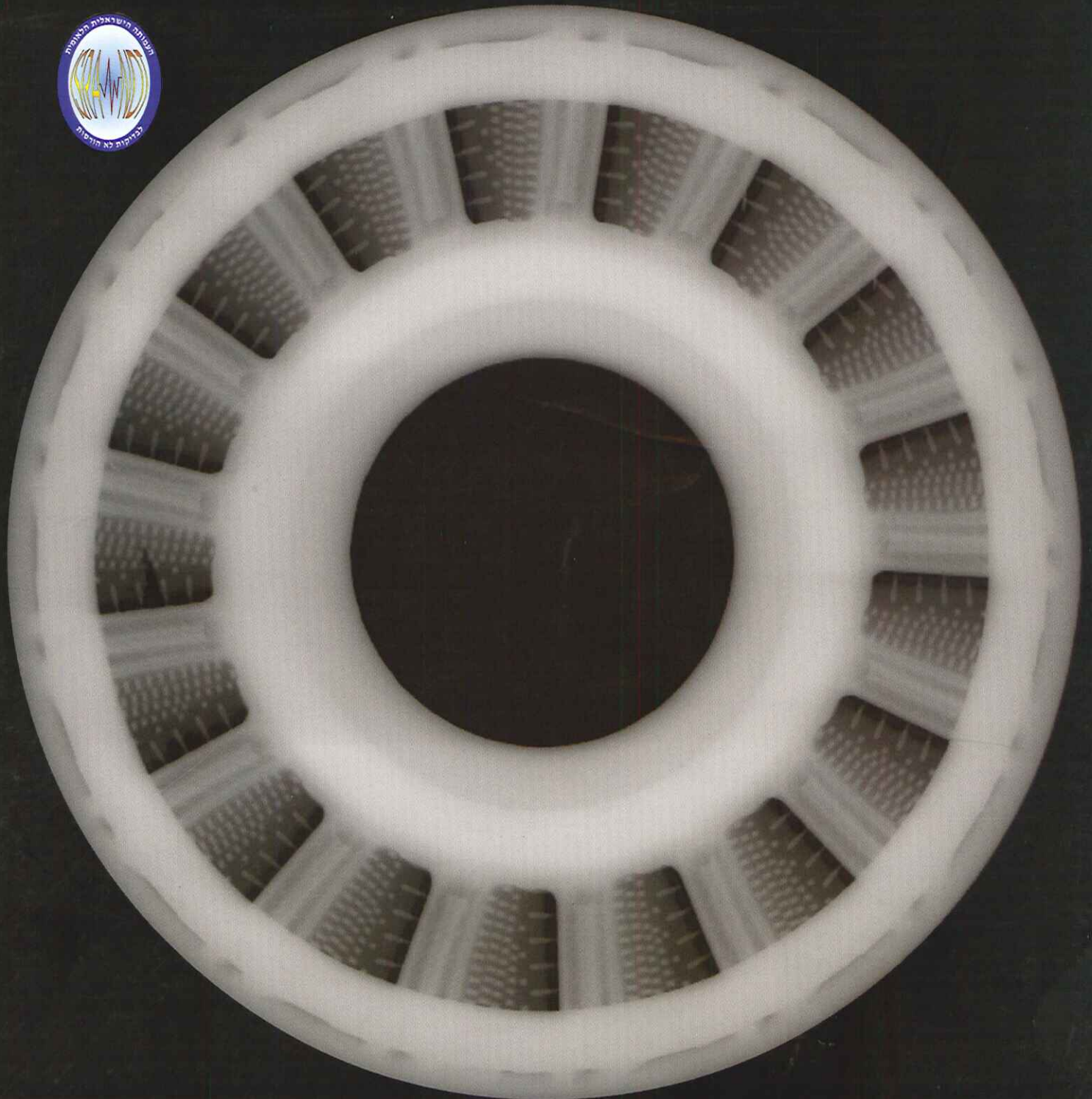


חדשות אל הרס

ביטאון העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות

2011 פברואר • אדר א' תשע"א • גיליון מס' 13 • FEBRUARY 2011 • THE ISRAELI NATIONAL SOCIETY FOR NON DESTRUCTIVE TESTING



הדשות דקטל NDT

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

GEIT - KRATKRAMER

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.



חדשות אל-הרס

ביטאון העמותה הישראלית
הלאומית לבדיקות לא הורסות
גיליון מס' 13 • פברואר 2011

טל: 073-2474505, פקס: 03-9604160
כתובת העמותה: ת.ד. 13217, יבנה 81227
E-mail: israndt@netvision.net.il

נשיא העמותה: ד"ר יוסי שואף

נשיאי כבוד: גבי שואף, פרופ' עמוס נוטע
חברי הוועד המנהל: חיים אלמוג, יוסי וייספלד,
שרגא ירון, פרופ' עדין שטרן, שוקי ויגודני,
איציק הרשקו, אופיר מגל, יגיל שואף, ראובן עציוני,
גדעון רונן, ג'קי בן-דיון

עורך ראשי: שוקי ויגודני

מערכת: ויקטור ביטון, ליאת אוריאל, בת חן ארנון



הפקה

תירוש (1998) הוצאה לאור בע"מ

הגר"א 17, תל-אביב 66024,
טל: 03-5662080, פקס: 03-5662081
E-mail: tirosh@tirosh-site.co.il



דבר העורך

קוראים יקרים

בשנים האחרונות, בכל הביטאונים האחרונים, דווחנו על המהפכה ההולכת ומתקרבת של הרדיוגרפיה הדיגיטלית. דיווחנו על ציוד חדש ומתקדם של טכנולוגיית ה-DR וטכנולוגיית ה-DR (DDA). דיווחנו על יכולות הגילוי, שיפור הכלים לפענוח, על החיסכון הכספי ביחס לצילום על גבי סרט צילום ועל יתרונה של השיטה מבחינת איכות הסביבה.

אך המהפכה בוששה לבוא, נכון פה ושם צצו מערכות דיגיטליות אך רובן ככולן שימשו בתחומים שאינם תחומי הבל"ה הקלאסיים (רדיוגרפיה של יציקות וריתוכים), רפאל, התעשייה הצבאית, בדיקות של חומרים מרוכבים וכדומה.

בתחום שקרוב יותר לבל"ה קלאסי - בדיקה של חומר זר בלהבי טורבינה חלולים, קיבלה חברת Turbine Jet הממוקמת באזור התעשייה תפן אישור מחברת P&W לצילום דיגיטלי בטכנולוגיית ה-DR.

הסיבה העיקרית לעיקוב כניסת הטכנולוגיה החדשה היא חוסר בתקינה מתאימה, הן בתחום התעופתי והן תקינה כללית.

ניתן להכריז כי 2011 תהייה שנת המהפכה וזאת מהסיבות הבאות:

בחודשים הקרובים יפורסמו שלושה תקני ASTM לשיטות שונות של רדיוגרפיה דיגיטלית, בנוסף בימים אלו התפרסמו דרישות יצרני המטוסים לרדיוגרפיה דיגיטלית של יציקות.

השמועות אומרות ששאלוני Nadcap הישימים לרדיוגרפיה דיגיטלית כבר מוכנים, כך שכל המגבלות הוסרו.

שוקי ויגודני

עורך ראשי



אחרת, העוסקת בתחומים הנושקים לאלו שלנו, כמו - האיגוד הישראלי לאיכות, התאחדות התעשיינים, המכון הישראלי לאנרגיה וכן גם לשכת המהנדסים. מבחינת הנהלת העמותה, זהו רק חיובי, שבכל אחד מהארגונים האלו יהיה גוף הקשור לבדיקות לא הורסות, שיעשה כל שביכולתו לקדם את הנושא בארץ.

לא סוד הוא, שמופעלים עלינו לחצים כדי שנסכים לוותר על הישגינו, על עצמאותנו, ונתמוג לתוך גופים גדולים יותר. כל זאת במסווה של מילים יפות כמו 'איחוד כוחות', 'קירוב לבבות', 'איחוד שורות' ועוד כהנה וכהנה. והרי כל העוסקים בבדיקות איכות/לא הורסות מוזמנים לעמותה שלנו כחברים שווי זכויות. זהו איחוד.

השנה עברנו חידוש הסמכה כגוף מתעיד, ובחינת לפי התקנים האירופאים יתקיימו בחודש הבא. עשינו רענון של רשימות החברים, עדכנו פרטים וצירפנו רבים חדשים. השתתפנו בכנסים בינלאומיים. אתר העמותה מתקדם והיווה במה נוספת לחילופי מידע, לא רק טכני, אלא כזה שיקלו גם מדור לחברים - הצעות עבודה, טיפים מקצועיים, קניה ומכירת ציוד ועוד. הכניסה לחברים תהיה בחינם.

בשנה הבאה יתקיים הכנס העולמי לבדיקות לא הורסות בדרום אפריקה. תקצירים של הרצאות מתחילים להישלח. בהיותי חבר בוועדה של כנס זה, אני קורא לכם להשתתף בו באופן פעיל ובכך לרומם את שמה של ישראל בקהילת הבדיקות הבינלאומית.

מתוך שיחות עם החברים בסקטור התעשייתי שלנו, יש צפי למספר שנים פוריות בתחום עבודות ה-NDT. פרויקטים והשקעות ענק יביאו לגידול בדרישה לעובדים, למיומנות בטכנולוגיות מתקדמות, בציוד רגיל ומתקדם, להדרכה והסמכות.

הענף צמא לעוד אנשים טובים.

זה הזמן לחדשים הצטרף לעולם שלנו ולנו, לותיקים, להמשיך ולהתקדם. זה הזמן לשדרוג מקצועי ומעמדי בתוך הארגון שלנו. הכול תלוי בנו, בכולנו.

ד"ר יוסי שואף

נשיא העמותה

דבר נשיא העמותה

ד"ר יוסי שואף

לא אחת אני נשאל מדוע מקימים עמותה לאנשי מקצוע כל כך מעטים? הרי רוב האנשים חייבים הסבר לאחר המילים "בדיקות לא הורסות". גם במפעלים תעשייתיים או תעופתיים יש בודדים כאלה, מוזרים, ולא ברור לאיזה סקטור הם שייכים.

ובכן, אנו לא כל כך מעטים - בעמותה חברים קרוב ל-200 איש. כ-1000 אנשי בדיקות לא הורסות פועלים בארץ וכ-3000 איש קשורים לנושא, וביניהם מפכחי ריתוך, מפכחי איכות, אנשי אחזקה מהנדסים ומדענים.

שילוב של מדע, תעשייה ופרויקטים ענקיים, משלהבים את דמוינם של אנשים רבים ומהווים מקור לגאווה, לאתגר, למימוש עצמי ולסיפוק לעוסקים בכך. עד היום אני פוגש אנשים שאומרים לי משפטים כמו: אני בדקתי את כל הריתוכים בהקמת חוות מיכלים זו, או את כל המיכלים, כשהקימו את הכור האטומי, או את הקונסטרוקציה של מגדלי עזריאלי. אני יודע אם הדברים נכונים, אך בכל מקרה, משתמעת מהם תחושה של גאווה.

העמותה שלנו הינה בית, לא רק למהנדסים או למדענים בתחום הבדיקות שלנו, היא שייכת גם לבודק הסדקים בצבע חודר, לציג המכירות של סרטי הרנטגן, ליצרני הגשישים לבדיקות אולטרסוניות, ולכל חלק קטן, אך חשוב, במכונה המשוכללת הזו שנקראת - בדיקה לא הורסת אמינה.

לעיתים מבקשים מאיתנו להצטרף ולהיטמע בתוך אגודות רחבות, אך סקטוראליות כמו למשל באגודת מהנדסי מכונות, וזאת תוך כדי ויתור על עצמאותנו ועל מתן ייצוג לכל חברי העמותה. הדבר מחמיא לנו, שאנו מבוקשים ומוערכים. אך אנו רוצים להיות עמותה עצמאית, כפי שיש בגרמניה צרפת וארה"ב וכמו בסלובניה, קרואטיה וקוריאה.

אנו חברים מכובדים בוועדה הבינלאומית ל-NDT-ICNDT, וחברים בפדרציה האירופאית לבדיקות לא הורסות - EFNDT.

אני משוכנע, שהמקצוע שלנו מכובד דיו וראוי שיהיה לו בית משלו, נקי מהשפעות וכוחניות של גופים בעלי אינטרסים זרים. מקום שבו החברים יבחרו וייבחרו לתפקידים בצורה דמוקרטית. העמותה שלנו מרגישה חופשית לקיים שיתוף פעולה עם כל עמותה מקצועית



תמונת השער:

אובייקט שנשרק באמצעות מערכת ה-DR של קודאק ACR2000i ברזולוציה של 65 מיקרון, במסך פוספור בעל רזולוציה גבוהה.



Sonotron NDT



VSR Technologies Ltd.



גבי שואף בע"מ
בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

הכינוס ה-12 של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות (ISRANDT) ASNT/ISRAEL-1

הכנס מתקיים ב-13 בפברואר, 2011 במרכז הקונגרסים איירפורט סיטי

תוכנית הכנס ה-12 לבדיקות לא הורסות (ISRANDT) ו-ASNT/ISRAEL		עד שעה	משעה
התכנסות והרשמה			
		09:00	08:00
<p>European Federation for Non-Destructive Testing</p>	<p>י"ר הכנס מר שרגא ירון ברכות: מר יהודה היימן - מנכ"ל איגוד תעשיות המתכת אלקטרוניקה ותשתית, התאחדות התעשיינים מר חיים קורנפלד - י"ר האיגוד הישראלי לאיכות Prof. Mihovski, Bulgarian Society for NDT president Dr. Giuseppe Nardoni, Past ICNDT President מר איתן שרון - סמנכ"ל הרשות הלאומית להסמכת מעבדות מר ג'קי בן דיין - י"ר ASNT בישראל ד"ר יוסי שואף - נשיא העמותה</p>	09:45	09:00
הרצאת הפתיחה - יושבי ראש - פרופ' עמוס נוטע, גבי שואף			
מעיל רוח - מערכת הגנה אקטיבית לרק"מ, ד"ר סורל קאיזרמן, רפאל		10:30	09:45
Study Case of NDT and Natural Gas piping rupture and explosion, Prof. Bojana Tabacova, Technology University Sofia Bulgaria		11:00	10:30
פתיחת התערוכה			
		11:30	11:00
אולם חרמון	אולם גולן	אולם תבור	
בדיקות לא הורסות רדיוגרפיה יושבי ראש - ראובן עזיניו, יוסי יוספולד	בדיקות לא הורסות כללי יושבי ראש - חיים אלמוג, רון פינקו	בדיקות לא הורסות באולטרסוניק יושבי ראש - פרופ' גריגורי קרוג, פרופ' עדין שטרן	
Advanced Radiographic technologies for industrial and aerospace applications Mr. Jacob Benson, Yxlon	יתרונות של השימוש במעבדות מוסמכות בביצוע בדיקות לא הורסות ליאת קמחי, הרשות להסמכת מעבדות	Acoustic Emission Test on Hydrogen-Cracker reactor (English) Dr. Giuseppe Nardoni, I & T Nardoni Institute Moshe Warshavski, Haifa Refineries	12:00 11:30
חידושים בבדיקת ציפיים בעזרת XRF ירון אייזנברג, אר.בי.אם	Innovations in CT in nano technology resolutions in electronics אייל דיקרמן, דקטל	חשיבותו של הפענוח המבוסס על A-SCAN בבדיקות אולטרסוניות מתקדמות המבוססות על טכנולוגיות PA והדמיה - Case Study - ד"ר גרי פסי, סונטרון	12:30 12:00
הפסקת צהרים וביקור בתערוכה			
		13:30	12:30
בדיקות לא הורסות בתעופה יושבי ראש - ד"ר אליעזר כץ, משה ברמן	בדיקות בשירות הגנת הסביבה יושבי ראש - אופיר מגל, אורי יונגרייס	בדיקות לא הורסות - תשתיות 1 יושבי ראש - גבי שואף, איציק הרשקו	
יישומים ברדיוגרפיה דיגיטלית בחיל האוויר סן גל חגל, רס"מ שחר להב, חיל האוויר	אטימות ובדיקות תקופתיות למיכלים כפולי דופן בתחנות דלק ד"ר חיים מיכלין, ד"ר אריה פיסטינר - המשדר להגנת הסביבה	בדיקות לא הורסות לבחינת מבני בטון אינג' דני שניידר, מכון התקנים	14:00 13:30
קריטריונים לבחינת איכות התמונה בבדיקות ב-CR ד"ר משה אונגרש, רפאל	שיטה חדשנית לגילוי דליפות של תרכובות אורגניות נדיפות (VOC) מוטי דותן, Asio Vision	ניטור מנרחת בניי האומה תומר קרליג'ו, גבי שואף בע"מ	14:30 14:00
בדיקות לא הורסות בתעשייה הפטרוכימית יושבי ראש - יוסי זינגר, ניסים שלתיאל	בדיקות לא הורסות טכנולוגיות מתקדמות יושב ראש - יגיל שואף, רנ"ג מאיר מיארה	בדיקות לא הורסות - תשתיות 2 יושבי ראש - אלי יוסף, חיים זלוטניקוב	
בדיקת ניקיון בצינורות מחליף חום מפרויקט במכסיקו - Acoustic Eye דני בברוב, דני	New developments and tendencies on RVI Int'l Technology Concepts Mr. Nermin Trobradovic,	בדיקות NDT ואנליזה נדרשת לשיקום מבנים וגשרים בסביבה רגילה ומית אינג' ג'קי אהרונב	15:00 14:30
בדיקות לא הורסות למיכלי אגירה עליליים לדלק לפי API 653 אנטולי דובוב, דלק	רדיוגרפיה דיגיטלית לאפליקציות של בל"ה באנרגיות גבוהות אלי דיין, יודסקו	בדיקות NDT בגשרים אמיר קידר, קדמור מהנדסים	15:30 15:00
אולם תבור : הגרלה ונעילת הכנס			
אסיפת מליאת חברי העמותה			
		16:00	15:30

