקטים אשר יזכו במימון תוך הסתמכות על הדרוג שהוגש להם ולפי התקציב שהוקצב לתוכנית ע"י הקהילה האירופית.

תוכנית 2009

התוכנית של 2009 הוקדשה לקידום מדעי המדידה וטכנולוגיית המדידה בשדה האנרגיה. התקבלו הצעות לנושאים מהמדינות החברות ולפיהם נקבעו 16 נושאי מחקר. צוין שלעיתים אוחדו בנושא אחד מספר נושאים, ונושאים אחרים נדחו מאחר שלא היו בעלי עניין לחברות האחרות.

מתוך 16 הנושאים שנבחרו אציין אחדים לדוגמה:

מדידות לדלק אורגני; מדידות לבניה יעילה של מבנים; מדידות לקליטת אנרגיה; מדידות לחיסכון אנרגיה במתקנים חשמליים ומכונות חשמל; מדידות לשיפור יעילות תחנת כוח; מדידות לתאי דלק; אפיון גזי אנרגיה; מדידות לנזול גז טבעי; מדידות לדור חדש [דור רביעי] של תחנות כוח גרעיניות [תג"ר]; מדידות למיזוג גרעיני; מדידות לתאים סולאריים והמרת אנרגיה סולרית; מדידות להמרת אנרגית רוח.

לנושאים שאושרו הוגשו הצעות מחקר. כל הצעה חייבת הייתה להיות מוגשת ע"י קונסורציום של לפחות שלושה מכונים ממומנים הרשאים להשתתף מתוך לפחות שלוש מדינות השותפות בתוכנית.

צוות המומחים לצורך השיפוט והדרוג נבחר ואושר ע"י המועצה של EURAMET. בצוות היו 28 חברים, שהינם בעלי מוניטין בתחום המדידות ושהוסכם שיש להם היקף ראייה רחב של תחום מדעי-טכנולוגי זה. בנוסף הם היו חייבים להיות ללא קשר כלשהו עם המכונים המגישים את הצעות המחקר. המומחים שנבחרו הנם מ-21 מדינות של הקהילה האירופית [מספר החברים המרבי האפשרי מאותה מדינה הוא שלושה] ובנוסף הצוות כלל ע"פ הנוהל גם מומחים אובייקטיביים מחוץ למדינות המשתתפות.

לכן, פנו אלי כמומחה לנושאי איכות ואמינות

המדידות ובקשו שאקח עלי את הנושאים של מדידות לדור החדש של תג"ר ולמיזוג גרעיני. מומחים חיצוניים נוספים היו מיפן ומברזיל. 39% מחברי הצוות היו פרופסורים ו-36% נוספים היו בעלי תואר דוקטור; 36% הגיעו ממוסדות להשכלה גבוהה ו-36% נוספים מארגונים תעשייתיים.

תהליך השיפוט היה מורכב מהצעדים הבאים: א. כל מומחה חתם על התחייבות לסודיות ואז קיבל לבדיקה את ההצעות בתחום המומחיות שלו. היה עליו להכין חוות הדעת שנמסרה בטפסי שיפוט. אמות המידה לשיפוט כללו היבטים של מידת התרומה לתוכניות האנרגיה



פרופ' עמוס נוטע, נציגו ב-EURAMET

של הקהילה האירופית בעתיד הקרוב או הרחוק, התעניינות התעשייה, אפשרות ביצוע המחקר המוצע בהיקפי כוח האדם, הזמן והמימון שצוינו, איכות ויעילות, חדשנות שבמחקר, מצוינות מדעית טכנולוגית; מידת שיתוף הפעולה בין המכונים המשתתפים בהצעה, מתקנים וציוד קיימים ויכולת העברת הידע. חוות הדעת הועברו למינהל התוכנית.

מצאה חן בעיני העובדה שקיימת תוכנית רב שנתית [עד ל-2050] לאספקת אנרגיה למדינות הקהילה האירופית עם שלבי ביניים של טכנולוגיות, אשר תתקיימנה במשך זמן יחסית קצר, עד אשר טכנולוגיות מועדפות תצלחנה להתפתח ולהגיע ליישום מעשי. לאור תוכנית זו ניתן היה לקבוע לאיזה זמן עשוי המחקר המוצע לתרום, מה האימפקט הצפוי ממנו על העמידה ביעדים ולהחליט על כדאיותו.

ב. בנובמבר 2009 התקיימה פגישה של צוות המומחים בברלין. בפגישה נערך דיון בחוות הדעת שהוגשו. כל הצעה נבחנה לפחות ע"י שלושה מומחים ולכן היה על כל מומחה להצדיק את שיפוטו. לאור החלפת הדעות והמידע נעשה מאמץ להגיע לקונסנזוס עבור כל הצעה ובהתאם לכך נקבעו ציונים לכל אחת

מאמות המידה.

ג. נציגים של כל פרויקט מחקר קבלו זמן מוגבל לפגישה עם המומחים כדי להבהיר נקודות שלא נראו ברורות דיין. כל קשר אחר עם הנציגים היה אסור והם הורחקו מהמקום לאחר הפגישה. המומחים המשיכו בדיון אשר בסופו הושג דרוג השוואתי בין ההצעות השונות.

ד. הדו"ח הסופי כולל כל הרשימות הועבר למועצת EURAMET.

בכל דיוני צוות המומחים היו נוכחים שני נציגים של EURAMET, אשר לא היו אנשי מקצוע, ותפקידם היה לצפות ולראות שתהליכי השיפוט והדרוג נעשו בהתאם לנהלים ושלא הוצאו מסמכים מחדר הדיונים. שימוש במחשבים אישיים, טלפונים, מכשירי הקלטה וכד' היה אסור. בתום מפגש צוות המומחים נאספו כל הרשימות והטיטות ונלקחו להשמדה.

צוות המומחים התבקש לחתום שנית על הצהרות סודיות בכל הקשור לציונים ולמיקום של ההצעות בדירוג שהוצע.

המועצה המדעית של EURAMET אישרה את הדירוג של צוות המומחים ואישרה תשעה פרויקטי מחקר אשר זכו לציונים הגבוהים. רשימת הפרויקטים המאושרים פורסמה בינואר 2010 [1]. מגישי ההצעות הוזמנו לצורך ניהול משא ומתן על חוזה המחקר.

סיכום

בקהילה מבוצע תהליך, הקיים למעשה בכל ארגון עסקי, והוא השקעה לצורך קבלת תמורה. פותח תהליך מקיף לאישור ומימון מחקרים לאור תוכנית רב שנתית המיועדת לשיפור איכות החיים של תושבי הקהילה. משתמש הקצה הינו התעשייה האירופית והשיקול הדומיננטי באישור פרויקט המחקר הינו התרומה שלו להשגת יעדי התוכנית.

תוכניות המחקר הללו של הקהילה יקדמו את נושאי הבל"ה ולכך תהיינה השפעות מרחיקות לכת על הדרישות לבחינות ההתעדה של העובדים.

מראה מקום:

[1] Energy Call - Finalisation of Evaluation Process

[http://www.euramet.org/index.php?id=latestnews&tx_ttnews\[tt_news\]=150&tx_ttnews\[backPid\]=31&Hash=56fa0c311b](http://www.euramet.org/index.php?id=latestnews&tx_ttnews[tt_news]=150&tx_ttnews[backPid]=31&Hash=56fa0c311b)

שימוש במד עובי ציפוי אולטרסוני לבדיקת ציפוי לעץ ומוצרי

David Beamish, DeFelsko Corporation

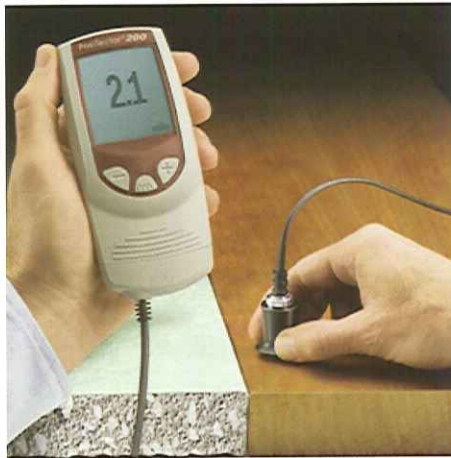


Figure 1
The PosiTector 200 ultrasonic coating thickness gage

הציוד המשמש לבדיקות אלו לא מתאים לבדיקת עובי ציפוי. ציוד זה אינו רגיש מספיק למדידת עובי של מילוי אקרילי, פריימרים, לכות, אבקות ציפוי וחומרים אחרים המשמשים לציפוי עץ.

מכשירי המדידה הניידים הופיעו לראשונה לפני כ-14 שנה, כיום קיימים כבר מכשירים מדור רביעי. הגששים מכילים גביש בודד והמכשיר בעל יכולת הגברה וסינון מתקדמות של האות המתקבל. כיום מכשירים אלו פשוטים לשימוש, לא יקרים במיוחד ואמינים.

טכניקת הבדיקה

בשיטה המגנטית, לחומרים אחרים כגון אלומיניום או נחושת משתמשים בזרמי ערבולת. אך מכיוון ששיטות אלו לא מתאימות לבדיקת ציפוי של עץ יש אפשרות לביצוע המדידה באחת מהשיטות הבאות:

- חיתוך דגם ובחינת החתך
- מדידה במיקרומטר לפני ואחרי הציפוי
- שקילה של המוצר לפני ואחרי הציפוי
- מדידת העובי הנוצר על גבי קופון פלדה שמוצמד לחלק שעובר ציפוי

שיטות אלו גוזלות זמן רב, קשות ליישום ונתונות לטעות של הבודק וטעויות במדידה. חלק מהבדיקות הן בדיקות הרס, כך שלא תמיד ישימות או שגורמות לצורך בהרס של מוצרים רק לצורך הבדיקה.

עם פיתוח המכשירים האולטרסוניים, רבים עוברים לשיטת אל הרס זו כתחליף לשיטות האחרות.

הסבר על הבדיקה האולטרסונית

השיטה האולטרסונית מוכרת לנו בעיקר כשיטה לבדיקה ומדידה. בבדיקה זו ניתן לגלות פגמים בחומרים ובמוצרים למדוד את גודל הפגמים ולאפיין את תכונות החומר. כמו כן ישנו שימוש נרחב בשיטה למדידת עובי דופן, הישימה בעיקר כאשר הגישה לחלק אפשרית רק מכיוון אחד, כגון בצינורות או במיכלים.

השימוש במדי עובי ציפוי אולטרסוני נעשה נפוץ בשנים האחרונות וזאת מכיוון שהבדיקה בטכניקה זו משמשת כתחליף לשיטות הורסות למדידת עובי ציפוי של עץ ומוצרי.

לציפויים יש מספר תפקידים: שימור, הגנה, עמידות במים ולשיפור מראה המוצר. במקרים אחרים מטרתם לאטום ולמלא חללים כדי לשוות לעץ טקסטורה יפה. חומרי הגימור חודרים לעץ ויוצרים את שכבת ההגנה.

מדוע יש צורך בבדיקת העובי?

ישנה חשיבות רבה לעובי הציפוי, מכיוון שכל ציפוי מתוכנן לביצועים מיטביים בתחום עוביים מוגדר. לדוגמה conversion varnishes הוא בעל קושי גבוה מכל ציפוי אחר ואסור שעוביו יעלה על 0.13 מ"מ. בעובי גדול יותר הוא עלול להיסדק לגימור לקוי. Nitrocellulose lacquer צריכה להיות בעובי שלא יעלה על 0.075 מ"מ. כאשר משתמשים בלכה לכיסוי סדקים ישנה חשיבות רבה לאחידות שכבת הציפוי.

לוחות MDF מצופים באבקה בעובי שבין 0.075 מ"מ ל-0.25. בדרך כלל, ככל שעובי הציפוי גדול יותר, כך הציפוי יהיה עמיד יותר. תקני היצור מתירים בדרך כלל סטייה של לא יותר מ-0.025 מ"מ, דיוק זה מחייב שימוש בציוד מתאים.

תועלת נוספת מופקת ממדידת העובי, כאשר חברות לא מבצעות בדיקת קבלה לחומרי הגלם, וזאת כדי לבדוק את העמידה בדרישות תקני

הייצור, הם עלולות לגרום לעבודת ייצור מיותרת מכיוון שהמוצר הסופי לא יעמוד בדרישות התקנים.

מהי שיטת הבדיקה הטובה ביותר?

בדיקת עובי ציפוי על גבי מתכות היא בדיקה שגרתית. כאשר חומר הבסיס הוא פלדת פחמן משתמשים

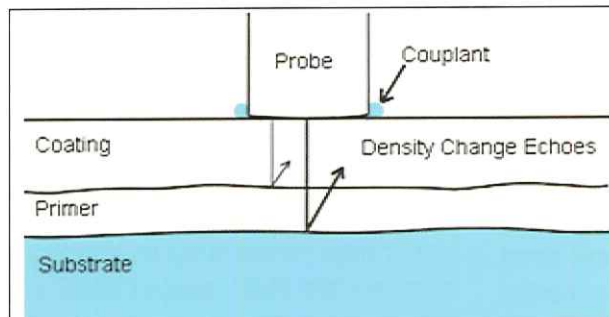


Figure 2
Ultrasonic vibrations reflect off coating interfaces

השיטה מבוססת על שידור של גל אולטרסוני (ויברציה) באמצעות גיש המוצמד לפני השטח באמצעות חומר צימוד.

הגל האולטרסוני נע בחומר עד שהוא מגיע לשכבת חומר בעלת תכונות אחרות, אשר יכולה להיות החלק עצמו או שכבת ציפוי אחרת.

בגבול בין החומרים מוחזר חלק מאנרגיית הגשש לאחור, חזרה לגשש, וחלק מהאנרגיה ממשיכה לשכבה הבאה עד למפגש עם החומר הנבדק.

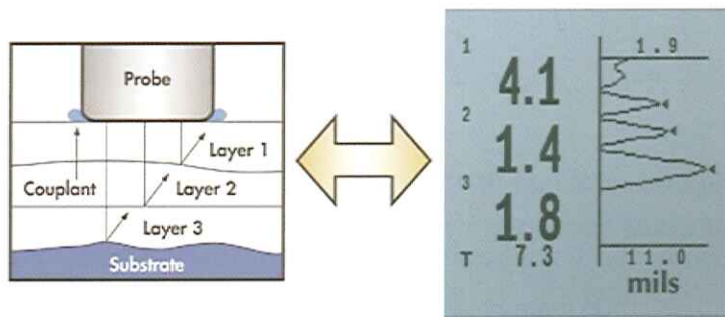


Figure 4

ישנם מכשירים המודדים עובי שכבה בודדת בחומרים המצופים במספר שכבות בדוגמה עובי השכבה הראשונה 4.1 מיקרו אינטש שכבה שנייה 1.4 מיקרו אינטש ושכבה שלישית 1.8 מיקרו אינטש העובי הכולל 7.3 מיקרו אינטש בתצוגת המכשיר ניתן לראות גם את הפולסים המתקבלים במעבר בין השכבות



Figure 6

ישנם מכשירים המספקים אנליזה סטטיסטית לדוגמה: נלקחו 10 מדידות, המדידה האחרונה המוצגת היא 4.5 אלפיות אינטש כמו כן מוצגים: תוצאה ממוצעת סטיית התקן וקריאה מינימלית ומקסימלית

הכינוס הבינלאומי ה-18 של האיגוד הישראלי לאיכות
15-17 בנובמבר 2010
מלון דוד אינטרקונטיננטל
תל-אביב

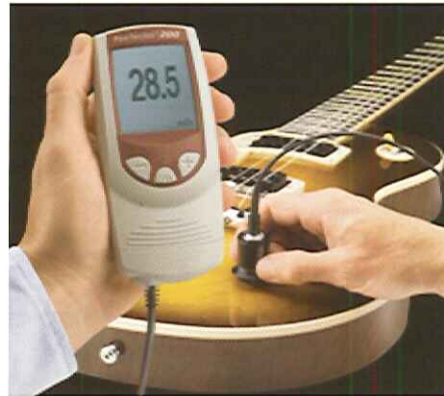


Figure 5

בדיקה לא הורסת למדידת עובי לכה בגיטרת עץ

איך מבטיחים את הצליל הנכון

השיטה האולטרסונית מביאה יתרון ברור לתעשיית העץ. תעשיית הרהיטים, הריצוף, ומכשירי נגינה. לדוגמה, ציפוי של גיטרה במספר שכבות, לעובי הציפוי ישנה חשיבות גדולה להגנה על גוף הגיטרה, אך ציפוי עבה מדי עלול לגרום לשיכוך התהודה האקוסטית של הגיטרה ובכך לפגוע בביצועיה.

כיום משתמשים בתעשיית יצור הכלים המוזיקליים במדי עובי ציפוי אולטרסונית כשיטה לא הורסת כדי למדוד את שכבת ציפוי הלכה. שימוש בטכנולוגיה זו לא רק שחוסכת בכמות הלכה, אלא גם מאפשרת לבצע מדידות רבות ללא פגיעה בתהליך הייצור וללא הרס של מוצרים. בקרה טובה זו מורידה גם את כמות התיקונים הנדרשים בעת הייצור.

מכיוון שעלולים להתקבל מספר החזרים רב, ה"שער" מתוכנן לבחור את האות הגבוה יותר או ה"רועש" יותר לצורך חישוב העובי. כאשר מודדים עובי של שכבה אחת בציפוי בעל מספר שכבות המכשיר יבחר את האות ה"רועש" יותר, כל מה שהבודק צריך להגדיר הוא מספר השכבות, לדוגמה 3 שכבות והמכשיר יבחר את שלושת האותות ה"רועשים" יותר. המכשיר יתעלם מאותות חלשים שיכולים לנבוע מפגמים בציפוי ומתתי שכבה.

דיוק המדידה

דיוק המדידה של כל מכשיר אולטרסוני תלוי בהגדרת מהירות הגל המתאימה לחומר בו הוא עובר, וזאת מכיוון שהמכשיר מודד את זמן המעבר של הגל ומתרגם את הזמן לעובי בהתאם למהירות שהוגדרה לו. באופן מעשי אין הבדל גדול במהירות הגל בחומרי הציפוי השונים המיועדים לציפוי עץ ומסיבה זו המהירות מוגדרת במכשיר היא קבועה ואין צורך לבצע כיוול לחומרים השונים.

נקודת המעבר בין הציפוי לחומר

הגורם המשפיע על דיוק המדידה הוא אופן החיבור בין שכבת הציפוי לעץ, בתמונה 3 ניתן לראות הגדלה של חתך חיבור כפי שמבוצע בבדיקת הרס.

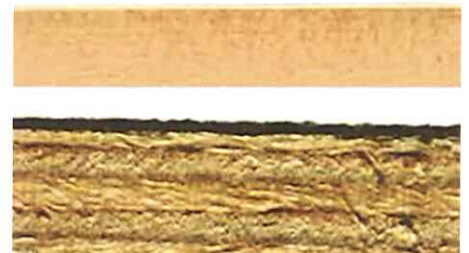


Figure 3

דוגמה לחיבור לא אחיד בין החומר לציפוי

בתמונה ניתן לראות את החיבור בין שכבות הציפוי לעץ אך עובי ציפוי לא אחיד, פני שטח העץ עלולים להיות גרעיניים וגסים שכבת ההדבקה עלולה להיות פורוזיבית. כל אלו גורמים לחוסר עקביות של המדידות.

המכשיר מתוכנן כך שימצע את תוצאות המדידה וייתן קריאה נכונה, אך כאשר פני השטח גסים במיוחד לא ניתן להסתפק בקריאה אחת בלבד ויש לבצע מספר מדידות כדי להתייחס לתוצאה הממוצעת.

חדשות ASNT

הנהלה חדשה לסקציה ישראל

ב-1.12.09 נבחר יו"ר חדש להנהלת הסקציה הישראלית של ASNT - מר **ג'קי בן דין** מחברת דיינסון שקד.

העמותה הישראלית הוקמה בשנת 1998 על ידי קבוצה של מייסדים כשבראשם עמד ד"ר **יוסי שואף** היו"ר הראשון. הצטרף לסקציה זו ניתן לד"ר שואף, שהוא ASNT Fellow, לאחר הגשת נימוקים מתאימים ב-Section Operation Council. בתחילה היו פגישות הסקציה נערכות בלשכת המהנדסים, אך לאחר זמן קצר, עם הקמת העמותה הלאומית ישראלית לבדיקות לא הורסות, החליטה הלשכה להכשיל עמותה זו ועודדה הקמת סקציה אחרת שתפעל בנפרד ותפצל את המאמצים לקיים את הפעילות של הסקציה הישראלית. כיום 12 אחרי, הסקציה הישראלית פועלת בשיתוף עם העמותה הישראלית לבדיקות לא הורסות ומקיימת את המפגש שלה בזמן הכנס השנתי. מתפקיד הסקציה להביא לקשר מקצועי ובין אישי בין ה-NDT בארץ והאגודה הגדולה והמשפיעה ביותר בעולם - ASNT.

קשר נוסף בין שלושת הגורמים הללו הוא שהעמותה הישראלית לאומית לבדיקות לא הורסות היא עמותה אחת עם ASNT.

בדרך כלל יו"ר סקציה היא כהונה של שנה אחת, אך גם בסקציות גדולות מזו שלנו נמשך תפקיד זה תקופות ארוכות יותר.

רשימת בעלי התפקידים שנבחרו הם:

יו"ר - **ג'קי בן דין**, חברת דיינסון שקד

סגן יו"ר - **יגיל שואף**, חברת גבי שואף בע"מ

מזכיר - **יוסף וייספלד**, חברת י. וייספלד מכון לבדיקות הורסות

חבר הנהלה - **טל פוכטר**, חברת אקוסטיק איי

היו"ר החדש - **ג'קי בן דין**

בעל תואר ראשון מאוניברסיטת חיפה ובוגר בית הספר להנדסאים בטכניון.

בתחום הבדיקות הלא הורסות: בעל הסמכה לרמה 3 מטעם ASNT, ACCP, EN 473 - בשיטות: רדיוגרפיה, אולטרסוניק, חלקיקים מגנטיים, צבע חודר ובדיקות ויזואליות.

בנוסף:

Certified welding coordinator ISO 14731

מפקח ריתוך מוסמך לפי INWC, BGAS, CSWIP, AWS

מפקח צנרת מטעם API



ג'קי בן דין,
יו"ר ASNT ישראל

ג'קי עבד בחברת החשמל לישראל במשך 20 שנה בתפקיד ראש מדור בכיר בבדיקות לא הורסות, פרש בשנת 1999 והקים חברה פרטית - דיינסון שקד בע"מ

חבר פעיל בוועדת

הריתוך בלשכת המהנדסים בישראל וחבר באגודה הישראלית לבדיקות לא הורסות.

Fall Conference 2010 ASNT

כנס הסתיו נערך בעיר קולומבוס, אוהיו בחודש אוקטובר האחרון. בהשתתפות של 1400 אנשי NDT מהתעשייה האקדמיה והתעופה. כנס הסתיו הוא אחד משני הכנסים החצי שנתיים הכללים של ה-ASNT והגדול בינם ובו נעשית החלפת הנהלה. הכנס נפתח, כמקובל, בשיבת



המליאה של החברים. נכחו בו כ-80 משתתפים (באגודה האמריקאית למעלה מ-10,000 חברים). הפגישה הייתה מלווה בויכוחים ערים על אישור סעיף חדש בחוקה שלהם ולבסוף הסתיים בזמן שהוקצב לפגישה מבלי להגיע לתוצאות.

שעה לאחר מכן נפתחה התערוכה בו הציגו 103 מציגים את VMHUS, השיטות והפיתוחים שלהם התחום ה-NDT. את הסרט גזרה באמצעות מספרי עץ ענקיות הנשיאה היוצאת ויו"ר החדשה **Ms. Jocelyn Langlois**. בתערוכה הוצגו מערכות מתוחכמות לבדיקות אולטרסוניות המבוצעות מתוך מיכל, כשרובוט נכנס דרך פתח של 4" ונפתח בפנים כמו רובוטיק גדול. מכשיר אחר אפשר לעשות צילומי רדיוגרפיה עם סלניום, המאפשר מרחק בטחון של 5 מטר בלבד. ניתן היה לראות בבירור את הפריחה של מערכת הרדיוגרפיה בזמן אמת כשלמערכת הישראלית vidisco ניתן מקום של כבוד. מערכת אחרת עם זיקה ישראלית הייתה Scan Master המייצרת מערכות אולטרסוניות לבדיקה בטבילה.