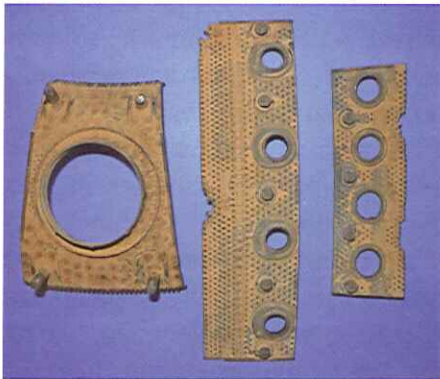


בסיום הכנס תוגרל מערכת ניווט לוויני מתקדמת
מבית MIO בחסות וי אס אר טכנולוגיות בע"מ

קביעת גודל סדק קריטי ליישומי NDT לפי מכניקת השבר

ד"ר עוז גולן,

המחלקה להנדסה מכנית, אפקה - המכללה האקדמית להנדסה בתל-אביב



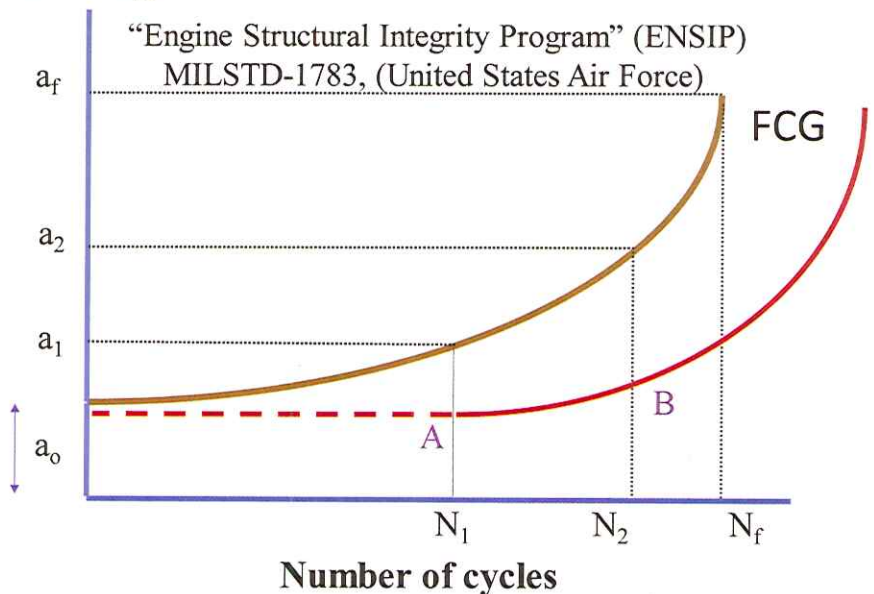
רכיבים קריטיים במנוע סילון: להבי טורבינה (למעלה), מעטפת תא שריפה (במרכז), מכוני טורבינה סטטיים (למטה). מנוע מטוס האפצ'י. צילם: עוז גולן

הביטוי הבסיסי של מכניקת השבר מבוסס על קונפיגורציית המאמצים בקרבת סדק חד. כאשר גוף מועמס במאמץ מתיחה נומינלי, σ , ובתוכו סדק חד, c , הניצב לכיוון המאמץ, גדל המאמץ בקצה הסדק לפי הביטוי:

בדיקות לא-הורסות מוגבלות בכושר ההפרדה שלהן וביכולת זיהוי הפגם. לכל בדיקה קיימת רזולוציית-סף שמתחתיה הסדקים לא יתגלו. יתרה מכך, קיימות כיום הרבה שיטות, חלקן יקרות, ולכן הבחירה באיזו שיטה לבחור חייבת להיכלל במערך השיקולים לחישובי אורך החיים של הרכיב. נשאלת השאלה: מהי רזולוציית הבדיקה הרצויה? כלומר, מהו גודל הסדק הקריטי שמתר שיימצא בחומר ועדיין לא יגרום לכשל במהלך השירות? שני תחומים מדעיים מנוצלים בכדי להתמודד עם הסוגיה: תחום "חוזק חומרים" ותחום "מכניקת השבר" (fracture mechanics). תחום 'חוזק חומרים' מספק נתונים על ריכוזי המאמצים בהתאם לעומסים המופעלים, ואילו תחום 'מכניקת השבר' מאפשר גמישות תכנונית בהתאם לגודל סדק קריטי ויציבותו, על-בסיס קונפיגורציית המאמצים והגיאומטריה של הרכיב.

בתכנון מתקדם של רכיבים ומבנים הנדסיים, במיוחד בתחום התעופה, נדרשים המהנדסים להתייחס לאפשרות שבכל רכיב ורכיב קיים סדק התחלתי קטן מאוד שלא ניתן לזהותו בעזרת ציוד ה-NDT, ועל בסיס נתונים זה לאמוד את אורך החיים הבטוח של הרכיב. למעשה, רזולוציית הבדיקה הלא-הורסת (בל"ה) מנמיכה את התכנון ההנדסי ואת משטר הבדיקות התקופתיות, היות וההנחה היא שהסדק יכול לגדול במהלך השירות ועלול להגיע למימדים קריטיים שיגרמו לכישלון פתאומי של הרכיב. בחמישים השנים האחרונות פותחו תקנים מחמירים עבור רכיבים קריטיים שבהם מפורטים החישובים ומערכי הבדיקות ובכלל זה הבדיקות הלא-הורסות. כאלו הם למשל התקנים של חיל האוויר האמריקאי המאוגדים ב-ENSIP, ASIP, ו-MECSIP ועוסקים בחישובי סיבולת הכשל על מנת למנוע כשל (Damage-Tolerant Design Criteria).

Crack length



תקן של חיל האוויר האמריקאי (ENSIP) לאומדן אורך החיים בהתעייפות. גודל סדק התחלתי נקבע לפי רזולוציית בדיקת NDT (a_0). במידה ובבדיקה התקופתית לא התגלה סדק, החישובים מתחילים מההתחלה (A) וחוזר חלילה.



מעבדות גבי שואף:

המובילות בבדיקות לא הורסות

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

בדיקות צנרת במחליפי חום	רדיוגרפיה למיכלים וצנרת
בדיקות מיכלי דלק תת קרקעיים	אולטרסוניק לריתוכים ולחומרי גלם
בדיקות בורוסקופיות מתקדמות	בדיקות עובי דופן למיכלים וצנרת
ניטור מבנים	זרמי ערבולת לגילוי סדקים
בדיקות פל קל, תשתיות ותמ"א 38	נוזלים חודרים / חלקיקים מגנטיים
בדיקות תרמוגרפיות לאיתור דליפות VOC	בדיקות אטימות
סריקות באמצעות רדאר חודר קרקע	בדיקות מתקני משחקים וספורט
ייעוץ וגיבוי רמה III	בדיקות ויזואליות וגיאומטריות



גבי שואף בע"מ - בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

מעבדות ראשיות: יבנה, טל' 03-9605559. פקס, 03-9604160. www.gabishoef.co.il
מעבדת צפון: חיפה טל' 04-8201735. מעבדת דרום: באר שבע טל' 08-6278465

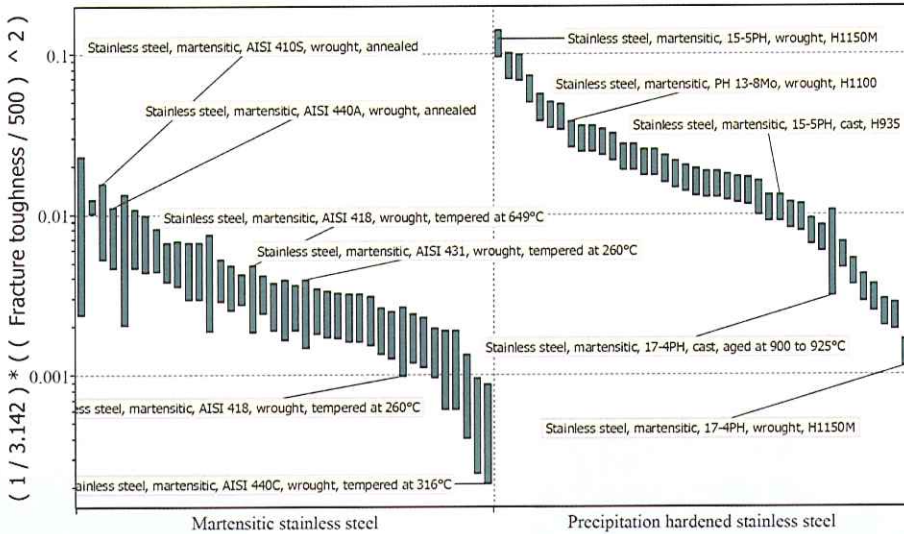
$$a_c = \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{K_{IC}}{\sigma} \right)^2$$

סוגיה חשובה נוספת מבחינה תכנונית היא מתי לעבוד לפי קריטריוני "חוזק חומרים" ומתי לפי "מכניקת השבר"? אם נחدد את השאלה- מתי החומר ייכנע (לפי σ_y) ומתי החומר יישבר (לפי K_{IC})? מסתבר שלכל חומר/תהליך קיים גודל סדק קריטי שמתחתיו החומר ייכנע ומעליו החומר יישבר. קריטריון זה נקרא "קריטריון מעבר מכניעה (yield) לשבירה (fracture)". את גודל הסדק הקריטי, c_{crit} , ניתן למצוא באמצעות נקודת החיתוך של שני גרפים: גרף הכניעה וגרף השבירה. דרך נוספת היא להשוואות בין שני ביטויי הכשל: כשל בכניעה וכשל בשבירה, לקבלת הביטוי:

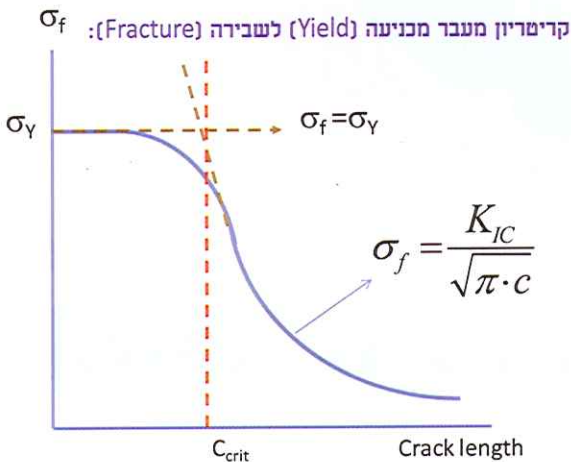
$$\sigma_f = \frac{K_{IC}}{\sqrt{\pi \cdot c}} = \sigma_y \Rightarrow c_{crit} = \frac{K_{IC}^2}{\pi \cdot \sigma_y^2}$$

כמובן שהמצב הרצוי הוא שהחומר ייכנע ולא יישבר. חומר שנכנע מראה דפורמציה פלסטית בדמות שינוי צורה. חומר שנשבר במאמץ הנמוך מהחוזק לכניעה לא יראה דפורמציה פלסטית, כלומר לא נקבל התראה כלשהי שהחומר עומד להיכשל. למורכבות הזו נכנסות חזק בדיקות NDT. באם הבדיקה תגלה גודל סדק הנמוך מגודל הסדק הקריטי - אזי מצבנו טוב. לפיכך, לקריטריון המעבר מכניעה לשבירה השלכות תכנוניות רבות. כיום ישנן תוכנות מחשב מתקדמות של יבחירת חומרים המאפשרות לבצע אנליזה השוואתית בין חומרים שונים ולמצוא את גודל הסדק הקריטי למרבית החומרים והתהליכים הנפוצים. כמו כן, ניתן להעריך מתי החומר ייכשל במנגנון המבוסס על 'מכניקת השבר' ומתי במנגנון המבוסס על 'חוזק חומרים'.

נמחיש נקודה זו בעזרת פלדה דלת-נתך AISI 4130. פלדה זו ניתנת לחיזוק בעזרת טיפולים תרמיים פשוטים של חיסום והרפייה. ניתן להגדיל את החוזק לכניעה של הפלדה פי חמש (!) על-ידי טיפול תרמי של חיסום והרפייה נמוכה לעומת כזה שלאחר ריפוי. אבל בהנדסת חומרים אין מתנות חינם. הגדלת החוזק באה בהכרח על-חשבון הירידה בחסינות (פי 3 בהתאמה). יתרה מכך, ככל שהחוזק של הפלדה עולה כך יורד ערך המעבר מכניעה לשבירה, דבר המחייב לנקוט בבדיקת NDT בעלת כושר הפרדה גבוה יותר. באיור הבא שורטט קו המתאים לבדיקת NDT בעלת רזולוציה של 1 מ"מ. שלושת הטיפולים התרמיים שנופלים מתחת לקו זה

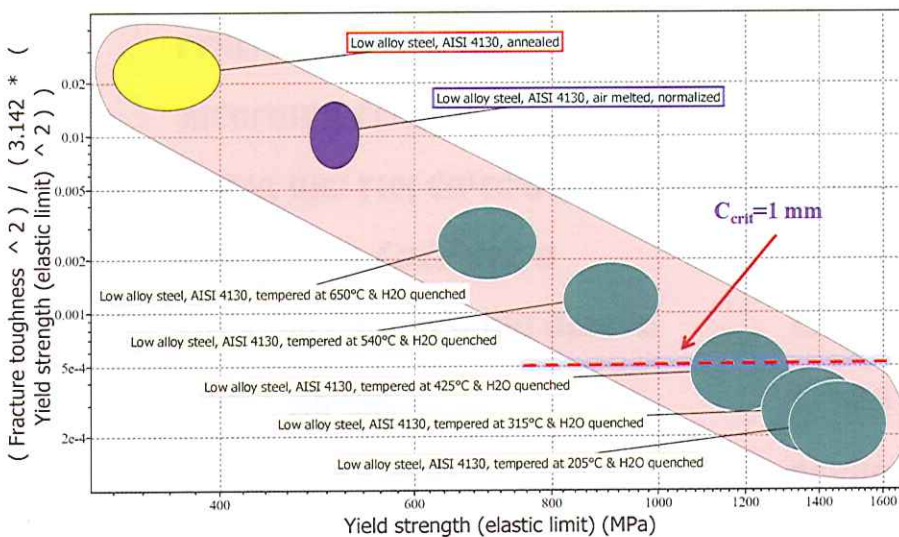


רזולוציית בדיקת NDT (גודל סדק במטרים) הנחוצה למניעת שבירה בפלבי"מים מרטנויטיים ובפלבי"מי PH כאשר החומר מועמס במאמץ מתיחה של 500MPa



נמצאים בסיכון גבוה מבחינת שבר ובדיקת NDT לא תוכל להועיל! (הערה: לצורך הפשטת הרעיון של מכניקת השבר, נדון במקרה הפשוט של עומסי מתיחה סטטיים המסופקים לפלטה בעלת מימדים גדולים ובמרכזה סדק חד הניצב לכיוון המאמץ החיצוני המופעל).

דרך אחרת לדון בסוגייה של גודל סדק קריטי היא על-ידי נקודת החיתוך בין גרף הכניעה לגרף השבירה עבור רזולוציית



גודל סדק קריטי בהשוואה לחוזק לכניעה עבור פלדת AISI 4130. על הגרף שורטט להמחשה קו המתאים לרזולוציית בדיקת NDT של 1 מ"מ.

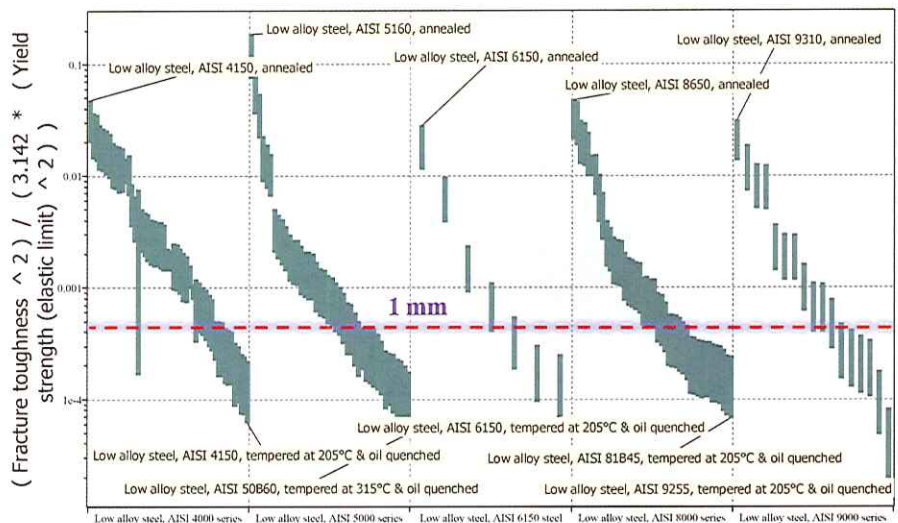
NDT נתונה. בביטוי של החסינות לשבר מציבים מלכתחילה את הערך של רזולוציית בדיקת NDT שבה משתמשים וכך נבנה גרף ששני הצירים יהיה כניעה ושבירה בהתאמה. השיפוע "1" ייתן לנו אינדיקציה אלו חומרים או תהליכים ייכנעו ואלו יישברו. כל החומרים שנמצאים מעל לקו השיפוע "1" ייכנעו וכל החומרים שנמצאים מתחת לקו השיפוע "1" ייכשלו בשבירה ללא התראה מוקדמת. זו בדיוק המשמעות של גודל סדק קריטי! להמחשה נבצע זאת שוב עבור פלדת AISI4130 ונראה שאנחנו מגיעים לאותן התוצאות.

ככל שמשתפרת רזולוציית בדיקת NDT כך נכנסים יותר ויותר חומרים/תהליכים לקטגוריה בטוחה של כניעה לפני שבירה. בשני האיורים הבאים מומחש הרעיון. הבועות הבלתי צבועות מציירות מצב של שבירה לפני כניעה ואילו הבועות הצבועות מציירות מצב רצוי של כניעה לפני שבירה. באיור העליון נלקחה רזולוציית NDT של 0.1 מ"מ ובאיור התחתון רזולוציית בדיקה של 10 מ"מ.

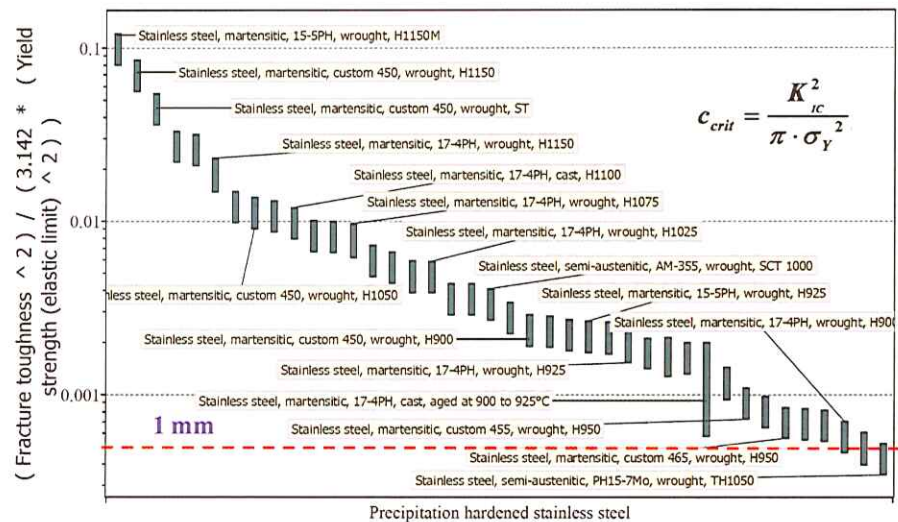
הדוגמאות שהובאו לעיל מתאימות למצב שבו החסינות מגבילה את החוזק. אולם, לא תמיד זה המצב. בהרבה מקרים נדרש תכנון הנדסי שיוליך לדפורמציה אלסטית מירבית ללא כשל. למשל ציר אלסטי גמיש או מחפר גמיש. העיבור המקסימלי מתקבל מתוך החלוקה של החוזק לכניעה במודול האלסטיות. ביחוזק חומרים זו מגבלת הדפורמציה האלסטית, גודל שנקרא "עיבור הכניעה". אולם במציאות, לא כל החומרים מסוגלים להגיע לעיבור הכניעה בגלל מגבלת החסינות. באם נוכח בחומר סדק והחומר פריך, הרי הפעלת דפורמציה אלסטית עלולה לגרום לשבירתו הרבה מתחת לעיבור הכניעה. על מנת לבצע תכנון הנדסי למקסימום דפורמציה אלסטית, נדרש לדעת מתי החומר ייכשל בעיבור הכניעה ומתי ייכשל לפי מכניקת השבר. כמובן שגם הפעם לבדיקות NDT תפקיד חשוב. על מנת לעבוד עם הביטוי של מכניקת השבר, יש להחליף את המאמץ בערך של $\epsilon_f \cdot E$, כאשר ϵ_f הוא העיבור לכשל ו-E מודול האלסטיות.

$$\epsilon_f = \frac{1}{E} \cdot \frac{K_{IC}}{\sqrt{\pi \cdot c_{max}}}$$

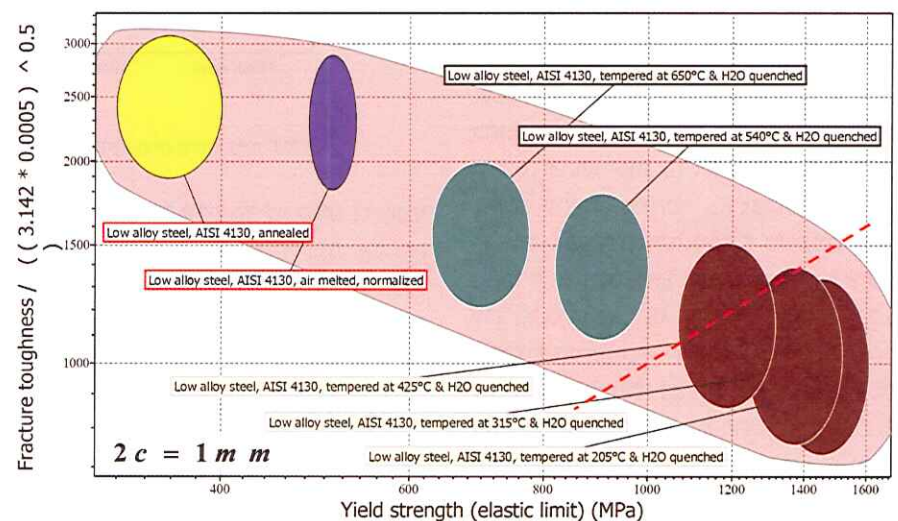
הצגת התוצאות עבור העיבור לכשל, בהתבסס על החסינות לשבר, מראה את הייתרון העצום הגלום באלסטומרים. למרות שיש להם חסינות לשבר ירודה, הם מציגים עיבור לכשל גבוה גם



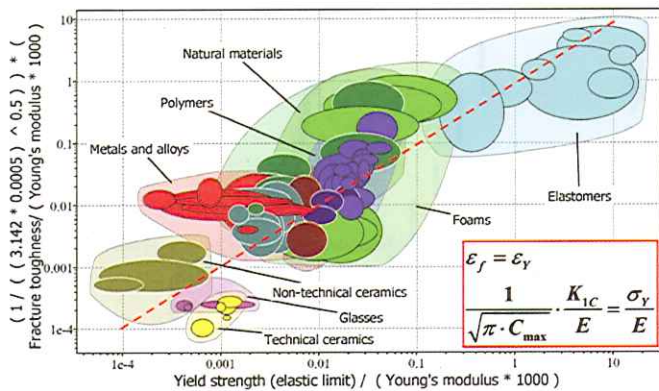
גודל סדק קריטי עבור פלדות דלות נטף מסדרות שונות. על הגרף שורטט להמחשה קו המתאים לרזולוציית בדיקת NDT של 1 מ"מ.



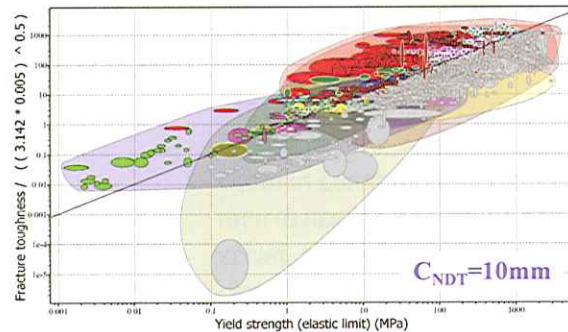
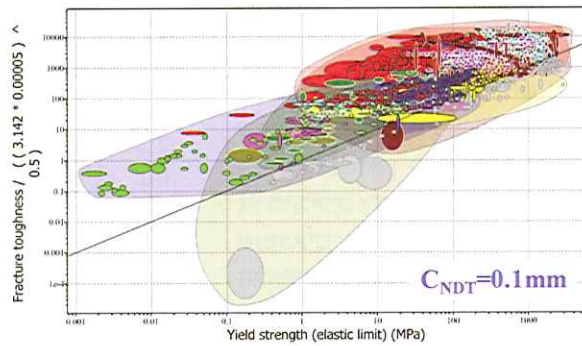
גודל סדק קריטי עבור פלבי"מ PH. על הגרף שורטט להמחשה קו המתאים לרזולוציית בדיקת NDT של 1 מ"מ. רזולוציית NDT של 1 מ"מ תספק את דרישות התכנון.



מעבר מכניעה לשבירה עבור גודל סדק מרכזי של 1 מ"מ (רזולוציית NDT). הנתונים עבור פלדת AISI4130



עיבור לכשל לפי חסינות בהשוואה לעיבור לכשל בנקודת הכניעה, כאשר בחומר קיים סדק של 1 מ"מ (רזולוציית NDT). חומרים שמצאים מתחת לקו לא יזכו להגיע לעיבור הכניעה.



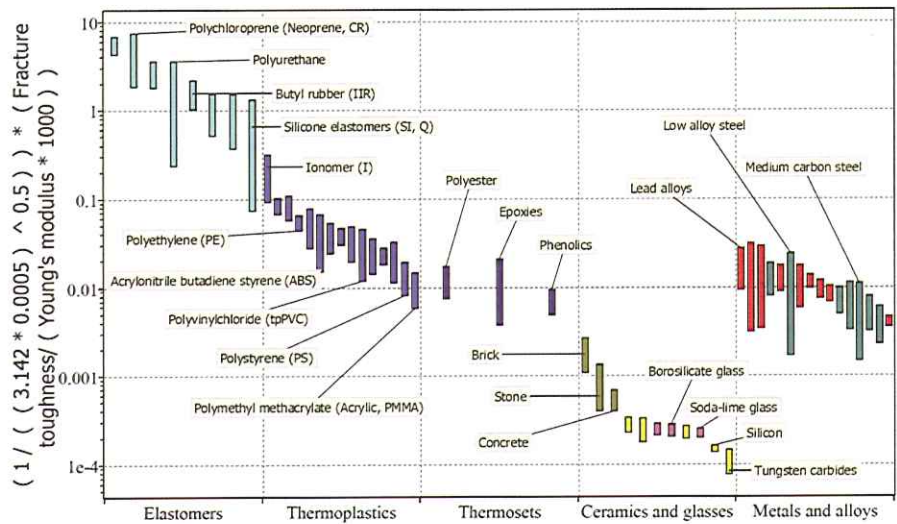
השוואה בין שתי בדיקות NDT: בדיקה ברזולוציה של 0.1 מ"מ (למעלה) ובדיקה ברזולוציה של 10 מ"מ (למטה).

האנרגיה האלסטית האגורה המוגבלת על-ידי החסינות:

$$U_{el,f} = \frac{Y^2}{2\pi \cdot C} \left(\frac{K_{IC}^2}{E} \right)$$

גם הפעם ניתן למצוא מתי החומר יימצא את פוטנציאל האנרגיה ומתי הוא לא יזכה להגיע לגודל המירבי, כתלות בגודל הסדק. זאת באמצעות השוואת ערכי האנרגיה של שני הביטויים. באם נשרטט קו שהשיפוע שלו "1" אזי כל החומרים שיימצאו מעל לקו יזכו להגיע לאנרגיה המירבית ואילו שמתחת לקו ייכשלו בשבירה לפני שיגיעו לערך הזה.

לבדיקות NDT חשיבות רבה כאשר עובדים בתנאי העמסה מחזוריים. חישובי אומדן אורך-חיים מבוססים על סדק שגדל עם מספר המחזורים במהלך השירות עד לכשל. קיים צורך גלולת את הסדק לפני הגיעו למימדים שיגרמו לאסון. אין הדבר אומר שצריך לפסול רכיב שקיים בו סדק, אלא צריך לדעת כיצד לחיות איתו, דהיינו, כיצד לחזות את גידולו עם הזמן. במקרה של התקדמות סדקים בהתעייפות (FCG) מניחים שהערך של מקדם עוצמת המאמץ, K_I (בהתעייפות נהוג לרשום ΔK היות והמאמצים משתנים באופן מחזורי), יגדל עם מספר המחזורים מהרגע שיעבור ערך סף מסוים, ΔK_{TH} . בעת גידול הסדק גדל גם המקדם הגיאומטרי, Y , כך שהערך של מקדם עוצמת המאמץ תלוי בשניהם. כאשר ערך זה מגיע לערך קריטי השקול ל- K_{IC} החומר נשבר במחזור יחיד. לפיכך, בתנאי FCG החישובים המתמטיים מסתמכים על בדיקת NDT כערך מוצא ראשוני ועל גודל סדק קריטי מביטוי החסינות כערך סופי. בין שני הערכים הללו ניתן לבצע אינטגרציה של



עיבור לכשל עבור משפחות חומרים שונות, כאשר בחומר קיים סדק של 1 מ"מ (רזולוציית NDT)

היבט נוסף של גודל סדק קריטי קיים ביישומי קפיצים. דרישות התכנון מחייבות אנרגיה אלסטית אגורה מירבית, כלומר שטח גדול ככל האפשר מתחת לעקומת מאמץ-עיבור בתחום האלסטי.

האנרגיה האלסטית האגורה נתונה על-ידי הביטוי:

$$U_{el} = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot \epsilon = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{E}$$

נציב זאת בביטוי של החסינות לשבר ונקבל את

בנוכחות סדקים. כעת, נווה בין שני הביטויים: עיבור הכשל לפי חסינות ועיבור הכניעה. נציג זאת מבחינה גרפית עבור רזולוציית בדיקת NDT נתונה, כאשר השיפוע "1" יחצוץ בין החומרים שיזכו להיכשל בכניעה (מעל לקו) לבין החומרים שייכשלו בשבירה (מתחת לקו).

$$\epsilon_f = \epsilon_y$$

$$\frac{1}{\sqrt{\pi \cdot C_{max}}} \cdot \frac{K_{IC}}{E} = \frac{\sigma_y}{E}$$

סדק קריטי מהווה נדבך חשוב כחלק מתהליכי תכנון ובחירת חומרים נכונה.

רשימת ספרות:

ENGINE STRUCTURAL INTEGRITY PROGRAM (ENSIP), MILHDB-1738 (2002), MILSTD-1738 (1984).

R.W.Hertzbrg, Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, 4th Ed., John Wiley&Sons, 1996.

A.F. Liu, Mechanics and mechanisms of fracture: an introduction, ASM 2006.