באותו ערב נערכה קבלת הפנים המסורתית למשתתפים הבינלאומיים (ביניהם גם אנחנו,

12 April 2010

Mr. Jacky Bendayan

Dayanson Shaked Ltd
P.O.Box 4325- Caesarea,
Israel 38900

Dear Mr. Bendayan, members of the Israeli Section and ISRANDT:

ASNT would also like to take this opportunity to extend its good wishes to the ASNT Israeli Section and ISRANDT on the occasion of this your 2010 annual conference.

We thank the Section leadership and all members for their continuing commitment to ASNT and its mission. We are proud to count the Israeli Section among our 86 Sections world-wide.

Although, I cannot be with you at this significant event, please accept congratulations on behalf of the ASNT Board of Directors and myself.

Shalom and best regards,

Joel Whitaker

President

The American Society for Nondestructive Testing, Inc.
1711 Arlingate Lane PO Box 28518 Columbus, OH 43228 614-274-600

תוכניות וכנסים בעתיד של ASNT

24-25 MAY	Nondestructive Evaluation of Aerospace Materials and Structures II , Crowne Plaza St. Louis Airport, St. Louis, Missouri. Contact: ASNT
7-11 JUN	The Fourth Japan-US Symposium on Emerging NDE Capabilities for a Safer World , Makena Beach and Golf Resort, Maui, Hawaii. Contact: ASNT
25-26 JUN	Section Leaders Conference, ASNT, Columbus, Ohio. Contact: ASNT.
19-21 JUL	Digital Imaging XIII , Foxwoods Resort, Mashantucket, Connecticut. Contact: ASNT
16-20 AUG	NDE/NDT for Highways and Bridges: Structural Materials Technology (SMT) , New York LaGuardia Airport Marriott, New York, New York. Contact: ASNT
15-19 NOV	ASNT Fall Conference and Quality Testing Show , Houston Convention Center, Houston, Texas. Contact: ASNT

הישראלים). על כוסות יין ותרנגול הודו צלוי נשאו ברכות למשתתפים שבאו מעבר לים. במעמד זה פורסם שקבוצת MISTRAS שעסקה בפליטה אקוסטית הפכה להיות ציבורית בבורסה האמריקאית ומעסיקה כיום למעלה מ-3000 איש. היא עוסקת היום בניהול מונחה סיכון (Risk based Management) שזה ענף הנדסי מתפתח בתחום שלנו. חומר למחשבה לחברות ה-NDT בארץ.



Joel W. Whitaker
נשיאה החדש של
אגודת ASNT

למחרת בבוקר התחילה התוכנית המקצועית בהרצאת הכבוד של Mike Turnbow, נשיא ASNT לשעבר שדיבר על DÉTENTE FOR NDT - The Journey. נערכו 98 הרצאות

בשלושה ערוצים מקבילים בין היתר בנושאים של רדיוגרפיה דיגיטלית, סימולציות של פגמים, בדיקות אולטרסוניות וזרמי ערבולת, בדיקות של תשתיות, הדרכה ו-mentoring, בדיקות בפתרונות, בתעופה ומושב לאתגרים עתידיים בבדיקות לא הורסות.

ביום רביעי בערב התקיימה מסיבת החלפת הקולר (כך קוראים האמריקאים לשרשרת הזהב שהם מעבירים לנשיא הנבחר). הנשיא החדש הינו Mr. Joel Whitaker והוא יהיה בתפקיד שנה בדיוק עד לכנס הסתיו הבא ביוסטון בנובמבר 2010.

כנס NDT האירופאי במוסקבה



כתובת חדשה למעבדות גבי שואף בע"מ

הורסות מזה 35 שנים העבירה בתחילת 2010 את מעבדות ומשרדי הסניף הראשי ממושב משמר השבעה לאזור התעשייה הצפוני ביבנה. המבנה המודרני החדש הינו בעל שתי קומות, משתרע על שטח של 2.5 דונם ומכיל מעבדות בדיקה משוכללות ומשרדים, בין היתר מעבדה חדשה לבדיקות אולטרסוניות באמבט טבילה, מעבדה לבדיקות מבנים ותשתיות וחדר הקרנת רנטגן משוכלל.

בקומה הראשונה נבנתה כיתת לימוד מפוארת להדרכה במקצועות הבדיקות הלא הורסות, היכולה להכיל עד 40 תלמידים.

הכתובת החדשה: רחוב נחל הירקון 34, איית צפוני, יבנה, טלפון: 03-9605559, אימייל: shoef@netvision.net.il

המעבדה המרכזית אל המבנה החדש ביבנה. גבי שואף בע"מ המובילה בתחום הבדיקות הלא

העמותה הישראלית לבדיקות לא הורסות מברכת את חברת גבי שואף בע"מ על מעבר



בחירת נקודות לבדיקות לא הורסות מהיבטי עייפות החומר

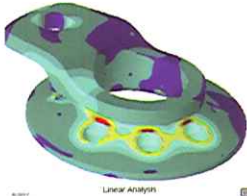
רותם הלוי (סא"ל מיל), MSc, 3F*

כללי:

ריכוזי מאמצים יכולים להיווצר גם כתוצאה מפגמים בייצור או בשירות (כדוגמת קורוזיה) ויש להתגונן בפני כך. לדוגמה - בתהליך ריתוך עלולים להיווצר פגמים אשר, בדומה לקדח, יגרמו לעליית המאמצים סביבם ולהתפתחות סדקים. לכן, על המתכנן להנחות על ביצוע בדיקות לא הורסות בריתוכים. בשל ריכוזי המאמצים, חלק גדול מהבדיקות יהיו באזורי המחברים.

היכן המאמצים הגבוהים ביותר ומה גודלם?

הכלי הטוב ביותר לחישוב והצגת המאמצים הוא תוכנת אלמנטים סופיים. בעזרת תוכנה זו יכול המתכנן "לראות" את המאמצים בחלק כדוגמת איור 4. המאמצים שחושבו מוצגים בעזרת צבעים כאשר הצבעים ה"חמים" (אדום) הינם המאמצים הגבוהים ואילו המאמצים ה"קררים" (כחול) הינם מאמצים נמוכים.

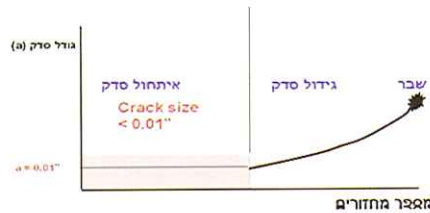


איור 4 - תמונת מאמצים מתוכנת אלמנטים סופיים (StressCheck). ניתן לראות בתמונה זו את המאמצים הגבוהים בחלק הפנימי של הקדחים - שם יש לבצע בדיקות לא הורסות.

סיכום:

בחירת המקומות לביצוע בדיקת לא הורסות תלויה במספר גורמים - מאמצים, תכונות החומר, תהליכי יצור וזיקים אפשריים בשירות. על המתכנן לחפש את הנקודות בהן המאמצים המחזוריים גבוהים ביותר ולבחון האם הם גבוהים מספיק בשביל לאפשר התפתחות סדק. בתהליך זה יש לקחת בחשבון אפשרות של פגמי יצור ושירות. בנוסף, יש לבחון האם כושר הגילוי של הבדיקות יצליח לאתר סדקים בשירות לפני כשל. ישנם נכון של השיטות יאפשר לאתר אזורים חשודים ולהנחות על ביצוע בדיקות לא הורסות לפני הופעת סדק או כשל.

* כותבת המאמר, רותם הלוי (סא"ל מיל) הוביל את תחום ההתעייפות בחיל האוויר במשך למעלה מעשור וכיום הינו שותף בחברת יעוץ הנדסי המתמחה בבעיות עייפות החומר, שבר ואלמנט סופי - 3F (www.3f-grp.com).

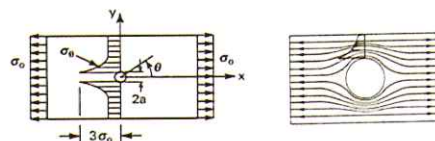


איור 2 - התפתחות סדק. בשלב הראשון לא ניתן לגלות סדקים בעזרת בדיקות לא הורסות

ניתן לאתר סדקים בעזרת בדיקות לא הורסות רק כאשר הם גדלים באופן יציב וכאשר גודלם גדול מכושר הגילוי. לעומת זאת, קיימים סדקים אשר כמעט כל משך ההתפתחות שלהם הינו בגדלים מתחת לכושר הגילוי. גידול הסדק שלהם מהיר מאוד והם נשברים מיד. פריטים אלה לא יבדקו בשיטות לא הורסות (כיוון שלא ניתן לאתרם) אלא יקבע להם אורך חיים והם יצאו מהשירות לפני שיגיעו לכישלון. ניתן לאתר פריטים אלה בעזרת אנליזות התעייפות.

איפה מתפתחים סדקים?

בשביל שסדק יגדל, לא צריך שהחלק כולו יישא מאמצים גבוהים; מספיקה נקודה אחת. על המתכנן לחפש את נקודת המאמץ המקסימאלי אשר תמצא לרוב בנקודת ריכוז מאמצים (Stress Concentration). ריכוז מאמצים הינה תופעה בה המאמצים בנקודה עולים באופן משמעותי ביחס למאמצים באזור. ריכוז המאמצים נוצר במקומות בהם יש שינוי גיאומטרי בפריט - לדוגמה, מעבר מקוטר קטן לגדול או נוכחות קדח. ריכוז המאמצים הנובע מקדח יכול לגרום למאמץ גבוה פי 3 מהמאמצים בסביבה! לכן, גם אם הפריט כולו נושא מאמצים מתחת לערך הסף, יתכן כי בשפת הקדח המאמצים יעברו את ערך הסף ויתפתח סדק התעייפות בקדח.

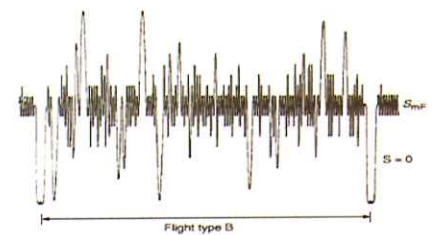


איור 3 - ריכוז מאמצים סביב קדח. המאמצים בשפת הקדח הם פי 3 מהמאמצים בשאר הפלטה

עייפות החומר - סדקים ושברים, הוא אחד ממנגנוני הכשל השכיחים ביותר. מחקרים מראים כי רוב הסיבות לבעיות ההתעייפות הן בעיות בתכן וביצור. וחלק קטן יותר נובע מבעיות אחזקה ושירות. תפקידו של מהנדס ההתעייפות לאתר את הנקודות הבעייתיות מבעוד מועד ולהוביל לאחד מהפתרונות הבאים: שיפור התכן, ישום בדיקות לא הורסות או קביעת אורך חיים בו יצא הפריט מהשירות. במאמר זה נציג בקצרה כיצד נקבעים האזורים לבדיקות לא הורסות.

מתי מתפתחים סדקים?

סדקים הינם תופעה של כשל כתוצאה מעומסים מחזוריים. בכדי שיתפתח סדק דרוש שיתקיימו שני תנאים יחדיו: ראשית, על הפריט יפעלו עומסים מחזוריים. רוב בעיות ההתעייפות נגרמות עקב אלפי עד מיליוני מחזורי עומס. בנוסף, המאמצים בחומר צריכים להיות גבוהים מרמה מינימאלית (ערך סף). מאמצים מחזוריים נמוכים מערך הסף לא יגרמו להתפתחות סדק. על המהנדס הקובע את אזורי הבדיקות הלא הורסות להכיר את נתוני החומר, את המאמצים בפריט ולאחר את הנקודות העונות לתנאים שצוינו.



איור 1 - מאמצים מחזוריים בכנף של מטוס נוסעים במהלך טיסה

כיצד סדקים מתפתחים?