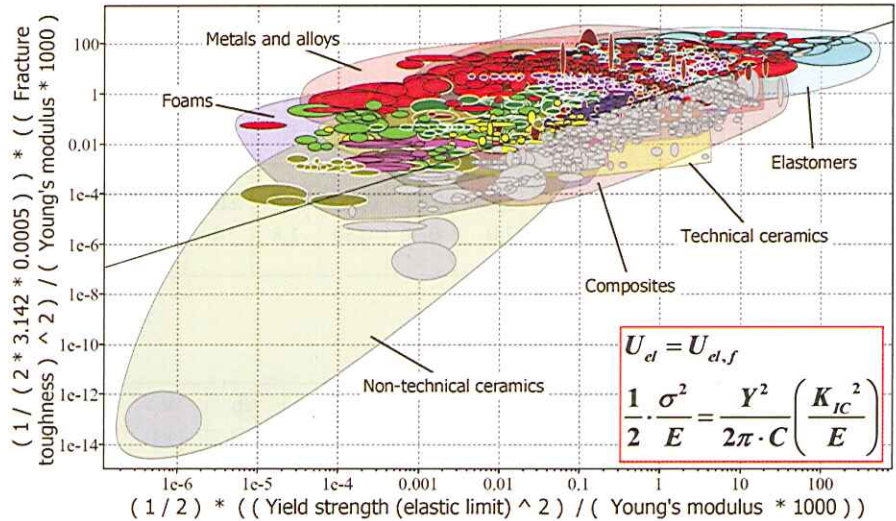
M. Janssen, J. Zuidema and R. J. H. Wanhill, Fracture Mechanics, Spon Press, 2005.

M.F.Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, Pergamon Press, 2005.

M.F.Ashby et al., Materials - Engineering, Science, Processing and Design, Elsevier, 2007.

Materials Handbook - A Concise Desktop Edition, 2nd ed., F. Cardarelli, Springer, 2008.

Springer Handbook of Mechanical Engineering, Ed by Grote & Antonsson, 2008.



אנרגיה אלסטית אגורה, כאשר בחומר קיים סדק של 1 מ"מ (רזולוציית NDT). חומרים שנמצאים מתחת לקו יישברו בטרם יגיעו לאנרגיה האלסטית המירבית (בועות חסרי צבע).

השירות ומידע מוקדם על התנהגות החומרים בתנאי מאמץ-סביבה-טמפרטורה יכולים לנצל את בדיקות NDT לאומדן אורך חיים בטוח. המשמעות של גודל סדק קריטי, הן כאמצעי תכנון והן ככלי לבחירת רזולוציית NDT, מקבלת לאחרונה חשיבות רבה בזכות כניסתם של עוד ועוד חומרים למאגר. בכל אופן, גודל

משוואת גידול הסדק בתנאי שידעים את צורתה ואת התנהגותה עם הזמן. לבדיקות לא-הורסות חלק אינטגרלי וחשוב בתכנון הנדסי בטוח של רכיבים קריטיים. אך יחד עם זאת, צריך להשתמש בקפידה בתוצאות הבדיקות לצורך חישובים הנדסיים שיימנעו כשל. ידיעת מנגנוני הכשל הצפויים במהלך



מערכת לבדיקה חזותית במקומות נסתרים

Video-scope



3D Measurement

XLG3



XL Go

Exclusive representation of GE Inspection Technologies

The company specializes in the Remote Video Inspection field, solutions for the defense, industrial and Aviation Aerospace Industry sectors. USIE group represents multi-national companies in the military, industrial and civil fields. The group provides consulting and integration services to the defense sector.

U.S.I.E. Group, כפר מל"ל, רח' הפרחים 6. טל': 09-7416777 דוא"ל: vartans@usiegroup.net, נייד: 054-4307432

Table 1

parameter	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Cr [%]	W [%]	V [%]	Mo [%]	Ni [%]	R _{e0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A [%]	Z [%]
measured value	0,13	0,17	0,25	10,8	1,62	0,22	0,44	1,7	1152	1039	20,0	67,9
Requirements according TU	0,10÷0,16	≤0,6	≤0,6	10,5÷12,0	1,60÷2,0	0,18÷0,30	0,35÷0,50	1,50÷1,8	≥1024	≥885	≥6,5	≥33,0

Table 2

parameter	C [%]	Si [%]	Mn [%]	S [%]	P [%]	Ni [%]	Nb [%]	V [%]	Ti [%]	Al [%]
measured value	0,205	0,28	1,30	0,016	0,011	0,022	0,047	0,03	≤0,01	0,047
API 5L - X60 PSL2	≤0,22	-	≤1,40	≤0,015	≤0,025	-	Nb+ V+ Ti ≤0,15		-	-

Table 3

parameter	R _{t0,5} [MPa]	R _m [MPa]	A _{50,8} [%]	KV at 0 °C [J]
longitudinal specimens	497	602	34	143
Transverse specimens	508	600	22	34
API 5L - X 60 (PSL 2)	414÷565	517÷758	>24	>27 (trans.) >41 (long.)



Fig. 3

which corresponds to the heat treatment of steel 13Ch11N2W2MF.

Table 1 presents the results from the spectrometric chemical analysis of the material and the tensile testing according to ISO 6892 that are in compliance with the requirements of TU MV703-1 for steel 13Ch11N2W2MF.

In the second case presented in the paper, samples of gas pipeline Ø1016x11 mm are tested for:

- Visual inspection;
- Spectrometric chemical analysis;
- Tensile test;
- Charpy impact test;
- Microstructural analysis.

The conditions of corrosion at the outer and inner surface are determined by visual inspection. The material in the samples is X60 steel PSL 2 API 5L: 2000, confirmed by spectrometric analysis (Table 2), with slight variation in sulfur content.

Longitudinal and transverse specimens produced following the API 5L were tested according to ASTM A 370, ASTM E 4 and ASTM E 83. The results are shown in table 3.

Samples were prepared for qualitative and quantitative metallographic analysis. Fig. 3 shows the non-metallic including at magnification 100x and structure at magnification 500x. The structure of the metal is a mixture of ferrite and pearlite with streakiness.

The application of NDT methods has considerable percent of the total tests in the two presented cases. Visual inspection is performed before all testing and is a source of objective information that is used in further studies. By visual inspection can be identified: the objects with sizes above 0.2 mm - defects, non-metallic inclusions and the possible structural inhomogeneity.

The preparation of the sample for metallography analysis can be made directly on the surface of the detail by taking a replica. The microstructural analysis can be assigned as a part of the visual-analysis but the detailed structural analysis requires significant metallography experience.

The chemical spectral analysis can be performed on the surface of the object without destruction of the material if preliminary cleaning was made.

From the mechanical parameters by NDT can be determined the hardness by using portable testers. The values for the strength parameters can be derived by empiric equations but the real values can be obtained only by performing destructive tests of the material. The same destructive analysis is used to determine the plastic and toughness indicators.

Case studies of NDT implementation for determination of the causes of destruction of turbine blades and for assessment the remaining life of gas-pipeline material

Tabakova, B., Mihaylov, A.

Technical University of Sofia

The investigation to determine the state of the metal, the remaining life assessment and the reasons for failure in the operation of energy facilities is a complex task associated with the implementation of a series of tests. These tests may be different in nature - mechanical tests, NDT methods, metallography, spectral analysis, etc. - as their use corresponds with the normative technical documents for conformity for the particular facility. The final goal is to perform expert analysis and evaluation based on results of concrete tests. It is important that these tests have sufficient credibility and capacity to ensure the objectivity of the conclusions.

The proposed paper represents the results of the tests associated with establishing the causes of destruction of turbine blades of the compressor engine and determining the state of the metal of the gas pipeline.

The material of which the compressor's rotor blades are made is steel 13Ch11N2W2MF according to GOST 5632. Volume and type of tests relating to establishing the

state of the metal of rotor blades of the compressor are required by TU MV703-1. Figure 1 shows the general appearance of the destroyed turbine blades. The following tests are being performed: visual inspection, metallographic examination, chemical analysis, thickness gauge, magnetic particle test, tensile and hardness test.

From the visual inspection are derived the following conclusions:

- Interruption at the base of all turbine blades of the first level of the compressor rotor;
- Turbine blades are highly deformed, with rupture of the material;
- Multiple damaged components and assemblies of the compressor and turbine are present;

It was found first that one of the blades was destroyed, and the remaining 25 blades were destroyed afterwards. Blades failure occurred in the area of their attachment. The failure of all blades is occurred in the area of their attachment.



In a magnetic particle testing there are no defects found in the area of attachment of the blades.

The metallographic examination involves two aspects - study of the scrap of destroyed blades and observation of microstructure. On the scrap on the blades, there is no observation of traces of oxidation with fatigued nature. The scrap's surface represents multiple cracks, developed into a macro crack with different oriented fatigue lines (fig.2).

In microscopic observation micro defects in the metal were not detected. Microstructure of the metal is sorbite,

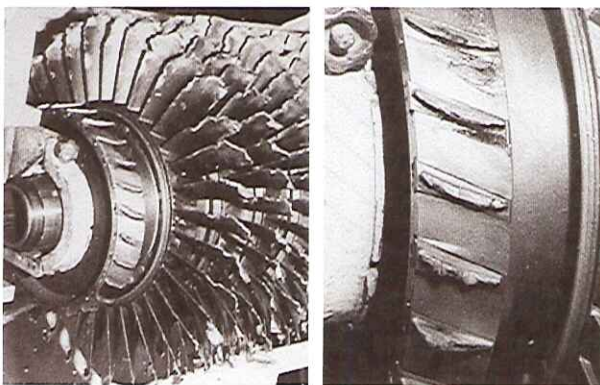


Fig.1

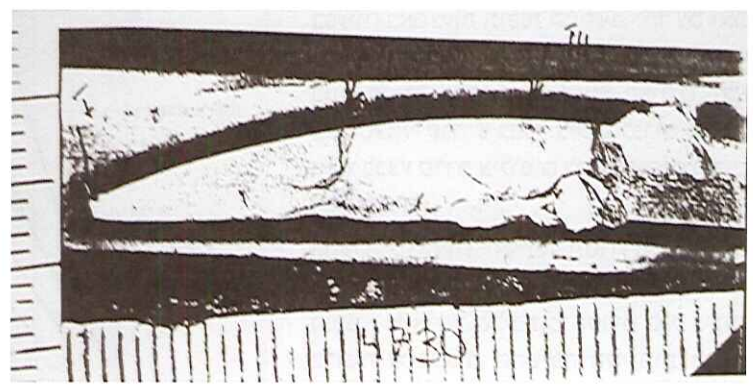


Fig.2

קביעת פרמטרים לרדיוגרפיה דיגיטלית

רס"מ שחר להב, יא"א 22 חיל האוויר

חלק גדול מהאנרגיה הנספגת. החלק הנותר של האנרגיה נשמר בפוספור כתמונה לטנטית. כאשר מגרים את המסך באמצעות אור אינפרה אדום או אור לבן המסכים פולטים את התמונה האגורה בתוכם הניתנת לקליטה באמצעות שפופרת הגברת תמונה כאות של תמונה.

הבדל מהותי בין הרדיוגרפיה האנלוגית על גבי סרט לרדיוגרפיה דיגיטלית על גבי מסכי פוספור הוא **הטווח הדינמי (Dynamic range)** או במילים אחרות ה-Latitude, כלומר מספר דרגות האפור (או מדרגות בדגם מדרגות) הניתנות לאבחנה. הטווח הדינמי עבור מסכי הפוספור הנו ליניארי לאורך תחום ערכים שנע עד 16,000 גוונים של אפור (בסרט האנלוגי 256 גוונים). במערכת CR ו-DR מתקדמות (16BIT) טווח הגוונים מגיע עד 65,500. העין האנושית מסוגלת להבחין בכ-100 גוונים.

השימוש בתוכנת העיבוד ברדיוגרפיה הדיגיטלית מאפשר סריקה במגוון עצום של גוונים, ולמעשה מוריד באופן משמעותי את ההשפעות של שינויים בפרמטרים של הצילום הרדיוגרפי (kV, mA x minutes) על איכות התמונה המתקבלת.

קביעת פרמטרים לצילום ברדיוגרפיה דיגיטלית

הטווח הדינמי הגדול הקיים ברדיוגרפיה דיגיטלית מניב יכולות חדשות ושיפור משמעותי בפענוח באמצעות תוכנת המחשב. יחד עם זאת נתקלנו ביא"א 22 בבעיות של "חבלי לידה" כגון, בחירת פרמטרים לביצוע הצילום, ולא פעם טכנאי שנדרש לבצע צילום לפריט מסוים נאלץ לבצע סדרת צילומים לקביעת הפרמטרים המתאימים.

בהעדר טבלאות חשיפה מסודרות ובהעדר תקנים (טרם עודכנו) התעורר צורך ממשי במנגנון שיאפשר שליפת פרמטרים לכל צילום בדומה לטבלאות החשיפה הקיימות בסרט האנלוגי.

איכות הצילום המתקבל נקבע בסרט צילום האנלוגי בעיקר על פי דרגת ההשחרה שהתקבלה, ובהתאם פיתחו יצרני הפילם האנלוגי טבלאות חשיפה אשר מספקות פרמטרים לביצוע הצילום (ראה לוח חשיפה למטה).

לאחרונה, עם קליטת המערכת (CR CODAK) בחיל האוויר נדרשו הטכנאים לבצע ניסוי וטעייה עד לבחירת הפרמטרים הטובים ביותר.

זוהו פער בקרב הטכנאים והיה חוסר במידע בסיסי לגבי אופן השפעת הפרמטרים של הצילום על איכות התמונה המתקבלת. בפועל בוצעו לא מעט חזרות על צילומים עד לגילוי הפרמטרים האופטימליים לכל צילום.

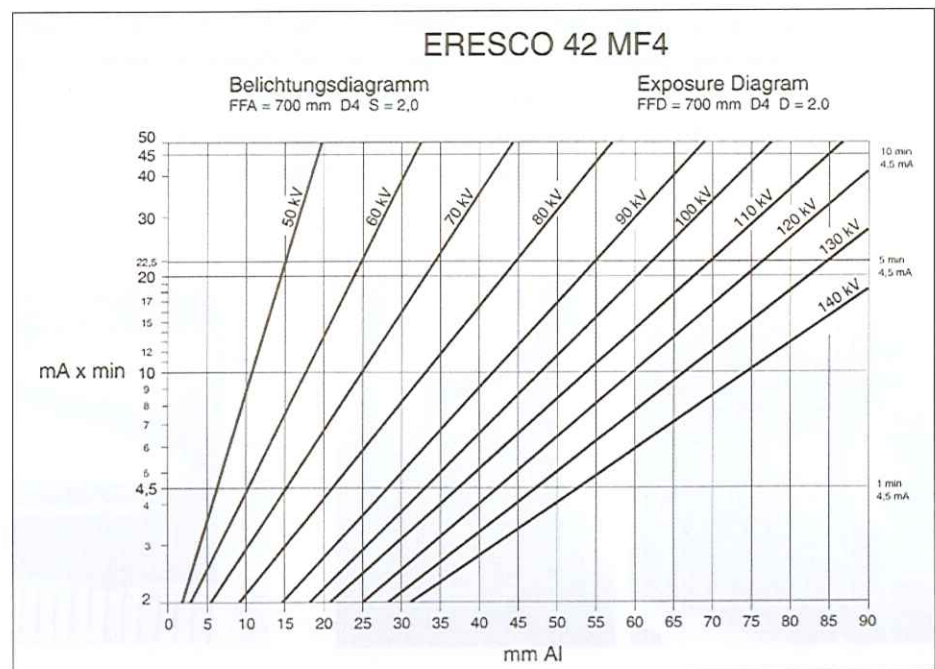
רדיוגרפיה דיגיטלית

במערכת מסוג CR גלאי הקרינה ("פילם") עשוי מפוספור (europium-activated barium fluorohalide). הפוספור במסכים זוהר בזמן חשיפה לקרינה מייננת, האנרגיה המייננת גורמת לפוספור לפלוט אור פלואורוסנטי, המשחרר

תחום הבדיקות הלא הורסות ובתוכה הרדיוגרפיה התעשייתית, בדומה לרדיוגרפיה בעולם הרפואי, עוברת בהדרגה מרדיוגרפיה אנלוגית לרדיוגרפיה דיגיטלית. במקומות רבים בהם נהוג היה לפענח סרט צילום אנלוגי באמצעות אלומינטור מוחלף הציוד לסורקי פילם דיגיטליים ועמדות ממוחשבות לפענוח המשמשות גם כארכיון.

המעבר מרדיוגרפיה אנלוגית לרדיוגרפיה דיגיטלית חושף את הטכנאי למגוון כלים העומדים לרשותו בבואו לבצע פענוח של הרדיוגרמה. המפענח יכול לבצע מדידות ממוחשבות, הגדלה, שינוי דרגות ההשחרה, סימון ועוד פעולות רבות באמצעות תוכנות מחשב המסופקות ע"י יצרני הציוד הדיגיטלי.