באיור 2 מהלך התפתחות סדק המחולק ל-3 שלבים. בשלב הראשון נצבר נזק בחומר אולם לא ניתן לגלותו בשיטות אל הרס. שלב זה מכונה אתחול סדק. בשלב השני הסדק גדל באופן יציב וניתן לגלותו בשיטות לא הורסות. שלב זה מכונה גידול סדק. בשלב השלישי נוצר שבר מהיר.

עקבות נעליים ובדיקתן במעבדת סימנים וחומרים במז"פ

שרינה ויזנר שור, מעבדת סימנים וחומרים, מז"פ, מטא"ר

בד, נייר או משטח מלוכלך אחר, הפעלת לחץ על המעטק גורמת לסיבים רבים להתנתק מהמשטח תוך יצירת מיסוך על העקבה. המראה הניבט לעין המתבונן הוא של סיבים מרובים, אשר מתחת להם מסתתרת העקבה.

השיטה שפותחה בישראל כוללת את ניקוי המעטק באמצעות מעטק אחר המסיר את הלכלוך שנדבק לעקבה, תוך "גילוח" שכבה דקה של חומר מהעקבה.

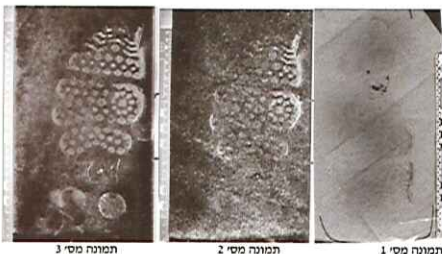
העתקה בטפט לבן - BPB

חלק גדול של עקבות הנעליים הנמצאות בישראל מוטבעות באבק המצוי באוויר. חיפשנו דרך להגביר את האבק הזה ונמצאה שיטה הכוללת ריסוס בחומר כימי (המשמש כמוזהה Ph) ואיודי אדי מים על העקבה המרוססת. בריאקציה הכימית הנוצרת בין האבק הקרבונטי, החומר ואדי המים נוצר מלח בצבע כחול חזק. העקבה שקודם לכן הייתה מורכבת מאבק בלתי נראה כמעט לעין, הופכת כבמטה קסם לעקבה כחולה וברורה, המכילה פרטים רבים.

העתקה באלגינייט - העתקת עקבות בדם מעל משטחים סופגים

מקרה שעלה לכותרות לאחרונה בעקבות רצח שהתרחש בשירותים של בית ספר, שם יצא הרוצח מתא השירותים הנעול כאשר הוא דורך בנעליו המוכתמות בדם על מכנסי המנוחה. על מכנסי הגיינס שלבשה המנוחה נראו עקבות נעליים שהוטבעו בדם, כנראה תוך דריכת הרוצח בשלולית דמה של הקרבן. המומחים ביקשו לבחון את העקבות במנותק ממצע הגיינס. לצורך כך נוסתה שיטה שפותחה לאחרונה בעולם להעתקת דם מעל הבד באמצעות חומר הנקרא "אלגינייט" (alginate) שהוא חומר המורכב מאצות (Algae) ומשמש בצורתו הנוכחית את רופאי השיניים. מריחת החומר על העקבה מעתיקה חלק מהדם למעטק האלגינייט, ולאחר פיתוח בחומר הצובע את חלבוני הדם, מתקבלת עקבה משופרת המשקפת את תבנית הדם שבעקבת הנעל.

בשימוש שנעשה בחומר התגלו עקבות נעלים על מכנסי המנוחה, אשר סייעו לגיבוש המסקנות בתיק סבוך זה.



מקרא לתמונות:

1. עקבת נעל על משטח סיבי.
2. מעטק גיל שנלקח מהמשטח הכולל את העקבה כשהיא ממוססת ע"י סיבים.
3. מעטק הגיל לאחר ניקוי באמצעות "טפט לבן".

נצליח לתעד את העקבה? והאם יצליח המומחה לקבוע את שיוכה של עקבת הנעל לנעלו של החשוד?

צורת התאורה ומקור האור יכולים לעזור לנו רבות. על מקור האור להיות בזווית שטוחה ככל האפשר כדי להבחין בעקבות באבק, אשר הן תלת מימדיות ברמה נמוכה מאד. כמובן שתאורה באורכי גל שונים יכולה לחשוף עקבות נוספות אשר בולעות או זוהרות בהתאם לאורך הגל. זווית התאורה בה נאיר את המשטח יכולה לחשוף עקבות קלושות.

הפחתת תמונה

כאשר העקבה מוטבעת בחומר הדומה לחומר ממנו עשוי המשטח, כגון: עקבה המוטבעת בדם על משטח של מרצפות "טרצו" המורכבות משברי אבן בצבעים שונים. עקבת הנעל נראית בקושי על רקע המשטח ה"רועש". צילום בפילטרים מתאימים יכול להבדיל בין צבע הדם ובין צבע המרצפת. הגברת הדם באמצעים כימיים אשר יצבעו אותו בצבעים שונים מהמרצפת, כגון "אמידו שחור" הצובע את החלבונים שבדם, יכול גם הוא לחזק את העקבה מעל רעש הרקע. אנו נציג שיטה פשוטה בה לאחר צילום העקבה על הרקע הרועש, מוחקים את העקבה תוך שמירה על מיקום המצלמה, ובאמצעות "הפחתת תמונה" מקבלים את תמונת העקבה המקורית בצורה יפה וברורה.

צילום אלכסוני

כדי להשוות עקבות יש לצלמן בקנה מידה 1:1, אך פעמים רבות צילום בזווית ישרה מעל האובייקט איננו אפשרי. כדי להתמודד עם בעיה זו פותחה שיטה בה מצלמים את העקבה על המשטח הבעייתי בזווית קטנה מ-90, ולאחר מכן מיישרים את העקבה באמצעות תוכנת "פוטושופ" למימדיה המקוריים. צורת הפגמים ומיקומם נותרו כשהיה ומאפשר השוואת העקבה בנוהל הרגיל.

העתקה בגיל- שיטת המכשב

שיטה מקובלת להעתקת עקבות נעליים באבק היא להסיר את האבק מהמוצג באמצעות מעטק "גילטין שחור". המעטק אינו חזק במיוחד ולכן משמר את המוצג עליו הוטבעה העקבה, בניגוד למעטקי ה"טפט הלבן" שהם חזקים יותר ועלולים להזיק למצע עליו מוטבעת העקבה, למשל קריעת סיבים מדף נייר. השיטה הנהוגה בעולם של הנחת המעטק על המשטח שוכללה בישראל תוך שימוש במכשב פניאומטי. המכשב מפעיל לחץ אחיד עד שתי אטמוספרות על המעטק המונח ישירות על העקבה המאובקת. לחץ של מספר שניות מספיק כדי לגרום לכל חלקיקי האבק להיצמד למעטק הגיל השחור וליצור עקבה ברורה לעין.

ניקוי גילים

בעיה המתעוררת לעיתים בהעתקת עקבות בעזרת מעטקי גיל שחור היא ניתוק הסיבים מהמצע. כאשר העקבה מוטבעת על משטח המכיל סיבים רבים, כגון

במעבדת סימנים וחומרים נהוגה השיטה, המקובלת מאד במז"פ בישראל, לביצוע בדיקות שדה רבות ככל שניתן בזירת העבירה, ואת התוצאות להעביר לבדיקה מדוקדקת יותר במעבדות המטה הארצי. העיקרון המנחה את המז"פ הוא כי איסוף הראיות באיכות המכסימלית בזירת העבירה ובדיקתן בתנאים המיטביים במעבדה, יתנו את התוצאות הטובות ביותר.

לצורך מימוש תפיסה זאת פותחו במשטרת ישראל שיטות רבות לאיסוף ותיעד סימנים, או איסוף חומרים בזירות העבירה השונות. נמנה כמה מהשיטות הבולטות: איסוף שרידי ירי מעל ידי חשודים בירי, דגימת מרחק הירי ממנו נפגע הקרבן, בדיקת חומרי נפץ שונים, איסוף עקבות נעליים וטביעות אצבע מזירות עבירה ועוד. מובן ששיטות אלו קיימות בעולם כולו, אולם חלק משיטות אלו פותחו או שוכללו בישראל.

במאמר זה נעמוד בקצרה על כמה מהשיטות המשמשות את ענף השוואת עקבות הנעלים.

כידוע, השוואת עקבות נעליים היא חלק מתורת ה"סימנים". כל כלי מותיר סימן בבואו במגע עם משטח או כלי אחר. כך, כלי לפיתה (פלירי או מכפתי פטנט "גיבקה") בלופתם מנעול - יותירו עליו חריצים. מברג הפותח בכוח חלון, פטיש המכה במשטח, משור המנסר עצם - כולם יותירו את סימניהם. האם סימנים אלו חד-פעמיים? האם גם כלי חדש מותיר סימנים ייחודיים? שיטת העיבוד תיקבע פעמים רבות אם הכלי מותיר סימנים אקראיים אם לאו. עיבוד שבבי מותיר פני שטח יחודיים ברמה המיקרוסקופית, ואילו ייצור נעליים בשיטת הזרקה של פוליאורטן מוקצף מייצר סוליות נעליים אשר ההבדלים ביניהן הם ברמה המולקולרית ואינם ניתנים להבחנה בשיטות קונבנציונאליות.

כאשר אדם משתמש בנעליו, נוצרים פגמים אקראיים בנעל. פגם שנוצר באקראי תוך דריכה על חפץ חד או גוף חם שגרם להתכה מקומית ("כוויה"), הוא פגם שאינו ניתן לשכפול - כלומר הוא ייחודי. כאשר נעל נמצאת אינפורמציה ייחודית מספקת - ניתן לקבוע בוודאות כי אך ורק נעל זו יכולה להותיר את העקבה אותה בדק המומחה.

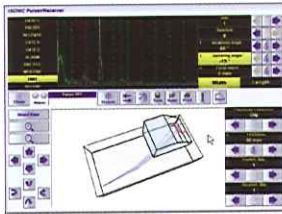
איתור

השלב הראשון בכל ממצא בעל משמעות פורנוית (=של הזיהוי הפלילי) הוא למצוא את הממצא הראייתי ואח"כ לתעד אותו. מובן הוא כי לא את כל הממצאים ניתן למצוא בזירת העבירה, ומשמצאנו ממצא- עדיין נשאלת השאלה, כיצד נביא את הממצא לבדיקה אצל המומחה הפורנזי?

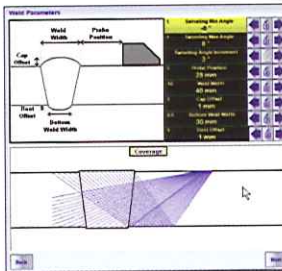
לדוגמא, נתבונן בעקבות נעליים. ברור כי כל עבריון נועל נעליים, ואלה מאובקות תדיר באבק סביבתי, מה שאומר כי כל צעד מותיר עקבה. אך האם נצליח לראות את כמויות האבק המזעריות הנותרות בעקבה? האם

בדיקת באמצעות PA אולטראסונית - לצורך הדמיה תלת ממידית

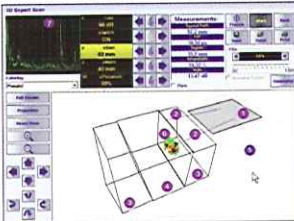
Phased Array Pulsar Receiver for wedged matrix array probe – beam incidence and swiveling angles are flexibly manipulated



3D definition of weld coverage through keying in weld dimensions, probe position, and limits for beam swiveling angle

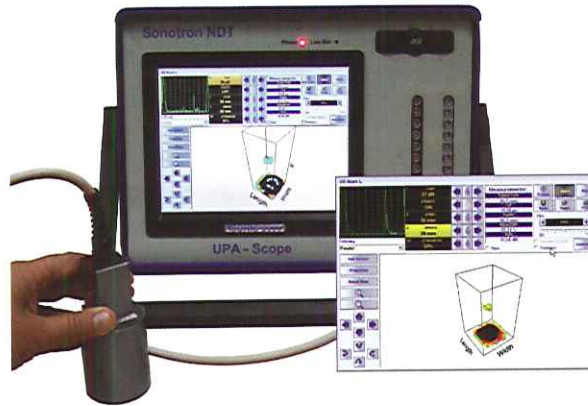


Real time shear wave 3D-Scan S screen for weld inspection: 1 – footprint of the wedge; 2 – indication of limits for swiveling angle; 3 – heat affected zone; 4 – weld metal; 5 – parent material adjacent to heat affected zone; 6 – defect (lack of fusion); 7 – A-Scan representing defect echo for the focal law desired by operator



על ידי הזנת מידע על מימדי הריתוך, מיקום הגשיש, וגבולות שינוי הזווית, ניתן לבצע סריקה לאורך קו התפר ללא הזזה מכאנית של הגשיש, תוך וודאות מלאה לגילוי הפגמים רוחביים.