המעבר לרדיוגרפיה דיגיטלית מחייב גם עדכון התקנים הבינלאומיים ועדכון הטכנאים בפרמטרים חדשים. מושגים כגון Density (צפיפות השחרה) ו-Latitude (טווח דינמי) מקבלים משמעות שונה לגמרי בעולם הרדיוגרפיה הדיגיטלית.



לוח חשיפה

דינקו - מערכות רנטגן לבדיקות אל-הרס



Dürr CR35 חדש וייחודי בארץ! מערכת ה-**CR-NDT** של חברת Dürr. בעלת רזולוציית קריאה גבוהה מאד ($25\mu\text{m}$). ניידת ומתאימה ליישומי שטח.



DYNAMIX™
HR / Series 5

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



מגוון מקורות קרינה ותאי רנטגן לקווי ייצור מבית **Kimtron**.



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

הדמיה רפואית ורנטגן



חברת דינקו גאה לייצג את החברות המובילות בעולם בהדמיה רפואית. לדוגמה, Fujifilm Medical הנה יצרנית ה-**CR** הראשון בעולם, השליטה הבלתי מעוררת ברנטגן דיגיטלי והמובילה בתחום עיבוד התמונה. בתחום ה-**DR**, ישנם לדינקו מגוון פתרונות ובהם חדר ה-**DR** של חברת Shimadzu, אשר נבחר בשנת 2010 לטוב מסוגו בשאלון **KLAS** היוקרתי.

מגוון הניידות, חדרי הצילום ופלטות ה-**DR** מותקנים לשביעות רצון הלקוחות בעשרות אלפי אתרים בעולם ובישראל.

תעשייה



חברת דינקו מעורבת בפרויקטים רבים בתחום ההדמיה הדיגיטלית בתעשייה. מגוון לקוחותיה של דינקו הינו נרחב: החל מן התעשיות הביטחוניות ועד תעשיית ה-**Aerospace** הישראלית. פרויקטים אלו כוללים פרויקטי **Turn-Key** להעברת כל בדיקות האיכות לדיגיטציה מלאה, ועוד.

שרות ותמיכה



חברת דינקו מציעה מגוון שרותי תמיכה, אחזקה ושדרוג למוצריה. השירותים כוללים תמיכה טלפונית

או כניסה לציוד המותקן באתר הלקוח מרחוק, למטרת תמיכה מיידי ומאובטחת. ב המכשור החדש מאפשר בקרה מרחוק וניטור פעילויות חריגות במהלך העבודה ואחריה. מערכות ניטור אלו מאפשרות תגובה מהירה עוד לפני פניית הלקוח לברור מהות התקלה, גישה מהירה למנהל המערכת מרחוק וקבלת התראות ממערכת הניטור.

אפשרויות אלו מאפשרות בסופו של יום לחברת דינקו להציג את השרות הטוב והמהיר ביותר בצורה מאובטחת.

מידע נוסף על השירותים והמוצרים שלנו ניתן למצוא בכתובת www.dinco.co.il

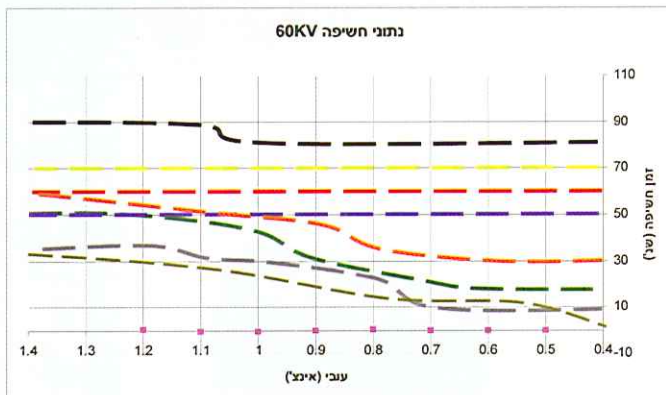


את כל הטבלאות הכנסנו לטבלת סיכום ממצאים שמאפשרת שליפת פרמטרים עבור כל מדרגת עובי נבחר:

לאור הצרכים והמשאבים הקיימים בחיל האוויר בחרנו ביא"א 22 להתמקד בערך רגישות הבדיקה - כושר הגילוי.

באמצעות פנטרמטר קדחים ASTM E 1742 (מד טיב תמונה) ודגם כיול יעודי שיוצר מנתך אלומיניום 2024.

שחור	kv50
צהוב	kv60
אדום	kv70
כחול	kv80
כתום	kv90
ירוק	kv100
אפור	kv110
זהב	kv120



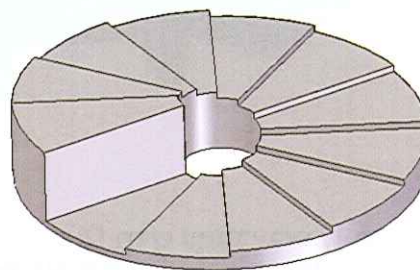
טבלה מס' 2 - גרף סיכום זמני חשיפה מול עובי החלק בכל עוצמות הקרינה

כושר גילוי

במהלך הניסויים נבחן גם כושר הגילוי ברדיוגרפיה הדיגיטלית. רגישות הבדיקה אליה הגענו בנתונים בהם ביצענו את הניסויים (FFD-IM וגודל מקור 4 מ"מ) הנה 1.4%.



מד טיב תמונה



דגם כיול יעודי שיוצר מנתך אלומיניום 2024

TABLE 3 Quality Levels of Examination

IQI Designation	Radiographic Quality Level	Maximum IQI Thickness, % ^A	Minimum Hole Diameter ^B	Equivalent IQI Sensitivity, % ^C
00	1-1T	1	1T	0.7
0	1-2T	1	2T	1.0
1	2-1T	2	1T	1.4
2	2-2T	2	2T	2.0
3	2-4T	2	4T	2.8

^A Expressed as a percentage of material thickness.

^B Expressed as multiple thickness of IQI.

^C Equivalent IQI sensitivity is that thickness of the IQI expressed as a percentage of the specimen thickness in which a 2T hole would be clearly visible under the same radiographic conditions.

ביצענו סדרות ניסויים בכל טווח האנרגיה השכיח בשימוש בכלי טיס (40-120kV) ובמגוון גדול של חשיפות (0.6-8 mAxmin).

את התוצאות אספנו, וישמנו סדרת פעולות בתוכנת הפענוח (הגדלה, שינוי דרגות השחרה וכדומה) כל לכל צילום (למעלה ממאה צילומים).

כל צילום פוענח ונקבע כושר הגילוי לכל מדרגה בכל צילום לפי ההגדרות הבאות:

1-1T, 1-2T, 2-1T, 2-2T, 2-4T, 4-2T

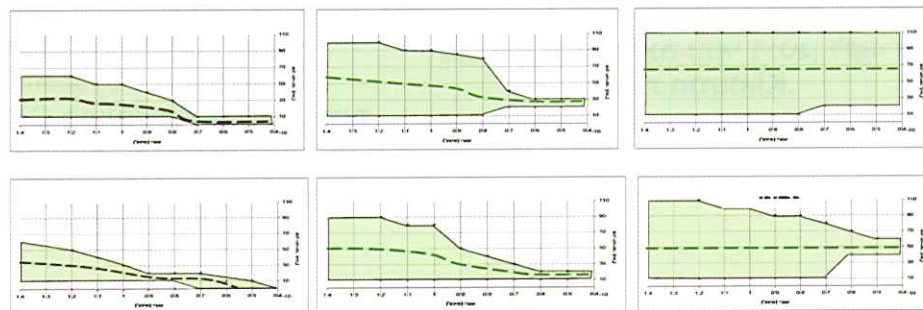
כל הנתונים פוענחו נאספו וסוכמו בטבלאות עבור כל עוצמת אנרגיה:

מתוך תקן ASTM E 1742

סיכום

- נלמדו ויושמו יתרונות הרדיוגרפיה הדיגיטלית, ובכך שופרה אמינות דיווח הממצאים.
- אובחנה אנרגיית קרינה אופטימלית (80kV) אשר בה מתקבלת חדירה טובה לרוב מדרגות העובי ואיכותית (כושר גילוי) כמעט בכל ערכי החשיפה שנבחנו.
- אובחן כושר הגילוי ברדיוגרפיה דיגיטלית - 1.4%
- דגם כיול במבנה דומה יכול לשמש כבסיס למחקרים עתידיים (מתכות אחרות, בחינת כושר חדירה, השפעה של מרחק צילום וכדומה).

- נבנה גרף חשיפה לקביעת פרמטרים לצילום אשר משמש כיום לצילום כלי טיס בחיל האוויר.



טבלה מס' 1 - גרפים של זמני חשיפה מול עובי החלק בחלוקה לעוצמות הקרינה

18 years together in NDT



פרופ' מ. מיחובסקי
נשיא העמותה הבולגרית
הלאומית לבדיקות לא-
הורסות BG S NDT

Prof. M. Mihovski

The Bulgarian specialists in the field of NDT have good relations with Israeli specialists, who arrived to Israel in the 70's, after having studied together in Russia. Since then, we have maintained good relations with Prof. G. Krug, Prof. St. Rohlin, Assoc. Prof. A. Fishmann, Dr. G. Passi, S. Passi and others.

The first official contact between ISRANDT and The Bulgarian Society for NDT (BG S NDT) was in the year of 1993. The representatives of ISRANDT G. Shoef and G. Ronen and those of the BG S NDT M. Mihovski and Al. Skordev signed a contract for cooperation between the two organizations. This contract gave the opportunity to attain significant results over next 18 years.

ISRANDT and BG S NDT have assisted to realise three scientific projects between The Israel Academy of Sciences and Humanities (Israel Institute of Technology – Technion) and The Bulgarian Academy of Sciences (Institute of Mechanics):

1. Non-destructive Investigation of the Structure and Physical-Mechanical Properties of Materials and Products (1994-1998).
2. Quality Assurance of NDT of Material Degradation (2000-2003).
3. NDT Qualifications as a part of Quality Assurance (2004-2007).

Leaders of these joint research projects were Prof. Amos Notea, Prof. S. Segal and Prof. M. Mihovski (Bulgaria).

There have also been other projects between BAS (Institute of Mechanics), G. Shoef Ltd. and Sonotron Ltd. (Israel):

1. Investigation of the possibilities of the Isonic systems for training and qualification of ultrasonic personnel in nuclear power plants.
2. Development of the characterization of defects in welded joints - Project for participation in the 5th Framework Program of The EU, prepared with specialists from Israel, Bulgaria, Italy and the UK. These projects contributed to achieving new scientific

and practical results in improvement of NDT education, preparation of new student books in the field of application of NDT for assessment of physical-mechanical properties of materials and products.

Bulgarian-Israeli scientific and training seminars were organized as follows:

1. Complex control of fuel containing vessels.
2. Qualification of the control of nuclear power plants and thermal power plants by using the recommendations of The European Network for Inspection Qualification (ENIQ).
3. NDT in civil construction.
4. Testing of railways welding
5. New achievements of the Sonotron Company in the field of ultrasonic NDT.

Primary lecturers at these seminars were Prof. A. Notea, Dr. G. Passi, G. Shoef, Dr. Y. Shoef, Ing J. Aronoff and Yagil Shoef from the Israeli side. From the Bulgarian side were Prof. M. Mihovski, Assoc. Prof. A. Skordev, Prof. T. Markov, Assoc. Prof. D. Dimov, Assoc. Prof. T. Donchev.

Firmly demonstrated at those seminars were new achievements and developments of advanced methods of control in civil engineering, control of pressure vessels and pipelines, the high level of Israeli made UT equipment, and also, significant improvement of personnel qualification.

The participation of Bulgarian specialists in these seminars gave opportunities for establishing business contacts between Israeli specialists and leading Bulgarian companies (Multitest Ltd., Controltest Ltd., Gamma Ltd. and others), and also Bulgarian universities (Technical University – Sofia, Technical University – Varna, University for Architecture, Civil Engineering and Geodesy).

The cooperation in personnel training and certification activity between Israel and Bulgaria has been long and fruitful. Specialists from Israel finished training and certification in Bulgaria, because they still didn't know Hebrew. There was exchange of

exams for certification, student books, lectures and exercise books.

Practically, every second year of the National NDT Conference of BG S NDT participants from Israel attended. There were three

conferences of ISRANDT with participation of Bulgarian scientists.

ISRANDT and BG S NDT together with the NDT organizations of Greece and Romania created The Balkan Association of NDT specialists, which has conducted two Balkan conferences. However, the effective spread of this idea of cooperation encountered difficulties due to certain military conflicts in former Yugoslavia.

ISRANDT and BG S NDT are active participants in EFNDT and ICNDT, where they strive to protect the interests of their countries in the conditions of an instant global increase in the number of NDT specialists.

As honoured members of BG S NDT were nominated Prof. A. Notea, G. Shoef and Dr. Y. Shoef. Prof. M. Mihovski and Assoc. Prof. A. Skordev are honoured members of ISRANDT. This membership is recognition of the contribution in realizing and developing cooperation between both countries.

In the occasion of the 80th birthday of Gabi Shoef and because of his significant part in the scientific and practical research and in organizing various NDT activities, BG S NDT awarded G. Shoef with The Prize of the Name of Assoc. Prof. Slavcho Popov – founder of BG S NDT.

Long ago our relationship has ceased to be merely formal and stepped into the realm of friendship. Today we are friends who can always rely on each other for help and advice when necessary. Let it go on like this.



פרופ' עמוס נוטע הנשיא היוצא של העמותה
הישראלית הלאומית לבדיקות לא-הורסות ISRANDT
בהרצאה בכנס הבלקני בשנת 2003.



מר גבי שואף נשיא העמותה הישראלית הלאומית
לבדיקות לא-הורסות בהרצאה בכנס בינלאומי של
מזרח אירופה בבולגריה.



דר' יוסי שואף נשיא העמותה הישראלית הלאומית
לבדיקות לא-הורסות מעניק תעודת כבוד לפרופ'
מיחובסקי בכנס אזורי בבולגריה בשנת 2009.

בדיקות אטימות של מכלים וצנרת תת קרקעיים בתחנות דלק

ד"ר אריה פיסטינר, ממונה על מניעת זיהום מדלקים, המשרד להגנת הסביבה

ד"ר חיים מיכלין, הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

29% בדופן החיצונית. מתוך המכלים שהוטמנו בין השנים 2009-2010 נבדקו 177 מכלים ואף מכל לא נכשל בדופן החיצונית. רוב הכישלונות בבדיקת הדופן החיצונית אירעו כאשר חומר הדופן החיצונית היה עשוי מפלסטיק. ניתן להסביר את העובדה שמכלים כפולי דופן שהוטמנו בשנת 2010 נמצאו תקינים בכך, שבמכלים אלו הדופן החיצונית הייתה עשויה ממתכת (הערה: בתקופה זו מכלים כפולי דופן עם דופן חיצונית מפלסטיק הוצאו מחוץ לתקן הבנייה של המכלים).

הבקרה שעושה המשרד להגנת הסביבה על תפקוד מעבדות הבדיקה המוסמכות (4 מעבדות נכון להיום) מבוצעת באמצעות דיווח מקוצר על נתוני בדיקות האטימות (וללא ציון שם התחנה הנבדקת או שם הלקוח) וניתוח התפלגויות התוצאות המספריות של המדידות לבדיקות אטימות, עבור כל מעבדה מוסמכת. בסופו של התהליך מבוצעת בדיקת התאמה לדרישות באשר להסתברויות של גילוי רמת הדליפה המוכתבת אשר מתקבלות מכל מעבדת בדיקה.

להלן מוגשות מספר טבלאות בהקשר לבדיקות אטימות של צנרת ומכלים כפולי דופן

בטבלה 1 מובאים כלל נתוני הבדיקות שנבדקו בשיטת Petro Tite. מהממצאים עולה כי נתגלו צינורות ניפוק לא-אטומים ב-5.7% מן המקרים (69 תחנות, שהן 27% ממספר התחנות שנבדקו), כולל 0.7% דליפות גבוהות (12 תחנות, שהן 5%). אשר לצינורות הפריקה, נתגלו בשיטה הנייל צינורות פריקה לא אטומים בשיעור של 13.4% מהבדיקות (79 תחנות, שהן 31%), כולל 2.1% דליפות גבוהות (20 תחנות, שהן 7.8%).

בטבלה 2 מובאים כלל הנתונים של בדיקות המיכלים בעלי דופן כפולה בשיטת ווקואום ב-2010. בתקופת הדו"ח נבדקו 374 מיכלים בעלי דופן כפולה, ו-60 מהם קיבלו ציון "עברי". 182 מיכלים נבדקו עם ציון "נכשלי". ב-57 מהם ניגלה נוזל בין דפנות, ו-125 הוכרו כלא

אטימות בצנרת ניפוק דלק על 9.7%. בשנת 2008 עמד אחוז הכשלים בבדיקות האטימות לצנרת ניפוק על 9.1% (149 צנרות מתוך 1637 צנרות ניפוק שנבדקו). אחוז דומה של צנרות מילוי כשל בבדיקות אטימות ב-2008. ב-2010



מיכל שסיים את שירותו

נבדקו 2677 צנרות ניפוק ופריקה, מתוכן נכשלו 9.8% (יש לציין שהצינורות הנכשלים משופצים לאחר הבדיקה ונבדקים מחדש). יש לצפות כי השיפור יהיה מהותי יותר לאחר שצנרות ומכלים שהתגלו כלא אטומים במחזור הבדיקות הראשון (פעם ב-5 שנים) יוחלפו, יושבתו או יתוקנו.

עוד עולה מהנתונים המצויים בידי המשרד להגנת הסביבה כי מתוך מכלים כפולי הדופן שהוטמנו עד שנת 2000, נבדקו 666 מכלים ומתוכם נכשלו 64% בבדיקת אטימות של הדופן החיצונית (הדופן הפנימית נמצאה תקינה והכישלון הנייל אינו מלמד על דליפה). מתוך המכלים שהוטמנו בין השנים 2001-2006 נבדקו 386 מכלים כפולי דופן ומתוכם נכשלו

בארץ קיימות כ-1600 תחנות דלק שבהן יש לבדוק את אטימות מכלי הדלק והצנרת התת קרקעיים, אחת לחמש שנים לפחות. בדיקות אלו מבוצעות מתוקף הוראות תקנות המים-1997. אחת ממטרות התקנות הנייל היא איתור של דליפות מתשתיות דלק והשבתתם וזאת על מנת למזער את זיהום הקרקע ומי התהום אשר מתרחשים בעקבות דליפות אלו. מתפקידו של המשרד להגנת הסביבה הוא להעריך את איכות עבודתן של המעבדות המוסמכות בביצוע בדיקות האטימות, לאמוד את אחוז תחנות הדלק הבודקות את צידן, לאמוד את אחוז המיכלים והצנרות הלא-אטומים בארץ, להעריך את אטימות המיכלים הדו-דפניים עם טיפוסים שונים של הדופן החיצונית ולאמוד את אחוז תחנות הדלק עם אובייקטים דולפים.

בשנת 2006 נבדקו 928 מכלים בשיטה המיועדת לבדיקת מכלים עם דופן אחת. מתוך כלל המכלים שנבדקו באותה שנה נמצאו 1.7% מכלים דולפים. לאחר מכן, בשנים 2007, 2008, 2009 ו-2010 נבדקו, בהתאמה ובאותה שיטה, 844, 643, 660 ו-896 מכלים. אחוז המכלים שהתגלו כדולפים בארבע השנים הללו היו 1.5%, 1.4%, 2.3% ו-0.3%. למרות החריגה במספר המכלים הדולפים בשנת 2009 ניתן לראות נגמה של ירידה בכמות המכלים הדולפים בכלל. בנוסף לכך, עד סוף שנת 2008 נבדקו כ-6600 צנרות תת קרקעיות לניפוק דלק ומספר דומה של צנרות מילוי דלק בתחנות הדלק. בשנת 2004 עמד אחוז הכשלים בבדיקות

דליפה גבוהה (<190 מ"ל/ש)

2010

מעבדת בדיקה	סוג היצרן	מס' ציטות	מס' בדקות חוזרות	נכשלים			נכשלים עם דליפה גבוהה (<190 מ"ל/ש)			נכשלים עם דליפה גבוהה + בבדיקות ללא תוצאה מספרית			
				מס' ציטות	% ציטות	מס' תחנות	מס' ציטות	% ציטות	מס' תחנות	מס' ציטות	% ציטות	מס' תחנות	מס' ציטות
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
סניקה		1167	19	58	45	9	5.0%	8	0.8%	33	2.8%	29	
יניקה		338	16	33	24	5	9.8%	4	1.5%	21	6.2%	18	
ניסק		1344	24	76	69	14	5.7%	12	1.0%	54	4.0%	47	
פריקה		1213	73	162	79	25	13.4%	20	2.1%	134	11.0%	77	

טבלה 1. כלל בדיקות צנרת (10.2010-11.2009)

בבדיקת הוקואום, ונפסלו בגין העדר או אי-תקינות של החישן או מערכת ההתרעה, או בגין העדר רישום. התרעה מוקדמת על דליפת דלק הינה גורם חשוב בהגנת הסביבה. לאור זאת, העובדה שבין המיכלים שהוכרו כאטומים רק ב-58% קיימת מערכת התרעה תקינה - היא גבוהה במיוחד.

טבלה 3 מצביעה על מגמה של עליית שיעור המכלים שנכשלו עם גיל ההטמנה. בהקשר לכך יש לציין כי מקורם של מרבית הכשלים הם בדופן החיצונית של המכל, כאשר זו עשויה פלסטיק. מהניסיון המצטבר עולה כי מקורות הכשל במכלים מסוג זה הם פגיעה בדופן החיצונית בעת הטמנת המכל, "בריחה" של תת לחץ בנקודות שבהן הדופן החיצונית חוברה בהברגה סביב לשוחת פתח האדם שבמכל ועוד. בנוסף לכך מקורות רטיבות, במרווח שבין דפנות, הם מים שחודרים דרך נקודות הכשל המוזכרות לעיל. מהסיבות הללו והודות למעקב רב השנים שהמשרד להגנת הסביבה מבצע אחרי בדיקות האטימות נגרעה מתקן הבנייה הרלוונטי למכלים כפולי דופן האופציה אשר מאפשרת לבנות מכל כפולי דופן עם דופן חיצונית העשויה פלסטיק.

מעבדה	אטימות	מס'	אחוז	טכנות ליקויים	מס'	אחוז
סה"כ	אטומים	192	51%	ללא ליקויים	60	16%
	לא אטומים	182	49%	חישן או מערכת התרעה לא תקינים או לא קיימים	81	22%
	סה"כ נבדקו	374	100%	חישן קיים אך אין רישום	51	14%

טבלה 2. כלל בדיקות מיכלים בעלי דופן כפולה בשיטת ווקואום (10.2010- 11.2009)

חומר החזן החיצונית	מצב	2007-2010		2001-2006		עד 2000		סה"כ עד 31.10.2010	
		מס'	אחוז	מס'	אחוז	מס'	אחוז	מס'	אחוז
פלדה	נבדקו	166		217		216		599	
	נכשלו	0	0%	24	11%	69	32%	93	16%
פלסטיק	נבדקו	11		169		450		630	
	נכשלו	0	0%	88	52%	356	79%	444	70%
סה"כ	נבדקו	177		386		666		1229	
	נכשלו	0	0%	112	29%	425	64%	537	44%

טבלה 3. סטטיסטיקת בדיקות של החלל הבין-דפני בתלות בשנת ההטמנה של המיכלים, ריכוז תקופתי (10.2010- 2006)

אטומים על-פי בדיקת הוקואום. כפי שניתן לראות מן הסטטיסטיקה, ברובם המכריע של המקרים מדובר על אי-אטימות הדופן החיצונית 132 מיכלים שהוכרו כנכשלים עמדו בהצלחה

שימושים בלתי שכיחים בבדיקות לא הורסות

יוסי וייספלד

במפעל רצו מאוד להחליף עגורן בעגורן עמיד לעומס גבוה יותר. היות ולא היו מודעים באשר לחוזק הקורה, הצענו לצלמה ולפי הנתונים שקיבלנו ניתן היה לחשב את עמידות הקורה לעומס.

בצפון הארץ, ארכיאולוגיים גילו סרקופגים. לפני חשיפתם ביקשו לדעת האם קיימים בהם ממצאים ואיזה. בצילום ניתן היה לזהות פרטים מדויקים לגבי תוכן הסרקופג.

בצפון הארץ, היה חשד שגופת עבריין הוכנסה לתוך עמוד בטון בזמן יציקתו. היינו מוכנים בעזרת ציוד מתאים לגלות האם החשד מבוסס. אך בינתיים הודיעו ממשטרת ישראל שהגופה נמצא.

אבקש מכל העוסקים בבדיקות לא הורסות שבאם נתקלו בשימושים חריגים או מיוחדים בעיסוקם נא להעביר לידיעתנו בפקס או במייל ואנו נשמח לפרסם את האירועים, בביטאוננו.



פורד טאונס

עבים. התעורר חשד אצל הפיקוח שלא השתמשו בוויברטור בזמן יציקת הבטון. הוויברטור דואג להומוגניות הבטון ומונע כיסי אוויר.

הנושא עמד להגיע לבית משפט.

צילמנו את הקירות בעזרת איזוטופ קובלט 60, והוכחנו את צדקת החושדים, והצדדים הגיעו לפשרה ללא צורך בדיון משפטי.

לאחד מחברינו היה רכב מסוג טאונס ישן. אחד מבולמי הזעזועים פסק מלתפקד. המוסך קבע שיש להחליף את כל 4 הבולמים.

בצענו צילום רנטגן לבולם הבעייתי ומצאנו בצילום שחסר בו שמן. בעל הרכב קדח חור והכניס פיה דרכה החדיר שמן והמשיך להשתמש ברכב עוד שנים רבות.

לחבר אחר היה רכב פרטי חדש, גזים חדרו לתא הנוסעים.

המוסך המרכזי משך את הטיפול בנושא עד גמר מועד האחריות, ואז החליף צינור פליטה קטן המונע כניסת גזים לתא הנוסעים (וחייב בתשלום גבוה).

צילמנו את צינור הפלטה ומצאנו סדק ישן. לאחר שהצגנו ממצאים אלו הוחזר כל הכסף בתוספת פיצוי.

בדרום הארץ, הקימו מיכלים בעלי קירות בטון

ניטור מבני תחנת הרכבת "בבנייני האומה" בירושלים

יגיל שואף, גבי שואף - גבי שואף בע"מ

כל המידע שמצטבר כתוצאה מהניתוח מדווח באופן יומי למנהל האתר, לפיקוח, למתכנן ולמשרד המקביל של חברת Geoconsult באוסטריה. לכל דוח מצורף גם הסבר עם ציון תאריכי עבודות הפיצוץ שבוצעו (כמעט באופן יומי) באתר על מנת שניתן יהיה להשתמש בו לצורך שיוך לתזוזות האלסטיות.

ביצוע הכרייה וכן עבודות הניטור הינן עבודות

בהמשך יותקנו בתוך המבנים השונים מערכות ציוד מיוחדות כגון אקסטנציומטרים אשר יבצעו מדידות של תזוזות אפשרויות בסלע מסביב למנהרות במרחקים רדיאלים שונים ובעומק של עד כ-10 מטר מחוץ לקוטר הכרייה. מדידות אלה יהיו היקפיות ויתנו מידע על שינויים אפשריים במצב המנהרה. בנוסף יותקנו גם מדי לחץ, מדי עיבורים ועוד ציוד אחר.

בימים אלו נבנית בבנייני האומה בירושלים, תחנת הרכבת הראשית של קו תל-אביב - ירושלים.

פרויקט יוקרתי זה, מבוצע ע"י החברה הישראלית רמט בע"מ מהמובילות בענף.

תכנון התחנה מבוצע על ידי משרד ירון שמעוני שחם - מהנדסים, ארוזן הנדסה בע"מ וחברת Geoconsult אוסטריה שהינה הפיקוח העליון על הפרוייקט.

הפיקוח בשטח ע"י דנה הנדסה והניטור ע"י גבי שואף בע"מ, בעלת ניסיון רב בתחום.

חברת גבי שואף התקינה באתר מעבדת ניטור ומעקב אחר יציבות המנהרה. מכשירי המעקב מותקנים באתר על פי קביעת המתכנן והתנאים הגיאולוגיים והגאומכניים הנחשפים בשטח. התקדמות הכרייה התת-קרקעית מורשית אך ורק לאחר הבאת ציוד הניטור והתקנתו הנעשית עקב בצד אגודל עם התקדמות הפרוייקט.

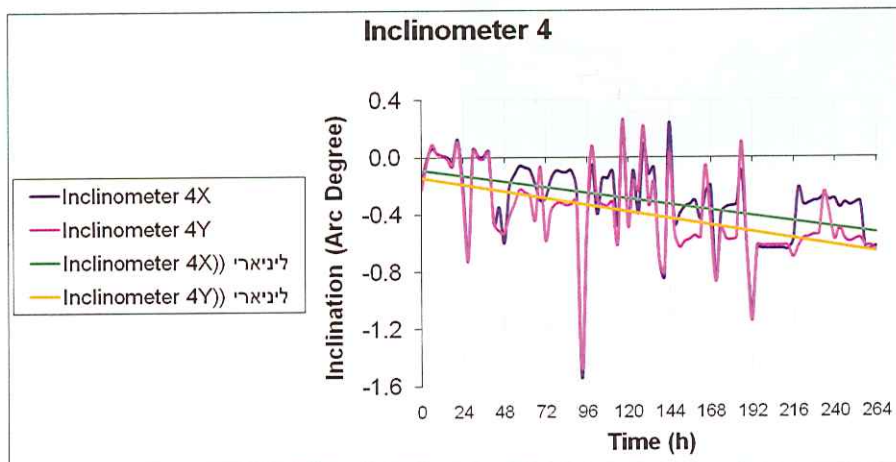
ההתקנה נעשית כך שתחילת המדידה תהיה קרובה ככל האפשר לחשיפת הסלע באתר הבניה על מנת לבחון את התנהגות החלל הכרוי מרגע שיציבותו הבסיסית הוסרה.

חלק ממכשירי המעקב מיועדים לתפקד גם לאחר סיום ההתקנה של הבטון המבני הסופי של המנהרה והפירים. כל המכשירים חייבים לעמוד בתנאים המחמירים של זעזועים והלם בגלל הפעלת חומרי נפץ בקרבתם.

כל הגלאים מחוברים לאוגרי נתונים המעבירים את המידע דרך האינטרנט למשרד חברת הניטור לצורך פענוח ודיווח.

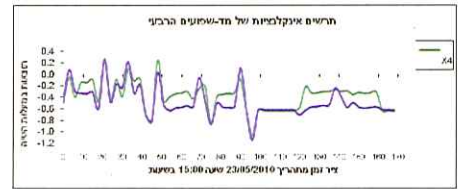
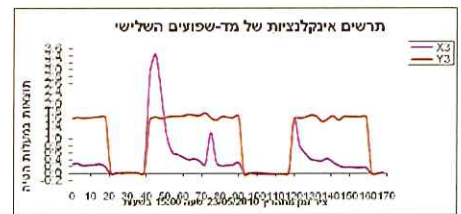
הציוד המותקן בשלב זה הינו ציוד למדידת התכנסות, ומכשירי לייזר אשר מודדים את מרחק דפנות הפיר בדיוק של 0.14 מ"מ ואינקלינומטרים בדיוק של 0.01° וברזולוציה של 0.003°.

התחנה נבנית במקום סלעי לעומק של כ-80 מטר ורוחב של כ-20 מטר וסביב פיר זה בעומקים שונים נמצאים מבנים, מדרגות נעות, פתחי אוורור, מנהרות גישור ועוד המחברים את שתי המנהרות שייגעו לתחנה.



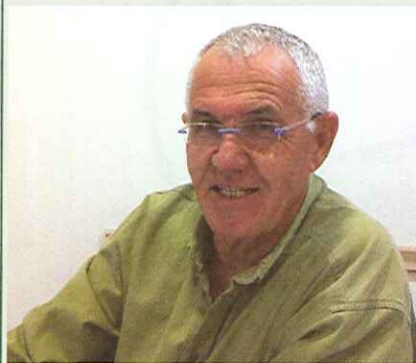
שבעבודת התשתיות אנשי הביצוע רגילים לאבטחת איכות שונה אשר מקובלת בענף הבנייה, לביצוע עבודות ניטור נדרשים אנשים בעלי תרבות איכות אחרת, מערכת מעבדתית מוסמכת וניסיון רב. בעבודות הניטור יש להיצמד לכל אותם העקרונות עליהם מבוססת חברת בדיקות מוסמכת ומאושרת. כל סטייה מהני"ל, התפשרות באיכות הביצוע, בתוצאות הבדיקה, במועדי הבדיקה, בעמידה בתנאי הסביבה, ביצוע ועבודה לא לפי תקנים עלולים להביא לכישלון בו יהיו מעורבים חיי אדם, ציוד ומשאבים רבים.