תמונת S חדשנית של הסריקה התלת מימדית (3D-Scan), תמונה מדויקת מבחינה גיאומטרית, מופקת לכל האזור הנסרק. כל המידע הראשוני מתועד כך שניתן לצפות מחדש בכל A-Scan בשלב הפענוח, כולל תצוגות במבט על, מבט צד ומבט מהקצה.



Sonotron NDT מבית ISONIC 2009 UPA Scope מכשיר PA אולטראסוני נייד הראשון בעולם המאפשר ביצוע אינסוניפיקציה ווליומטרית (3D) ממיקום יחיד של הגשיש. למטרה זו נעשה שימוש ב-matrix array probes.

שימוש במערכי מטריצה אפשרי על ידי שידור במקביל, המרת A/D, חלוקה דיגיטלית לפאזות במהלך מעבר הגל החומר ושימוש בגשישים 64:64. בשלב הכיול, המקלט מקבל מידע כמכשיר קונבנציונלי ונתמך בגרפיקת טווח מעבר גל תלת ממידית. תצורת תלת המימד של האזור המבוקש מוגדרת בשלב זה.

החידוש הוא בפיתוח אפליקציית live true-to-geometry 3D-Scan L image אשר יוצרת את תמונת תלת המימד.

לבדיקת ריתוכים בגלי רוחב, גשיש ה-PA מוצמד לטרזו, אשר רוחב שטח המגע שלו מאפשר את כיוון הקרן האולטראסונית בטווח הרצוי.



איקא
מעבדות (2006) בע"מ
מקבוצת קמו הנדסה

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

בדיקות חומרים בתחומים שונים

- בדיקות מטלורגיות, צילומי מיקרו-מבנה ובדיקת ציפויים.
- בדיקות תכונות מכניות: חוזק למתיחה, כפיפה, קושיות ומיקרו-קושיות.
- אנאליזה כימית לחומרי גלם.
- בדיקות עמידות לקורוזיה - תא מלח ותא לחות.
- הסמכות ובדיקות ריתוך.
- בדיקות שוטפות של מוצרים כגון: צינורות, יציקות, חישולים.
- בדיקות רפליקה ללא הרס (מטלורגיית שדה) להערכת נזקי זחילה וקורוזיה.
- בדיקות קשיחים - תכונות מכניות ומטלורגיות.
- איקא מעבדות (2006) בע"מ

ת.ד. 187, נשר-תל חנן 36601 דרך בר יהודה 52 נשר טל: 04-8211631 פקס: 04-8211637

www.ikalabs.co.il info@ikalabs.co.il

הערכה כמותית בלתי הרסנית של החוזק והתכונות האלסטיות של פלדות נקבוביות

ד"ר אורי יחזקאל – הקריה למחקר גרעיני נגב, ישראל

ד"ר ריצ'רד סיטרמן – מומחה לחומרים, צרפת

מבוא

חומרים נקבוביים (porous materials) הינם חומרי מבנה מקובלים בתעשייה, במיוחד עבור אותם מקרים בהם יציקת החומר אינה אפשרית או קשה לביצוע, כגון במקרים של מתכות רפקטריות או חומרים קראמיים. עבור רוב המתכות תהליך של יציקה הוא תהליך מקובל. עם זאת כאשר מבקשים לקבל חומר עם תכונות מכאניות משופרות, מקובל במדע החומרים להשתמש בחומר בעלי גרעינים עדינים, אשר גורמים לעליית החוזק לכניעה (Yield strength-Ys) ושל החוזק המרבי במתיחה (Ultimate tensile strength-UTS). לעיתים עידון הגרעינים משפר גם תכונות מכאניות נוספות כגון ההתארכות היחסית הכוללת (Total strain-TS). פלדה היא אחד החומרים המקובלים ביותר מהיבט השימוש בתהליכי יציקה, אולם בכדי לגרום לעידון הגרעינים מבצעים בדרך כלל תהליכים תרמו-מכאניים כגון ערגול או חישול ולעיתים גם רקריסטליזציה, שגורמת לעידון גרעינים. לעיתים השיפור בחוזק הוא גם באמצעות הדפורמציה הפלסטית.

לפני כ-60 שנה החל בתעשיית הפלדה השימוש בחומרים שהוכנו בטכנולוגיה אחרת שתביא למוצר בעל גודל גרעינים עדין ותכונות מכאניות משופרות¹. טכנולוגיה זו היא טכנולוגית האבקה (Powder Technology).

בטכנולוגיה זו בדרך כלל דוחסים בלחץ גבוה ובטמפרטורת החדר, אבקה בעלת פילוג גודל גרגרים רצוי, ומתקבל עקב כך גלם צורתו כבוש בקר. תכונותיו המכאניות של גלם כזה נחותות בהשוואה לאלה של חומר יצוק, מאחר שההדבקה המתקבלת בין גרגרי האבקה בעקבות דחיסה כזו, חלשה. אולם ניתן לשפר את התכונות הפיזיקליות (צפיפות, מוליכות חום, מודולים אלסטיים) ואת התכונות המכאניות (קשיחות, UTS, YS, TS וכדומה) באמצעות

כי אינן נותנות תמיד תיאור חד ערכי של התכונות האלסטיות^{3,4,7-9}. לחלופין הוצע על ידי Cytermann^{3,7} להעריך את התכונות הפיזיקליות והמכאניות אל מידת המגע בין גרגרי החומר (contiguity). שיטה זו נתנה הערכה כמותית נאותה של התכונות, אך היא מחייבת ניתוח מטלוגרפי מקיף של החומר וקשה להגדירה כשיטה פשוטה להערכה בלתי הרסנית. החיסרון העיקרי לשימוש בנקבוביות כמדד לתכונות האלסטיות של חומרים נקבוביים נובע מהגילוי כי מלבד בצפיפות המודולים האלסטיים תלויים גם בטיב המגע בין הגרגרים וזה תלוי בתנאי הסינטור של החומר^{5,8,9}. לדוגמה ראה איור 1 א' וב'.

הערכת התכונות האלסטיות על סמך מהירות גל קול אחת

Leheup & Moon הציעו לפני כשלושים שנה להשתמש במהירות גלי הקול כמדד להערכת תכונות מכאניות של פלדות נקבוביות^{4,5}. הם עשו זאת על סמך הצגת קורלציה טובה יותר בין מהירות הקול והתכונות המכאניות מאשר זו שהושגה על ידי שימוש בצפיפות היחסית (נקבוביות). בעשור הקודם פותחה שיטה חדשה להערכת המודולים האלסטיים של חומרים קראמיים נקבוביים¹⁰. שיטה זו מבוססת על הצגת קשר ליניארי בין מודול הגזירה ומודול יאנג (איור 2 א'). הצגת קשר כזה מאפשרת את השימוש במהירות גל קול אחת, במקום שתיים, בתוספת הקשר הזה לצורך הערכה בלתי הרסנית כמותית של המודולים האלסטיים (איור 2 ב').

הערכת החוזק על סמך מודול יאנג או על סמך מהירות גל קול אחת

ניתן להראות כי החוזק של פלדות נקבוביות תלוי בצורה ברורה במודול יאנג. נמצא כי מודול יאנג מייצג את טיב הסינטור כלומר הן את שטח

חימום הגלם באווירה מבוקרת, לטמפרטורה וזמן מוגדרים. תוך כדי כך מתבצע איחוי של גבולות הגרגרים (הדבקה) וכל התכונות הפיזיקליות משתפרות. תהליך האיחוי נקרא סינטור (Sintering)². אשר לתכונות המכאניות, הן משתפרות מצד אחד עקב האיחוי, אשר גורם גם לעליית הצפיפות. אולם כאשר הצפיפות עולה וכל במקביל תהליך של גידול גרעינים, התכונות המכאניות מתחילות לרדת. לפיכך יש למצוא את מרחב הפרמטרים של תהליך הציפוף (פילוג גודל גרגרים, לחץ דחיסה, טמפרטורה, זמן) שיביאו לתכונות מכאניות ופיזיקליות משופרות של החומר. חלק מהמחקרים בוצע על ידי מדידת תכונות מכאניות² אך מחקרים אחרים יוחדו לחקר השפעת הנפח היחסי של החרירים, הנקבוביות (porosity), על התכונות האלסטיות של חומרים נקבוביים. עיקר המחקרים שמטרתם לימוד האספקטים המדעיים של תהליך הסינטור, בוצעו על חומרים שיש להם גם אספקטים הנדסיים. אחד מהחומרים המקובלים לכך הוא ברזל או פלדת פחמן^{3,4,5,6,7}. סקירה של מאמרים רבים יותר המתארים קשר בין הנקבוביות ובין התכונות האלסטיות של חומרים נקבוביים בכלל ופלדות בפרט ניתן למצוא בספרות^{8,9}.

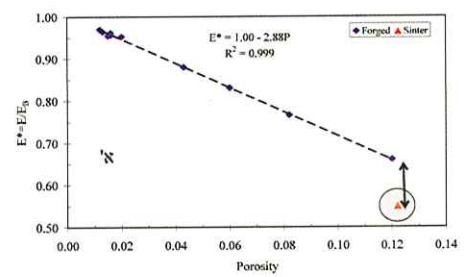
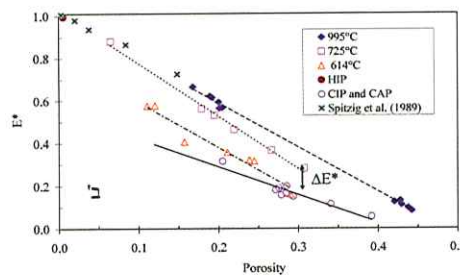
תלות המודולים האלסטיים בנקבוביות

את המודולים האלסטיים ניתן למדוד בשיטות המכאניות הסטטיות², או בשיטות מדויקות יותר (שיטות דינמיות) המבוססות על מדידת צפיפות ומדידת מהירויות הקול של גל גזירה ושל גל קול אורכי⁴⁻⁹. בספרות מקובל לבצע הערכה כמותית בלתי הרסנית של התכונות המכאניות והאלסטיות של חומרים נקבוביים על פי מידת הנקבוביות בחומר¹⁻⁹. אף שהצפיפות היחסית (או הנקבוביות) הן מדד הגיוני, נמצא

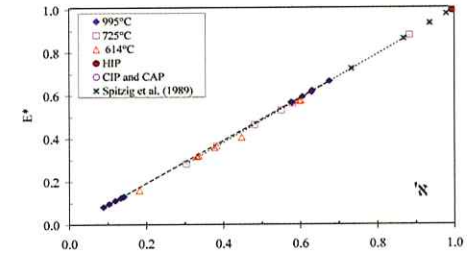
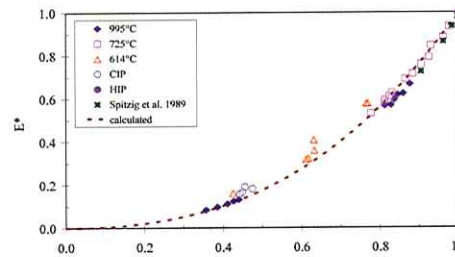
הערכה כמותית בלתי הרסנית של החוזק של חומרים נקבוביים.

סימוכין References

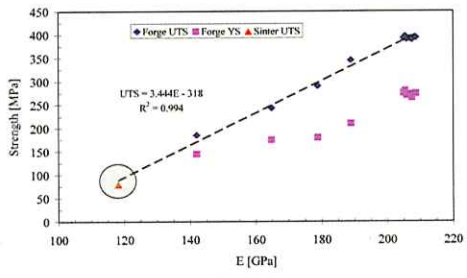
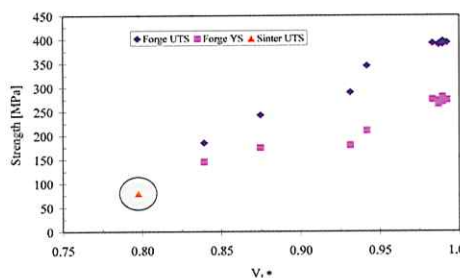
- G.D. McAdam, "Some Relations of Powder Characteristics to the Elastic Modulus and Shrinkage of Sintered Ferrous Compacts", J. Iron Steel Inst., 168 [4] (1951) pp. 346-358.
- R. Haynes, "The mechanical behaviour of sintered materials", Freund Publishing House, London England (1981) pp. 9-101.
- Richard Cytermann, These Le Titre De Docteur Ingenieur, L'Universite De Paris Sud, 1978.
- E.R. Leheup and J.R. Moon, "Relationships between density, electrical conductivity, Young's Modulus and Toughness of Porous Iron Samples", Powder Metall., 1 (1978) pp. 1-6.
- E.R. Leheup and J.R. Moon, "Elastic Behaviour of High-density Powder-Forged Samples of Iron and Iron-Graphite", Powder Metall., 23 [1] (1980), 15-22.
- W.A. Spitzig et al. "Ultrasonic and Magnetic Analyses of Porosity in Iron Compacts", Met. Trans. A 20A (1989) 571-578.
- R. Cytermann, "A new way to investigate the dependence of elastic moduli on the microstructure of porous materials", Powder Metallurgy International ,19 [4], 27-30 (1987).
- O. Yeheskel, J. Testing and Evaluation, Non-Destructive Evaluation of the Dynamic Elastic Moduli of Porous Iron Compacts, 32[1] (2004) pp. 17-23
- 9 א' יחזקאל, מחקר לתואר דוקטור, אוניברסיטת בן גוריון בנגב 2003.
- O. Yeheskel, O. Tevet, "A New Assessment Method for the Bulk Modulus and the Poisson's Ratio of Porous Ceramics" J. Testing and Evaluation, 28 (3), (2000) 189-198.



איור 1: תלות מודול יאנג המנורמל, $E^*=E/EB$ בנקבוביות. מודול יאנג הנמדד הוא E ומודול יאנג של חומר צפוף וללא פגמים הוא EB . א'- בדגמי פלדת פחמן AISI 1020 מחושלים, המשולש מייצג גם מסונטר שאינו מחושל התוצאות הן מתוך 4. ב'- בדגמי ברזל שעברו סינטור בטמפרטורות שונות המצוינות באיור, התוצאות הן מתוך 8.



איור 2: א'- תלות מודול יאנג המנורמל, $E^*=E/EB$ במודול הגזירה המנורמל $G^*=G/GB$ באוסף נרחב של דגמי פלדה כולל אלו המובאים באיור 1, ב'- הערכה כמותית בלתי הרסנית של המודולים האלסטיים המוראים באיור 1 על סמך מהירות הקול האורכית המנורמלת, מבוסס על 8.



איור 3: הערכה בלתי הרסנית של החוזק המרבי UTS או החוזק לכניעה YS, של דגמי הפלדה המובאים באיור 1 א'- בתלות במודול יאנג, ב'- בתלות במהירות הקול האורכית המנורמלת.

לאיחוי נקודות המגע בין הגרגרים, תהליך הנקרא סינטור. הסינטור משפר הן את התכונות הפיסיקליות והן את התכונות המכאניות. נמצא כי התלות בין התכונות הפיסיקליות והמכאניות לצפיפות אינן מספיקות לתיאור חד ערכי אשר ישמש להערכה בלתי הרסנית שלהן. הובהר כי ניתן להעריך את התכונות האלסטיות על ידי שימוש במהירות קול יחידה, הודות למתאם מצוין בין מודול יאנג ומודול הגזירה של כלל הדגמים הנקבוביים מחומר מסוים: כאן הוצגו תוצאות לגבי ברזל ופלדה. עוד הוצג כי קיימת תלות הדוקה בין המודול האלסטי לבין החוזק המרבי במתיחה, ולכן המודול האלסטי הוא מדד טוב יותר לתכונות המכאניות מאשר הצפיפות. היות ומהירות הקול מייצגת את המודול האלסטי, והמודול האלסטי מייצג את התכונות המכאניות, הוצג כי ניתן להשתמש במהירות גל קול יחידה לצורך

המגע בין הגרגרים והן את טיב המגע. לכן מוצע לתאר את הקשר בין מודול יאנג לבין החוזק של חומרים נקבוביים. איור 3 א' מראה קשר כזה עבור דגמי הפלדה שנבחנו על ידי Leheup & Moon⁴. רמת המתאם, $R^2 > 0.99$, גבוהה מאד. היות ובאיור 2 ב' רואים שבתחום $0.8 < VL^* < 1.0$ התלות בין מודול יאנג למהירות היא כמעט ליניארית, מובאת באיור 3 ב' הערכה בלתי הרסנית כמותית של החוזק גם על סמך מהירות הקול המנורמלת. תוצאות דומות ניתן להראות גם בעבודת הדוקטורט של Cytermann³.

סיכום

במאמר זה הוסברו עקרונות הציפוף של גלמים שהוכנו מאבקה והבאתם ממצב של גלם כבוש בקר, למצב של חומר בצפיפות חלקית עם תכונות משופרות, באמצעות חימום הגורם

בדיקה אולטראסונית באמצעות PHASED ARRAY של ציר רוטור טורבינת קיטור

ד"ר גרי פסי, א. ליובימוב, י. בן עמרם


סריקת הסקטור המתקבלות לאורך סריקת הגשיש מסביב למוט. ישנה חשיבות רבה לשמירת ה-A-Scan המרכיבים כל סקטור נבדק, על מנת שיהיה ניתן לשחזר אותן במהלך הפענוח ולספק הערכה שתהיה תואמת לכל התקנים. צמצום זמן הבדיקה ליום אחד חוסך עד 250 אלף דולר תודות לצמצום זמן ההשבתה וההוצאות הנלוות לה.

גדולים מלוויים בטמפרטורות סביבה גבוהות, דבר העלול לגרום לסדקים נראים וסדקי עייפות חומר, שעלולים לגרום לכשל מוחלט. מסיבה זאת, אזורים אלו נבדקים באופן קבוע בשיטות אולטראסוניות בזמן השבתות מתוכננות של הטורבינה.


תהליך הבדיקה, שפותח במחלקת הבדיקות הלא הורסות בחברת החשמל, מבוסס על שימוש

בחברת החשמל הישראלית קיימות יותר מעשר טורבינות קיטור שונות בעלות מבני ציר שונה. ציר טורבינת הקיטור הוא חלק של הרוטור הנתון לעומס רב מאוד, עם לחצים מכאניים



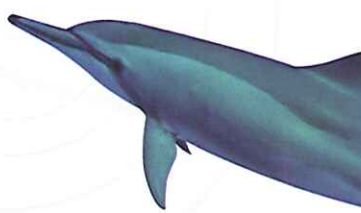


Acoustic eye
Powerful Inspection Technology



Accurate Rapid Single Point Inspection of Inaccessible Tubes

- Non-Traversing
- Any Tube Configuration
- Any Tube Conformation
- Instant Inspection Results



www.AcousticEye.com

במכשור קונבנציונלי ובגשישי גלים אורך המשודרים בזווית. ואכן, תהליך הבדיקה הראה אמינות וסבירות גילוי פגמים גבוהה, אך התהליך הוא ארוך ולוקח זמן רב כיוון שהוא דורש שימוש בגשישים רבים בזוויות שונות. לכל גשיש נדרשות שתי סריקות היקפיות בכיוונים הפוכים לכל חתך הציר. הסריקה נעשית על ידי סיבוב איטי של הציר.

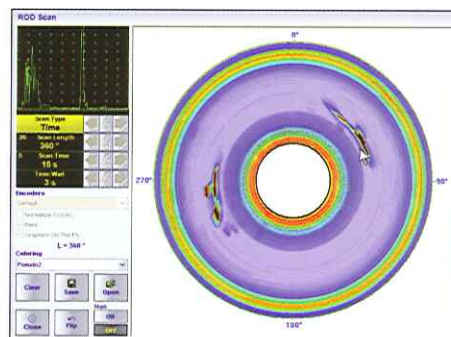
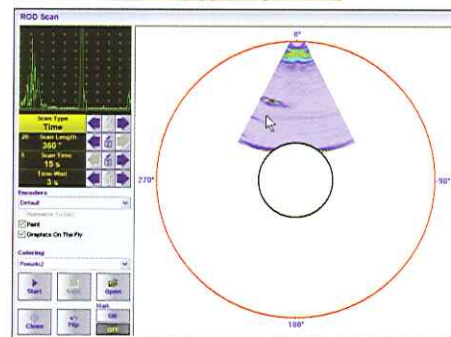
בדיקה זו באמצעות גשישים קונבנציונליים אורכת בין 6 ל-7 משמרות עבודה, בהתאם לסוג הציר הנבדק. על מנת להפחית את זמן הבדיקה ליום אחד, פותח תהליך בדיקה חדש המבוסס על שימוש בטכנולוגיית PA.

הבדיקה מבוצעת באמצעות מכשיר אולטראסוני נייד בעל יכולות PA ISONIC 2009 UPA-Scope. וגשיש בעל 32 אלמנטים המצויד בסוליה מתאימה לקוטר החיצוני של הציר הנבדק.

כיוון מבוצע בשימוש באותו בלוק כיוול ששימש לבדיקה הקונבנציונלית, באותה דרך של קבלת ההחזרים מה FBH וכיוון של גובה ההד לרמה הסטנדרטית.

הפונקציה הייחודית של פיצוי ההגברה שמאפשר מכשיר ה-ISONIC 2009 מאפשר השוואת רגישות נוספת לכל זווית שידור. בסיום הבדיקה, המפעיל מגדיר את הקוטר החיצוני או את הקוטר החיצוני והפנימי, בהתאם לצורך, ונוצרת תמונת סריקה תואמת.

נוצרת תצוגת חתך שלמה בסיבוב אחד של הציר, אשר מקודדת באופן אוטומטי. התמונה נוצרת בשיטת סופראימפוזיציה של כל תמונות



פנל לבדיקת יעילות תהליך הניקוי לפני בדיקה בנוזלים חודרים

Sam Robinson & Bob Siegel – Sherwin Inc

רקע

כיום, כאשר ברב המדינות אין אפשרות להשתמש בדגריזר אדים לניקוי החלקים לצורך בדיקה בנוזלים חודרים (FPI), הפתרון התעשייתי הכמעט בלעדי הקיים, הינו ניקוי אלקליני חס. הדאגה הגדולה היא שתהליך הניקוי הזה כבר לא נמצא במחלקת הבל"ה, אלא נמצא במחלקות ניקוי וציפוי, בהם עובדים בסטנדרטים נחותים מאשר במחלקות הבל"ה. דברים אלו נשמעו כחלק מניתוח הבעייתיות של ניקוי ע"י מר Brian McCracken מומחה בלי"ה של PWA, יצרן המנועים הידוע. הוא גם קבע שתהליך הניקוי הוא השלב הקריטי ביותר והבעייתי ביותר בתהליך הבדיקה בנוזלים חודרים.

CASR היא תוכנית ממומנת ע"י ה-FAA, המתקיימת באוניברסיטת Iowa ב-Ames, אשר שמה לה למטרה יצירת "כלי המראה שהחלק הנבדק הינו נקי ולא מכיל זיהומים". Keith Griffiths מומחה של Rolls Royce, אנגליה וחבר בתוכנית של CASR, קובע: הדאגה הגדולה של התעשייה המשתמש ב-FPI היא יעילות הניקוי, אין לנו דרך חזרה לדגריזר אדים."

KC Qpon™

לאור האתגר הזה פתחנו ב-Sherwin כלי בשם KC Qpon™, כלי המבטיח שפעולת הניקוי, עושה את עבודתה, ז"א, עוקב אחרי כושר הניקוי של תהליך הניקוי, כדי לוודא שהחלק נוקה כראוי, כולל אזור הסדקים. ה-KC Qpon™ הינו פנל בגודל 3" x 1" x 1/16" עשוי פלבי"ם וחציו מצופה בציפוי פריך שעבר התזת חול ובו נעשה טיפול היוצר מעין סדק בקוטר של כ-1/4".