מיוחדות מאד והקשורות בבטיחות גבוהה והקפדה יתרה. האיכות בקיום מדידות וקבלת תוצאות בזמן אמת צריכה להיות גבוהה ביותר וזאת מכיוון שבמקרים מסיימים מחויבים לעצור את רצף העבודה. השימוש בחומר נפץ במרחקים של מטר או שניים מהציוד גורם להפסקת הפעילות ויציאתו מכלל שימוש. עובדי הניטור חייבים להיות מוכנים באופן מיידי לטפל במקרים אלה בהם סלעים העפים בפיצוץ עלולים לפגוע בציוד המותקן. הניטור התחבר למקצוע הבדיקות הלא הורסות והינו ענף בתוכו, יש לכך הסבר. בעוד



בכנס ה-12 העניקה העמותה הישראלית לנדט NDT לשמחה טייר ולשרגא בן צבי על 40 שנות פעילות בתחום ה-NDT לשמחה טייר ולשרגא בן צבי

שמחה טייר



עלה לשלטון והיחסים עם ישראל הופסקו. שמחה שב לארץ והשתלב מיד כמנהל המעבדה המרכזית של חברת מורקס 71 ומלא תפקיד זה עד היום. למר טייר הסמכות במקצועות השונים (RT, MT, UT, PT, ET) התעשייה ASNT, TUV האווירית ולשכת המהנדסים.

שמחה הינו כמפקח ריתוך מוסמך של AWS על ידי לשכת המהנדסים - התא לריתוך מאז שנת 2000. שמחה ידוע ומקובל כבר סמכה בכל אשר לבדיקות לא הורסות ופועל בשיתוף פעולה מלא עם כל העוסקים בענף.

שמחה טייר יליד גרמניה עלה לארץ בשנת 1949 עם משפחתו והתמקמו בקריית חיים. שמחה סיים בארץ בית ספר תיכון מקצועי, בעל תעודת בגרות במגמה הטכנולוגית ובוגר בית ספר להנדסאים. לימד מקצועות טכנולוגיים בבית ספר "שבח" בתל אביב עד שנחשף למקצוע בדיקות לא הורסות. בשנת 1971 היה בין מייסדי ח' מורקס 71 - החברה הראשונה בארץ לבדיקות לא הורסות בהנהלתו של ד"ר י.א.פסח. בשנת 1975 יצא שמחה לפרס מטעם חברת מורקס 71 במסגרת שותפות עם חברה פרסית ועם עוד 4 טכנאי בלייה מן הארץ ניהל טכנית חברה לבדיקות לא הורסות בפרס. תוך זמן קצר החברה מנתה כ-300 עובדים וציוד רב אשר כלל חדרי חושך ניידים, קראולרים עם מקורות גמא, איזטופים ומכשירי רנטגן ניידים ובנוסף ציוד אולטראסוני ומגנטי רב. החברה עסקה בביצוע בדיקות לא הורסות ופיקוח ריתוך בעיקר עבור חברת הנפט הלאומית. פעילותו זו בפרס נגדעה בשנת 1979 כאשר איטולה חומייני

לשרגא בן צבי - באהבה

בסוף דצמבר 2010 יצא לגמלאות שרגא בן צבי, מנהל עבודה בכיר של גבי שואף בע"מ.

שרגא הינו דמות אגדית אשר עסק כ-40 שנה בבדיקות לא הורסות. שרגא התחיל לפעול בתחום זה בשנת 1971 עם הקמת המעבדה של גבי שואף, במהרה התמחה מבחינה מקצועית וניהל את המעבדה באופן טכני במשך מספר עשורים. תחת ניהולו והדרכתו עברו מאות בודקים אשר הגיעו מאוחר יותר לעמדות טכניות וניהוליות רבות.

שרגא הינו אדם בעל עקרונות, יושרו והגינותו הינם ללא דופי. ואותם הצליח להעביר גם ליתר עובדי החברה. חריצותו ונאמנותו הינם ללא גבול.

עבדנו יחד בכל מקום, בטיפוס על מנופים, בבדיקות של צנרות מכל הסוגים, בארץ ובסיני. בבדיקות של מיכלי לחץ ודלק, בצילומי רדיוגרפיה של תחנות כוח ובעוד הרבה פרויקטים.



שרגא עם גבי שואף 1982



שרגא משמאל עם שמוליק ובקשי - שארם אל שייך 1972



מסיבת הפרישה של שרגא דצמבר 2010

בשנים האחרונות עסק שרגא בניהול מחלקת בדיקות של מיכלי דלק תת קרקעיים ומתקני משחקים. עם יציאתו לגמלאות הורגש חסרונו, אך אין ספק שאדם צריך לתכנן גם פסק זמן ללימודים, לביילוי עם המשפחה והנכדים. אנו מאחלים לך שפע של זמן ליהנות, ושלא תשכח אותנו.

גבי שואף

ISONIC 2009 UPA-Scope

Portable Ultrasonic Phased Array Flaw Detector and Recorder



THE VERSATILITY OF ULTRASONICS

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

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

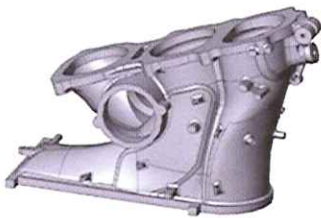
Nadcap - post audit

מאת גדעון רוט - מנהל אבטחת איכות כבירן

סיכום ההרצאה שניתנה בכנס הבין לאומי ה-18 של האגודה הישראלית לאיכות

הדרכה בהתאמה.

המענה על הסיבה לאי ההתאמה הוא בדרך כלל הקשה ביותר, קשה מאוד להגדיר את הסיבה להיווצרות אי ההתאמה. ישנה נטייה במקרים רבים לסווג את הסיבה כטעות אנוש (הבודק בדרך כלל פועל נכון אבל במהלך הסקר הוא התרגש, כותב הנוהל לא שם לב לדרישה החדשה...) אך טענה כזאת לא מתקבלת.



השיטה הנכונה לטיפול היא להמשיך ולשאול את עצמך מה הסיבה, אם התשובה היא "כותב הנוהל לא שם לב לדרישה" יש להמשיך ולשאול למה הוא לא שם לב לדרישה עד שתגיעו לשרש הבעיה. מומלץ להשתמש בטכניקה של WHY 5 שעליה יש חומר רב באינטרנט.

פעולה חשובה מאוד היא ההוכחה (במידת האפשר) שלא נגרם נזק לתהליך, לא בגלל אי ההתאמה עצמה ולא בגלל שורש הבעיה. הוכחה לכך שלא הייתה פגיעה בתהליך יכולה להיות מגוונת מאוד בהתאם לממצא. אם לדוגמה היה שימוש בפנטרמטר לא נכון, ניתן להוכיח כי באותם הפרמטרים של הצילום ניתן לזהות את הפנטרמטר המתאים. לעיתים אפשר רק לציין כי לא הייתה פגיעה בתהליך וזאת במקרה של בעיה מנהלית שלא קשורה ישירות לתהליך. אך חשוב מאוד להתייחס גם לגורמים שצינו כ-Root Cause כלומר לבצע בדיקה רוחבית לנושאים דומים שיכולים להיות מושפעים מאותה סיבה לממצא.

נושא רביעי להתייחסות היא פעולות המנע למניעת הישנות של מקרים דומים, גם במקרה זה חשוב להציג פעולות רוחביות ולא נקודתיות, פעולות מנע יכולות להיות רענון של הנהלים, שליחה של הנהלים לעיון של גורם נוסף, הוספת פעולות ביקורת וכדומה.

שלב ההוכחות, לכל הקודמים יש לצרף הוכחות,

בסקר: הספק מפסיק את הסקר, מספר גבוה מדי של חריגות, חומרתן של החריגות, נדרשים יותר מדי מחזורי תגובה על מנת לסגור את ממצאי הסקר או שפרק בזמן לתגובה ארוך מדי, הספק אינו מגיב. שימו לב ששתי הסיבות האחרונות הן לאחר סיום המבדק.

מחזורי מענה לממצאי הסקר: זמן קצר לאחר סיומו הסקר מתפרסם באתר eAuditNet (לכל ספק קוד גישה לממצאי הסקר ולמענה לממצאים). מרגע זה לספק יש פרק זמן של 21 ימים להשיב לממצאים. מרגע שהספק משיב ל-staff engineer יש 14 ימים לבדוק את הממצאים ולהחזיר תשובה.

במידה וה-staff engineer לא מסתפק בתשובה יש להגיב תוך שבוע. סה"כ קיימים 4 מחזורים של תגובה במהלכן עלינו לשכנע את ה-staff engineer שטיפלנו כראוי בממצאי הסקר. אם בתום 4 המחזורים התשובה נדחית המשמעות כשלוף במבדק!!

בגלל מגבלה זו של מחזורים וימים עלינו להקפיד על טיפול רציני ומעמיק בממצאי הסקר, צריך לשים לב לכך שהחומר שנשלח ל-staff engineer לא מכיל עוד סיבה לממצא, ויש לנסות לסגור את הממצאים מוקדם ככל האפשר.

תאור הפעילות הנדרשת לכל ממצא:

- Immediate Corrective Action Taken (Containment Actions):
- Root Cause of Nonconformance:
- Impact of all Identified Causes and the Root Cause:
- Action Taken to Prevent Recurrence:
- Objective Evidence Attached:
- Effectivity Date:

התייחסות הראשונה היא לפעולת התיקון שבוצעה, פעולת התיקון היא הפעולה שברוך כלל הכי קלה לטיפול: שינוי בנהל, הזמנת תקן, שינוי פרמטרים של התהליך, רכישת ציוד וכדומה. מומלץ לבצע מיידית כדי להפגין התייחסות רצינית לממצא. במידה והפעולה לא ניתנת לתיקון מיידית כמו רכישת ציוד או פעולה שאורכת זמן כגון חידוש הסמכה, יש להציג הזמנה על רכישת הציוד או תוכנית

רבות דובר ונכתב על נושא מבדקי Nadcap, חשיבותם, איך להתארגן לקראתם ואיך להתמודד איתם במהלך הסיקור, אך עדיין לא נסקר ההיבט של אחר הביקור. במאמר זה אני רוצה להציג את החשיבות הרבה שיש לטיפול נכון בממצאי המבדק, הן לצורך עמידה במבדק והן לצורך שיפור האיכות במפעל.

כבירן כמפעל יציקות אלומיניום מדויקות, אשר בין לקוחותיו חברות תעופתיות רבות נדרשת לסקרי איכות רבים בינם גם סקרי Nadcap בתהליכים שונים, כולל בבדיקות לא הורסות - רדיוגרפיה וצבע חודר.

כבירן רואה בהסמכה זו חשיבות רבה, מלבד דרישת הלקוחות, ההסמכה נותנת גם יתרון שיווקי, גורמת לשיפור האיכות והפחתת עלויות.

כולנו מכירים את הרגשת ההקלה כאשר הסוקר עוזב את המפעל, אך אסור לשכוח שהסקר לא הסתיים בשלב זה. ישנה עוד פעילות רבה שנדרשת לביצוע ואנו עלולים לאבד את ההסמכה גם לאחר הסיקור. וזאת כתוצאה מטיפול לא נכון בממצאים, או אי מעקב אחר תגובות המהנדס המלווה. כמו כן צריך לזכור כי כל המידע על הסיקור זמין ללקוחותינו והם עלולים להוסיף ממצאים שלא נצפו על ידי הסוקר. ממצאים אלה נחשבים כחריגות ויכולים להפוך את רמת המבדק למשל מ-MINOR ל-MAJOR או להוסיף ממצא למבדק נקי מתוצאות.

לדוגמה: הסוקר מדווח שהבדיקה בוצעה לפי תקן לקוח בגרסה מסוימת (הסוקר לא מודע לכך שהגרסה לא עדכנית) נציג הלקוח שבדק את תוצאות המבדק מזהה את התקלה ומבקש להוסיף ממצא.

כבר בשלב סיכום המבדק יש לתת תשומת לב רבה לאופן רישום הממצאים על ידי הסוקר, אתם והסוקר רואים את החריגות והממצאים, אך המהנדס המטפל בממצאים (staff engineer) לא רואה אותם אלא מסתמך על מה שכתב הסוקר. לעיתים שינוי הנוסח של הערת הסוקר או בקשה ממנו שיוסיף מידע נוסף או הבהרה, יכול להקל על המענה הנדרש. כמו כן רצוי לאסוף את כל הראיות לצורך מתן תשובה לממצאים.

בעיקרון ישנן מספר סיבות אפשריות לכישלון

ההוכחות יכולות להיות הזמנות רכש, תמונות של ציוד או שילוט חדש, טפסי הדרכה ועדכוני מפרטים. (במקרה זה רצוי לשלוח רק את הדף הראשון של הנהל ואת הקטע בו נעשה השינוי, כבר היו מקרים בהם ה-staff engineer מצא ממצאים נוספים בנהלים שנשלחו אליו). וכמובן בסוף יש לציין את מועד היישום של השינויים במפעל.

סיכום:

חשוב לשאול את עצמנו כאחראים על האיכות במפעל, מדוע הסוקר מצא את החריגות שאנחנו פספסנו? כמו כן הטיפול בשאלה: האם למצא מסוים הייתה עלולה להיות השפעה על המוצר? עוזרת מאוד לשפר את דרכי החקירה שלנו. למדנו בכיבון כי כל שלבי הסקר משמעותיים ואנחנו ממליצים לייחס להם את אותה חשיבות בטיפול במפעל.

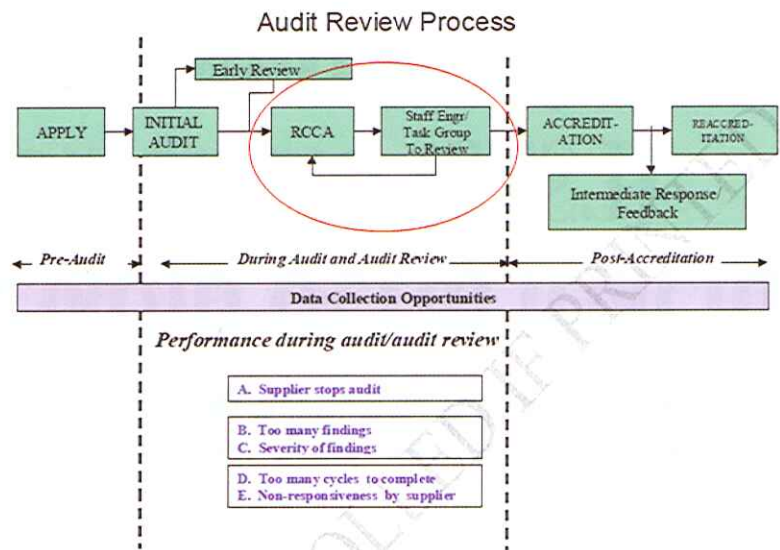


Figure 1: Audit Review Process and Audit Failure Modes

ההשבחה מיועדים לבודקי אל הרס בכירים בחיל, ומטרתם הרחבת הידע המקצועי בעיקר בתחומים אשר מקובלים פחות בחיל האוויר. בסוף שנת 2010 התקיים קורס השבחה בבדיקות אולטרסוניות, הקורס נערך במרכז ההדרכה של חברת גבי שואף בע"מ ביבנה, בקורס השתתפו 20 קצינים ונגדים.



הקורס כלל חמישה ימי הדרכה תיאורטית ושני ימי הדרכה מעשית שהתקיימה בקבוצות קטנות יותר, בקורס ההשבחה הוצגו יישומים שונים של השיטה בתעשייה החל מבדיקת חומרי גלם עד בבדיקות של חומרים מרוכבים ושיטות בדיקה מתקדמות, בבדיקות בטבילה, שימוש במכשור דיגיטלי מתקדם בבדיקות ב-PHASED ARRAY ובבדיקות ריתוכים בשיטת TOFD. הקורס הועבר ונוהל על ידי שוקי ויגודני.

3 בשבע שיטות בדיקה לא הורסת ובעל תעודות מפקח API לבדיקת מכלים לבדיקת צנרת Risk Based Inspection-1.



הקורס יתקיים בעברית אך חומר הלימוד באנגלית.

משך הקורס הוא 10 ימי לימוד ומתוכנן להסתיים לפני 1 ביוני 2011, התאריך בו יתקיים המבחן בארץ על ידי API, המבחן יתקיים באנגלית ותעודות ההסמכה יופקו על ידי API.

חיל האוויר - קורס השבחה בבדיקות אולטרסוניות

מדי כמה שנים מקיים חיל האוויר קורס השבחה באחד משיטות ה-NDT, קורסי

קורס הכנה להסמכת בודק צנרת לפי API 570

בחודש מרץ 2011 ייפתח לראשונה בארץ קורס הכנה להסמכת בודק צנרת לפי תקן API 570



הקורס יערך בשיתוף בית הספר למדעי הנפט והאנרגיה של המכון הישראלי לאנרגיה וסביבה וחברת גבי שואף ויתקיים במכון האנרגיה ברמת אביב.