התהליך

השימוש בפנל KC Qpon™ נעשה עם KC Soil, שהוא זיהום אורגני שאילו הוסף צבע פלואורצנטי. ה-KC Soil, צריך להיות מתואם לשמנים המקובלים במפעל המבצע את עיבוד המתכת. ישנם KC Soil קל, בינוני וכבד. את ה-KC Soil יש למרוח מעל השטח שעבר התזת חול. ה-KC Qpon™ עם ה-KC Soil מועבר בתהליך הניקוי, באותו סל יחד עם החלקים שיש לנקות ולבדוק. לאחר גמר תהליך הניקוי, כולל השטיפות, מוציאים את הפנל מהסל, מייבשים ובוחנים מתחת לאור שחור (UV).



קיט עם חומר הזיהום והפנלים | הוספת החומר לפנלים

כאשר אין אינדיקציות זוהרות מה-KC Qpon™ לאחר הניקוי, אנו יודעים שהסדקים או הפגמים על פני השטח נקיים מזהמים ושהחלקים שהמשיכו

בתהליך ה-FPI יעברו תהליך בטוח ויראו את כל הסדקים הנמצאים בהם. במידה וה-KC Qpon™ כן מראה סימני זוהר, מומלץ להחזיר את החלקים למחלקת הניקוי לניקוי נוסף עם KC Qpon™ חדש.

אפקטיביות תהליך הניקוי

בכדי לבחון את אפקטיביות של תהליך הניקוי, בחנו את השפעת הפרמטרים של הניקוי על ידי שימוש בפנל KC Qpon™. נבחנו הפרמטרים הבאים: ריכוז חומר הניקוי, טמפרטורת עבודה וכן זמן הניקוי. להלן תוצאות הניסוי:

<p>Sherwin Kleer/Check Qpon™ (K/C) Prior to Cleaning</p>	<p>הפנל לפני תהליך הניקוי</p>
<p>Cleaning Agent: Sherwin LA-1 Clear Cleaner Concentration: AS SHOWN Temperature: 150°-160°F (66°-71°C) Agitation: Moderate Time: 15 Minutes</p> <p>10% by Volume 15% by Volume 20% by Volume</p>	<p>ניסוי 1: חומר ניקוי: Sherwin LA-1 ריכוז: משמאל 10% באמצע 15% ומימין 20% טמפרטורה: 66 - 71° c ערבול: מתון זמן: 15 דקות</p>
<p>Cleaning Agent: Sherwin LA-1 Clear Cleaner Concentration: 20% by volume Temperature: 150°-160°F (66°-71°C) Time: 15 Minutes Agitation: AS SHOWN</p> <p>none light moderate</p>	<p>ניסוי 2: חומר ניקוי: Sherwin LA-1 ריכוז: 20% טמפרטורה: 66 - 71° c ערבול: משמאל - ללא, באמצע - קל, מימין - מתון זמן: 15 דקות</p>
<p>Cleaning Agent: Sherwin LA-1 Clear Cleaner Concentration: 20% by volume Temperature: 150°-160°F (66°-71°C) Agitation: Moderate Time: AS SHOWN</p> <p>5 Minutes 10 Minutes 15 Minutes</p>	<p>ניסוי 3: חומר ניקוי: Sherwin LA-1 ריכוז: 20% טמפרטורה: 66 - 71° c ערבול: מתון זמן: משמאל - 5 דקות, באמצע - 10 דקות ומימין - 15 דקות</p>

מסקנה

פנל KC Qpon™ הוא אכן כלי לבדיקת הניקיון של החלקים לפני תהליך ה-FPI (נוזלים חודרים) בכדי לבסס את האמינות של התהליך המבוצע במחלקת בלי"ה שבמפעלכם.

המאמר תורגם מאנגלית ע"י מהנדס דני פלאוט: dp laut@ges.co.il

חדש - מד עובי צבע אלקטרוני

PosiTector® 6000 Series

היבואן מ.ג. הנדסה

מד עובי צבע אלקטרוני קשיח הפועל בעיקרון של מגנטיות וזרמי מערבולת, מתאים למדידת עובי צבע של חומרים ברזליים ואל ברזליים - מדויק ומהיר.

פשוט לשימוש

- מוכן לבדיקה ללא צורך בכיול לרוב האפליקציות
- שליטה בכל הפונקציות ביד אחת
- תצוגה בשני צבעים לאימות קריאת המכשיר בסביבה רועשת
- לחצן RESET לחזרה להגדרות יצרן

עמיד

- עמיד בתנאי סביבה של ממסים, חומצות, שמן, מים ואבק עומד בדרישות IP5X
- גשש עמיד במים
- מסך עבה ועמיד בתצוגת Lexan® לעבודה בתנאי סביבה קשים
- נרתיק גומי להצמדה לחגורה עם שחרור מהיר ומקום לגשש
- אחריות לשנתיים למכשיר ולגשש

מדויק

- תעודת כיול עם עקיבות ל-NIST
- מנגנון מובנה לתיקון המדידה בהתאם לטמפרטורה
- פונקציית Hi-RES המגדילה את רזולוציית התצוגה למקרים בהם נדרשת מדידה מדויקת יותר.
- עומד בדרישות תקנים בינלאומיים כולל ISO & ASTM

רב תכליתי

- אופציה לכיול במספר אפשרויות והגדרת עובי ידוע ונקודת אפס ממוצעת
- אופציה לנעילת הכיול
- אפשרות להגדרת עובי מינימלי ומקסימלי
- אפשרות להגדרת עובי רצוי לפי תקן IMO
- בחירת שפת תצוגה
- אפשרות לשינוי כיוון התצוגה
- תצוגה המתאימה לתנאי תאורה גרועים
- קריאה במילימטר או אינץ'
- אפשרות לכבל באורך של עד 75 מטר למדידה מרחוק
- אפשרות לבדיקה מתחת למים



DeFelsko®

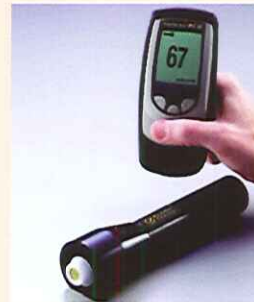
חדש!!!

PosiTector® PC Powder Checker®

מד עובי צבע ללא מגע

היבואן: מ.ג. הנדסה

חברת DeFelsko מציגה את הדור החדש של מדי עובי צבע (אבקה) ללא מגע המיועד לבדיקת עובי הצבע עוד לפני שלב הייבוש



הבדיקה מבוצעת בשיטה אולטרסונית ומחשבת ומציגה את העובי שיתקבל לאחר הייבוש.

פשוט אמין ומדויק

- מכשיר ידני הפועל על סוללות
- לא דורש כיול לפני הבדיקה עבור רוב סוגי האבקות
- נרתיק גומי להגנה על המכשיר
- קשר אלחוטי בין הגשש למכשיר - עד 10 מטר
- יכולת אחסון של עד 1000 קריאות בעד 100 מנות בדיקה
- קריאת הנתונים ללא צורך בתוכנה מיוחדת
- חיבור USB
- עומד בתקן ASTM D7378
- שתי שנות אחריות למכשיר ולגשש
- תחילת שיווק המכשיר יהיה באפריל 2010 ומחירו 3,395 דולר



מערכת ה-CR החדשה של קודאק

קודאק השיקה בחודשים האחרונים מערכת CR מתקדמת לשימושי NDT המערכת עמידה במיוחד לתנאי שטח. מערכת ה-CR היא פיתוח אמריקאי בשיתוף עשרות מהנדסים וטכנולוגים ובתקציב עצום של כ-10 מיליון דולר. המערכת מתהדרת בטכנולוגיה מתקדמת ורזולוציה גבוהה במיוחד - נקודת ליזר של 25 מיקרון. המערכת מסוגלת לטפל במסכים גמישים וקסטות קשיחות כאחד עד לאורך של 1.5 מטר ולהציג רדיוגרמות איכותיות בתוכנת עריכה עוצמתית על גבי מסך ברזולוציה של 5 מגה פיקסל.

לפרטים: חברת וי אס אר טכנולוגיות בע"מ 039605559 info@vsr.co.il



חברת GES מונתה לנציגה בישראל של חברת SHERWIN שהיא חברה מובילה בתחום נוזלים חודרים.



לאחר 6 שנים של הפסקת הפעילות בתחום הנוזלים החודרים, חברת GES, חוזרת לתחום עם המוצרים של חברת SHERWIN הידועים בעולם הבל"ה (NDT). עמוס שרווין, אחת הדמויות המרכזיות בתחום הנוזלים החודרים, הקים את חברתו בשנת 1952 והחל לייצר נוזלים חודרים תחת המותג DUBL-CHEK כבר בשנת 1964. חברת SHERWIN הינה החברה השנייה בגודלה בעולם בייצור נוזלים חודרים והיחידה שמפתחת ומייצרת אך ורק נוזלים חודרים. מוצריה מאושרים ע"י QPL של AMS-2644 וכן מאושרים ע"י חברות מנועים, כגון: Pratt & Whitney, GE, Rolls Royce ועוד. חומרים אלו גם מאושרים לתעשיית החלל, הפקת אנרגיה ועוד.



מוצריה מצטיינים בעמידה בתקני איכות הסביבה העולמית: אינם מכילים מדללים, פעילי שטח אטוקסילטים, סיליקון ונגזרות סיליקון.

כמו-כן ישנם פיתוחים ייחודיים חדשים, כגון: נוזלים חודרים על בסיס מים, נוזלים חודרים לעבודה בטמפרטורות גבוהות וכן פנלים ייחודיים, לבחינת היעילות של תהליך הניקוי ותהליך היישום של הנוזל החודר. פנלים אלו נמצאים בבחינה אצל גורמים מסמיכים.

ב-GES קיימת מעבדה בעלת יכולת לבצע את הבדיקות התקופתיות לנוזלים החודרים הנמצאים בשימוש בקרב לקוחותינו. בנוסף לנוזלים חודרים GES מספקת מגוון ציוד ליישום התהליכים של נוזלים חודרים וכן בדיקות בחלקיקים מגנטיים. למידע נוסף, נא לפנות למהנדס אלי קמר: elik@ges.co.il

נציגות חדשה לחברת MAGNAFLUX



במסגרת הרחבת הפעילות של חטיבת כוח ואנרגיה בחברת

אמקול, רכשה החברה את פעילותה של חברת סוכנויות ערבה, נציגת חברת MAGNAFLUX בישראל.

בנוסף לפעילות המוכרת בתחום הבדיקות הלא הורסות מייבאת החברה ציוד וחומרים בתחומים שונים כגון: גרגירי פלדה להכנת פני שטח ומכונות להכנת פני שטח.

השירות בתחומים אלו ניתן על ידי ניסים אשכנזי שניהל בעבר את סוכנויות ערבה. 08-8536035 nissima@emcol.co.il

הגודל כן קובע!

חברת וי אס אר טכנולוגיות בע"מ השיקה בארץ מיקרוסקופ דיגיטלי מהפכני המבוסס על מצלמת Point and Shot. המיקרוסקופ מסוגל להגיע להגדלות של 300X ולשמור סרטוני וידאו ואלפי תמונות בכרטיס זיכרון SDHC ברזולוציה של עד 10MP. מערכת תאורת לדים מאירה את האזור המצולם ומאפשרת הצללות לקבלת מידע על הבלטות ושקעים. המיקרוסקופ מתאים לבדיקות ויזואליות של ריתוכים, סדקים, קורוזיה, חקירה של כשלים ועוד.

לפרטים והזדמנה: חברת וי אס אר טכנולוגיות בע"מ info@vsr.co.il 03-9605559

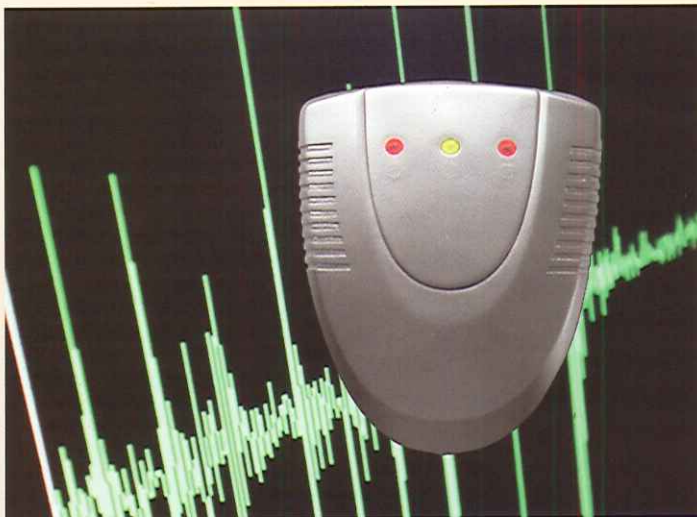


מה הייתם עושים ב-30 שניות?

פנטט עולמי עכשיו בישראל, גלאי ויברציות המתריע על רעידת אדמה עד 60 שניות לפני הרגשתה. בעת התרחשות רעידת אדמה גלי אורך בעלי מהירות גבוהה אשר אינם גורמים להרס מורגשים על ידי הגלאי ומפעילים אזעקה של למעלה מ-100dB. עד 60 שניות מרגע זה, כתלות במרחק ממוקד הרעש וגורמים נוספים, מגיעים גלי הגזירה ההרסניים בעלי מהירות נמוכה יותר. מרגע ההתרעה יש מספיק זמן בכדי לפנות את המבנה או לברוח אל מקומות מוגנים ועמידים זעזועים כגון: ממיידים, חדרי מדרגות וכדומה. הגלאי פועל באמצעות סוללות אצבע וניתן להדבקה מהירה ופשוטה על קיר באמצעות דבק דו צדדי.

מחיר ההשקה בארץ 199 שקלים.

לפרטים: חברת וי אס אר טכנולוגיות בע"מ info@vsr.co.il 03-9605559



מוצר חדש בתחום מנורות ופנסי UV

Labino® Torch Light UVG2



MAKES IT BRIGHT

מנורות ופנסי UV נמצאים בשימוש ביישומים שונים: לביצוע בדיקות לא-הורסות, בבדיקות באתרי פשע, לשימוש במעבדה, לסניטציה ולאיתור דליפות.

חברת Labino® השבדית מפתחת, מייצרת ומשווקת מנורות ופנסי UV בעלי עוצמה ויכולות מהגבוהות ביותר הקיימות בשוק. מוצרי החברה מבוססים על טכנולוגיות LED ו-MPXL. פנסי ה-UV ומנורות ה-UV של חברת LABINO מגיעים עם 3 סוגי רלפקטורים: spotlight, midlight, or floodlight.

לאחרונה השיקה החברה פנס UV דגם TorchLightUVG2:

זהו פנס קטן, קל-משקל, מסוג UV-A LED המיועד לבצע בדיקה מהירה של אזורים אליהם הנגישות קשה. אורכו של הפנס 15.9 ס"מ בלבד ומשקלו, כולל סוללה, רק 211 גרם. פנס ה-UVG2 מייצר קרן-אור UV צרה בעוצמה של $13,000 \mu W/cm^2$ במרחק של 38 ס"מ.



קוטר מרכז אלומת האור הוא 30 מ"מ וקוטר אלומת האור כולה הינו 70 מ"מ, במרחק של 38 ס"מ. הפנס מדגם Labino TorchLightUVG2 מכיל נורת LED (light emitting diode) אחת הפולטת אור אולטרה סגול באורך גל של 365nm, כך שהיא מתאימה ליישומים תעשייתיים, ביטחוניים ולבדיקת דליפות. הנורת מגיעה מיידית לעוצמה המלאה. לחצן הדלקה/כיבוי ממוקם בחלק האחורי של הפנס. כאשר הסוללה מלאה, היא מאפשרת עד 3 שעות עבודה. ניתן לטעון אותה ממטען רגיל או ממטען של רכב. המטען כלול בערכה כמו גם סוללה נוספת.

המשווק בארץ: חברת ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון

- DEUTROMETER 3873 מד עוצמת שדה חדש, קל ונוח לשימוש

חברת KARL DEUTSCH מפתחת ומייצרת מגוון ציוד לבדיקות לא-הורסות, כגון: מדי עובי דופן, מדי עובי ציפוי, מדי סדקים, ציוד וחומרים לבדיקות בחלקיקים מגנטיים, צבעים חודרים, וכדומה.

המכשיר החדש למדידת עוצמת שדה דגם DEUTROMETER 3873 מתוצרת חברת KARL DEUTSCH פותח במיוחד לצורך בדיקת עוצמת השדה המגנטי המתקבל בחלק הנבדק בבדיקה בחלקיקים מגנטיים וכן לבדיקת המגנטיות השירית. המכשיר מופעל בצורה יעילה ומהירה ללא כל כיוולים מסובכים, והתצוגה קלה לקריאה.

חדשות

התצוגה הגדולה והמוארת מספקת יכולת יוצאת מן הכלל של התפריט וקריאת הנתונים, בנוסף, כפתורי ההפעלה מוארים תחת אור UV. הדבר מאפשר הפעלה בטוחה וקלה גם במקומות בדיקה חשוכים. בזמן העבודה (measuring mode) מוצגות יחידות המדידה (mT, A/cm, kA/m, Gauss). המכשיר מזהה אוטומטית מגנטיות של שדה זרם ישר או חילופין (AC/DC). קיים מצב עבודה מיוחד המיועד למדוד גם עוצמה מגנטית וגם עוצמת שדה שירית, האחת מיד אחרי השנייה. מצב זה ניתן ליישום בערכי מדידה גבוהים ונמוכים. המכשיר מאפשר ביצוע בקרה מהירה ואמינה של עוצמת השדה ע"י קבלת אתרעה ויזואלית או אקוסטית הניתנת לתכנות על ידי המשתמש.

קיים מגוון של גששי מדידה בצורות גיאומטריות שונות. ניתן להזמין גששים מסוגים מיוחדים נוספים לפי בקשה.



המכשיר עובד עד 50 שעות עם 2 סוללות רגילות או ע"י סוללות נטענות מסוג AA. ומסופק עם מעטפת מגן העשויה מגומי סופג זעזועים, מה שעושה אותו רובוטי ואמין לשימוש אפילו בסביבות עבודה קשות. ה-DEUTROMETER 3873 החדש מסופק במזוודה נשיאה פלסטית ותעודת QC.

משווק בארץ: חברת ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון.

THE MAGNAFLUX® advantage

MAGNAFLUX GLOBAL SOLUTIONS

Extensive product line...



ייצוג בלעדי: אמקול בע"מ

רחוב המדע 13, אזור התעשייה הצפוני, ת.ד. 12461, אשדוד 77600, טל' 08-8636035, פקס: 08-8636088

מערכת הצילום שנרכשה היא מערכת ייעודית לבדיקות לא הורסות מתוצרת Fuji המיובאת ומותקנת על ידי חברת דינקו.

חברת Turbine Jet רואה חשיבות גדולה במעבר לרדיוגרפיה דיגיטלית הן בגלל החיסכון הגדול בעלויות סרטי הצילום וחומרי הפיתוח והגדלת התפוקות והן בגלל מניעת זיהום הסביבה בחומרי הפיתוח.

ניתן לראות מערכות אלו בעיקר בבדיקה של חומרים מרוכבים; אך כאשר בבדיקה נדרש גילוי של פגמים קטנים יותר מהנדרש בחומרים מרוכבים, רף הדרישות מהיצרנים גבוה מאוד.

בתחילת השנה יצרה חברת Turbine Jet, יצרנית להבי טורבינה למנועי מטוסים צבאיים ואזרחיים, פריצת דרך בקבלתה אישור עקרוני מחברת P&W לביצוע צילומים באמצעות מערכת CR וזאת לאחר ביקור נציגי P&W במפעל.

לראשונה - אישור מערכת רדיוגרפיה דיגיטלית לבדיקת חלקי תעופה

למרות ההתקדמות הגדולה של מערכות הרדיוגרפיה הדיגיטליות, השימוש בהם מוגבל עדיין על ידי יצרני המטוסים, בין היתר בגלל מחסור בתקנים מעודכנים והגדרה של דרישות האיכות והבקרה למערכות אלו.

קורסי הכנה להסמכות תעופתיות נערכים ברחבי העולם על ידי חברת pri Equalearn-1 - הבריטיות. עתה גם בישראל.

הקורסים משפרים את היכולות של החברות להתמודד עם דרישות הסמכת NADCAP באספקטים של ניהול האיכות של התהליכים המיוחדים. כל ספק המבקש ליצר עבור חברות התעופה כמו Boeing Honeywell, Rolls Royce ועוד עשרות אחרות, מתחייב לעבור סיקורים על ידי חברת PRI ולקבל את הסמכת NADCAP לתהליכים מיוחדים כמו בדיקות לא הורסות, ציפויים, טיפול תרמי, ריתוך וטיפול כימיים. הדרישות מבחינת ניהול האיכות, הטיפול בממצאי הסקר הן חריגות ברמתן הגבוהה ומהוות משימה כבדה על מנהלי האיכות. הקורסים ניתנים במטרה לתת כלים יעילים למנהלי האיכות להשיג את ההסמכה ולחסוך מאמצים וזמן יקרים. חברת PRI הגיעה להסכם עם חברת גבי שואף לערוך קורסים כאלה בארץ במתקני ההדרכה של החברה במשכנה החדש ביבנה. חדר ההדרכה המודרני מאובזר ומסוגל להכיל עד 32 איש. מעבדות החברה יהיו זמינות לסיור מקצועי והדגמות למשתתפים.

הקורסים יערכו בחודש יולי 2010. ההרשמה באתר www.equalearn.com



Global Gateway to Another Dimension
in Knowledge & Quality

Could you improve your quality control and Nadcap performance?



The following sessions are being hosted by Gabi Shoef Ltd in Yavne.

Introduction to Pyrometry	21 - 22 July
Nadcap Audit Preparation - Chemical Processing	12 - 13 July
Nadcap Audit Preparation - NDT	14 - 15 July
Nadcap Audit Preparation - Heat Treating	19 - 20 July
Root Cause Corrective Action	18 July

Learn more and claim your **FREE** whitepaper about "Root Cause Corrective Action - Nadcap Style" by contacting eQuaLearn at eQuaLearn@sae.org

www.eQuaLearn.com



חדש!
מוצרי
Karl Deutsch
לבדיקות
NDT

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



גזים

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

נוזלים

- ויסקומטרים- ניידים, מעבדתיים ו-Online
- 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
- מזיני מינון רבי-דיוק לאבקות, גרנולים 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 שיורי במתכות
- אנאליזר בשיטת Barkhausen Noise לניבוי כשל מתכות
- מדי קשיות בכל השיטות, מעבדתיים וניידים
- מכונות מתיחה ונגיפה, הידראוליות וממוחשבות, לבדיקת תכונות מכניות
- מד עומק סדקים
- בדיקת חלקיקים מגנטיים
- צבעים חודרים



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 שיורי 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 כיול
- Data Loggers
- מתמרים חכמים (גם מוגני פיזיץ)
- תצוגות
- מאזניים, משקלות

שירותים

- שירות ייעוץ מטלורגי
- שירותי בדיקה במעבדתנו או באתר הלקוח, בפיקוח מטלורג מוסמך:
- בדיקות מטלוגרפיות וחקר-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, ושירות תיקונים באתר הלקוח גם לציוד שלא סופק על-ידינו

- גלים לבדיקות אולטרא-סונויות
- מיכשור לבדיקת כוח, torque, מתיחה, לחיצה
- מפיתול, ואביזרים נלווים
- מדי עובי דופן, מדי עובי צבע.
- בורסקופים ואנדוסקופים, כולל צילום
- ושמירת נתונים
- מדי זרימה אולטרא-סונויים.



A COMPLETE RANGE OF ULTRASOUND PRODUCTS

Phased Array Flaw Detectors



OmniScan PA
EPOCH 1000i
TomoScan FOCUS LT

UT Flaw Detectors



OmniScan UT
EPOCH 1000
EPOCH XT
Sonic 1200S
EPOCH LTC

Thickness Gages



Panametrics 37DL Plus
Panametrics MG2
Panametrics 35DL

Transducers



Phased Array Probes
UT Transducers

M.N. Engineering • Tel: 03-9798333 • Fax: 03-9798334 • visit www.olympus-ims.com