מטרת הקורס היא להקנות למשתתפים ידע מתאים לצורך עיסוק בצנרת תהליכית והשתתפות במבחן הסמכה למפקחי API 570. הקורס מיועד לכל מי שעוסק או מתכוון לעסוק בצנרת תהליכית ומעוניין להרחיב את ידיעותיו בנושא או למי שמעוניין לגשת למבחן API ולקבל תעודה של מפקח מוסמך לצנרת.

תנאי המינימום להשתתפות בקורס הם רקע קודם בצנרת או בפיקוח ריתוך וידעת אנגלית טובה, תנאי המינימום להשתתפות במבחנים מורכבים מההשכלה ושנות הניסיון בתחום, לדוגמה למהנדס נדרשת שנת ניסיון אחת בלבד ולעומת זאת מאדם ללא השכלה תיכונית נדרשות לפחות 5 שנות ניסיון.

את הקורס מרכז ד"ר יוסי שואף, מוסמך לרמה

הערכת מקדם הדיפוזיה (Deff) בבטון ומשך זמן חיי השרות (LSTS) כנתוני בסיס בשקום מבנים וגשרים קיימים המצויים בסביבה ימית

דיפ-אינג' יעקב (גי'ק) אהרונוב, *MSc

1. הקדמה

רצועת החוף המתחילה מראש הנקרה בצפון ומגיעה עד רצועת עזה בדרום הוא האזור הגאוגרפי המאוכלס ביותר במדינת ישראל. איזור זה מצוי תחת השפעה ימית אשר באה לידי ביטוי במליחות, לחות יחסית של 60%-80% וטמפרטורה גבוהה בעיקר בחודשי הקיץ. שילוב של שלושת הגורמים האלה מביא למצב הנותן את ה-(Pessimism) שהוא המצב הגרוע ביותר מבחינת חדירת יוני כלור Cl⁻ לתוך מבנים וגשרים הנמצאים לאורך קירבת הים.

בנינים רבים המצויים בעיקר בערים הגדולות אשר נבנו לפני 20-30 שנה עוברים בתקופה זאת תהליך של שיקום וחיזוק, שינויים פנימיים וחיזוניים כתוצאה של שנויי יעוד ופתוח סביבתי, תוספת קומות וכד'. לגבי מבנים אלה ברובם, קיים ערפל תכנוני בגלל חוסר דוקומנטציה הנדסית מספקת וכן סימני שאלה רבים הקשורים למצב הפיזי של המבנה (חוזק הבטון, סוג וכמויות הפלדה, עובי כסוי בטון, מצבו הפיזי מבחינת חדירת כלורידים, קרבונציה ועוד). מיותר לציין שבדיקות אלה נחוצות מאחר והממצאים משמשים בסיס לבחינת חלופות שונות לתכנון העתידי ושיקום המבנה. ללא חומר בסיסי זה יהיה קשה להגיע לפתרונות תכנוניים אופטימאליים מבחינה כלכלית.

בדומה ובמקביל בתחום המבנים, מתעוררות בעיות דומות גם בגשרים ובמיוחד בכביש המהיר מסי 2 שכל כולו מצוי ברצועת החוף ובחלקים ממנו נושק ממש לחוף הים וכן כביש מהיר מסי 4 בעיקר בקטע המתחיל מדרום חיפה ועד גבול הלבנון. בקטע הזה הכביש קרוב ביותר לחוף הים. מעל שני כבישים אלה מצויים גשרים רבים עם אלמנטים דרוכים ויצוקים

במקום אשר נבנו לפני כ-40 שנה ונגועים בוודאות גבוהה מאוד לא רק ב-כלורידים אלא גם בקרבונציה. עם סיום בצוע סקירה ראשונה ברוב הגשרים האלה, כמקובל היום, במדיניות מ.ע.צ. לתחזוקת גשרים ומבני דרך, יהיה צורך לבצע בדיקות לחדירת כ-לורידים וקרבונציה מהשקולים הבאים:

* גשרים מתוכננים לאורך זמן שרות של 120-100 שנה. יש לוודא מהו מצבם הפיזי של גשרים אלה בחלוף שלוש מאורך זמן חיי המבנה. לשם כך יהיה צורך לבצע סקירות מעמיקות בעתיד.

* כמעט כל הקורות של גשרים אלה הם אלמנטים דרוכים מסוגים שונים. גדילי דריכה בסביבה עם ריכוז יוני כלור Cl⁻ מעל המותר ו-P_H נמוך מ-11.5-12 עלול לסכן את הגשר.

* אלמנטים יצוקים במקום כגון נציבים, עמודי נציבים, כנפיים ועוד מצבם הפיזי נחות בהשוואה לקורות דרוכות באותו הגשר.

* השקולים הכלכליים בשיקום הגשרים מתרכזים כאן בבחירת החלופה האופטימאלית בשיקום וחיזוק הגשר להבדיל מבניינים שם נכנסים שקולים נוספים כגון שנויי יעוד, תוספת קומות, ניצול הנכסים מבחינה כלכלית ועוד.

מאחר והנושא של חדירת כלורידים בבטון ופתרונות אפשריים לבעיה זאת פחות מוכרים לרוב מהנדסי המבנים ומנהלי פרויקטים, תתרכז כתבה זאת בהערכת מקדם הדיפוזיה האפקטיבי של חדירת יוני כלור Cl⁻ בתוך הבטון, על ידי שלוב והצלבה של בדיקה מעבדתית וחישובית פשוטה. לאחר קביעת מקדם הדיפוזיה Deff ניתן יהיה להעריך את משך זמן חיי השרות

כפי שיוסבר בהמשך. בסוף המאמר מובאת דוגמה מוחשית המפרטת את ההליך בקביעת שני נעלמים אלה. מציאתם הוא תנאי הכרחי אך לא מספיק. במקביל ברוב המקרים יהיה צורך לבצע, מספר בדיקות נוספות כגון מדידות חשמליות, מיפוי פוטנציאלים ועוד, על מנת לקבל הצלבה של הממצאים. בדיקות אלה אינן נכנסות הפעם למסגרת כתבה זאת.

2. הקשר בין החוק השני של FICK ומקדם הדיפוזיה - D

מקדם הדיפוזיה "D" מופיע בחוק השני של FICK.

זאת היא בעצם משוואה דיפרנציאלית פרבולית, חלקית, מדרגה שנייה, המבטאת את שנויי ריכוז יוני הכלור (Cl⁻) לכיוון X וכיוון Y כפונקציה של הזמן (t) (ראה ציור מסי 1).

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

ברוב המקרים אין שנויי ריכוז תכולת הכלור לכיוון Y (עמודים, קורות, קירות) לכן

$$\frac{\partial^2 C}{\partial y^2} = 0$$

מכאן המשוואה הופכת להיות פשוטה יותר.

$$\frac{dC}{dt} = D \frac{d^2 C}{dx^2} \quad (2)$$

למשוואה דיפרנציאלית זאת יש פתרון מדויק, סגור והוא

$$C_{(x,t)} = C_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} \right) \right] \quad (3)$$

כאן

- C(x,t) [Kg/m³] - הוא ריכוז יוני הכלור Cl⁻

בעומק x מפני השטח, לאחר זמן t.

C_0 [Kg/m] - הוא ריכוז יוני הכלור Cl על פני שטח האלמנט.

Error Function - היא פונקציה הטעויות של גאוס.

$$z = \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} \right)$$

Deff [M²/sec] - הוא מקדם דיפוזיה אפקטיבי לצורך חשבוים הנדסיים.

הערות:

1) ישנו הבדל בין מקדם D שהוא תיאורטי עבור זרימה קבועה של יוני Cl⁻ (STEADY FLOW) לעומת Deff שהוא המקדם האפקטיבי לצורכי חשבוים הנדסיים כאשר אנו יודעים מראש שזרימת היונים Cl⁻ במשך עונות השנה איננה קבועה ונתונה במשטר של שנויים בלתי פוסקים במשך השנים. בנוסף על כך יש לזכור שהמקדם D הוא גם פונקציה של הטמפרטורה. בארץ מקובל להניח טמפרטורה שנתית ממוצעת של T=22°C לעומת טמפרטורה שנתית ממוצעת של T=10°C באירופה. מקדם הדיפוזיה גדל עם עליית הטמפרטורה.

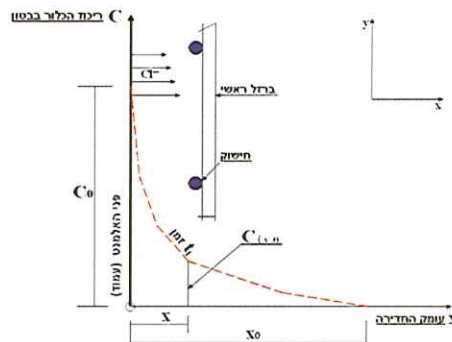
$$erf(z) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-z}^z e^{-x^2} dx \quad (2)$$

(GAUSS ERROR FUNCTION)

3) תנאי הגבול ההתחלתיים של המשוואה הן: $C=C_0, t=0, x=0$

3. קביעת מקדם הדיפוזיה האפקטיבי Deff במבנה קיים (פתרון מעשי)

מוציאים גליל או אבקה על ידי קידוח לעומק של 10 ס"מ. מנסרים פלחים במקרה של גליל קדוח, בעובי 1.0 ס"מ כ"א. מכל פלח מוציאים חומר אשר באמצעות אנליזה כימית (טיטרציה) קובעים את כמות יוני הכלור Cl⁻. כמו כן קובעים גם את כמות הצמנט בבטון. משרטטים את עקומת תכולת יוני הכלור בתלות של עומק החדירה עבור זמן מסוים t_i. בזמן אחר t_j תהיה לנו עקומה שונה. קובעים את חתוך העקומה עם ציר X. בעומק החדירה זה (x₀) תכולת ה-כלורידים שווה לאפס. (ראה ציור מס' 1) מתוך הפתרון של המשוואה הדיפרנציאלית



ציור מס' 1 - עקומת חדירת יוני כלור

והצבת $C(x,t)=0$ עבור x_0 מדוד ובעזרת דיאגרמת פונקציה הטעויות של גאוס המצ"ב מוצאים את הנעלם היחיד שהוא מקדם הדיפוזיה האפקטיבי.

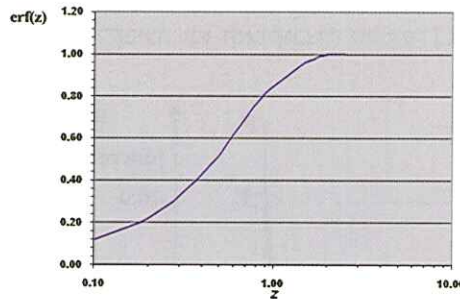
$$C_{(x,t)} = C_0 \left(1 - erf \frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} \right)$$

$$0 = C_0 \left(1 - erf \frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} \right)$$

$$erf \frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} = 1$$

$$\frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} = 1.9$$

$$D_{eff} = \left(\frac{x}{3.8} \right)^2 \times \frac{1}{t_0} \quad (4)$$



ציור מס' 2 - עקומת פונקציית הטעויות של גאוס

4. דוגמה חישובית למציאת מקדם הדיפוזיה Deff ומשך זמן חיי השרות (LSTS)

במבנה הנמצא מספר עשרות מטרים מחוץ הים, בצעו, לפני שיקומו, בדיקות מספר, כולל עקומת חדירת כלורידים. נתונים וממצאים מפורטים להלן:

$C_{-15} = 1.2 \text{ KG/M}^3$ - כמות הכלור הממוצעת על פני האלמנט.

$t_0 = 15 \text{ שנה} = 15 \times 31.5 \times 10^6 \text{ Sec}$ - גיל הבניין.

$C_{EM} = 320 \text{ KG/M}^3$ - כמות הצמנט בבטון.

מ' ס"מ $x(C=0) = 9$ - העומק בו כמות הכלור שווה לאפס.

מ' ס"מ $x = 3.0$ - עובי כסוי הבטון עד פני החשוקים.

$C(3,15) = 0.400 \text{ KG/M}^3$ - כמות הכלור במישור פני החשוקים.

$C_{3,t} = 0.640 \text{ KG/M}^3$ - כמות הכלור המירבית המותרת לפי חוקת הבטון ת"י 466 חלק 1. (0.2%)

Deff = ? - יש למצוא את מקדם הדיפוזיה האפקטיבי.

LSTS - LIFE SERVICE TIME SPAN הזמן בשנים עד להופעת הסדקים הראשונים מאז סיום בניית השלד.

קביעת מקדם הדיפוזיה - Deff

נקודה	x	C(x,t)
1	0	1.2
2	0.01	0.8
3	0.02	0.6
4	0.03	0.4
5	0.04	0.27
6	0.05	0.175
7	0.06	0.1
8	0.07	0.05
9	0.08	0.02
10	0.09	0

מתוך נתוני השטח וקביעת עקומת חדירת הכלורידים ניתן לחשב את מקדם הדיפוזיה האפקטיבי.

$$C_{(x,t)} = C_0 \left(1 - erf \frac{x}{2\sqrt{D_{eff} \times t}} \right)$$

$$D_{eff} = \left(\frac{x(C=0)}{3.8} \right)^2 \times \frac{1}{t_0}$$

$$D_{eff} = \left(\frac{0.09}{3.8} \right)^2 \times \frac{1}{15 \times 31.5 \times 10^6} \approx 1.18 \times 10^{-12} \left[\frac{M^2}{sec} \right]$$

מציאת משך זמן חיי השרות של המבנה,

(LSTS) עם מציאת מקדם הדיפוזיה האפקטיבי ניתן כעת להעריך את משך הזמן עד להופעת הסדקים הראשונים על פני המעטפת החיצונית של המבנה כתוצאה מהתקפת ה-כלורידים.

$$0.240 = 1.2 \left(1 - erf \frac{0.03}{2\sqrt{1.18 \times 10^{-12} \times t_1}} \right)$$

מתוך הגרף של פונקציה הטעויות של גאוס מוצאים

ותחילת ה-דפסיווציה של מוטות הזיון בבטון.
 5.2 בכדי לוודא שהדפסיווציה מתפתחת
 בפלדה רצוי לבדוק בנוסף לכמות יוני הכלור
 Cl^- כפונקציה של כמות הצמנט גם את היחס
 בין כמות יוני כלור (Cl^-) לכמות היונים של ה-
 הידרוקסיל (OH^-).

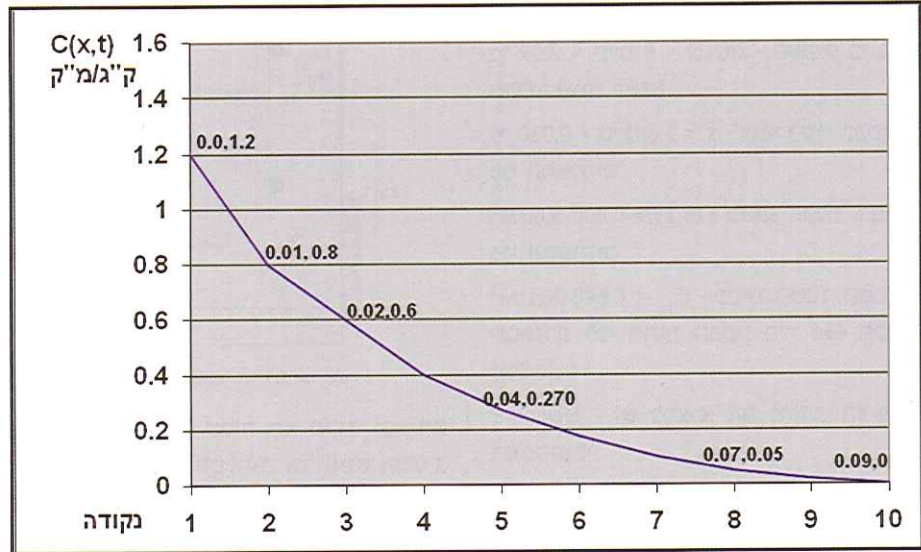
$$(Cl^-) / (OH^-) \geq 0.61$$

כידוע כמות ה-הידרוקסיל המצוי ב- $(OH)_2$
 Ca קובע בין היתר את האלקליות של הבטון
 השומרת על שכבת הפסיווציה של הפלדה.

5.3 קצב התפתחות הקורוזיה חשוב מאוד. קצב
 זה תלוי מאוד בהתנגדות החשמלית של הבטון
 העוטף את המוטות הברזל. בבטון נקבובי יותר
 עם מנת מים גבוהה יותר, המתאים לסוגי
 בטון ב-20, ב-30 ההתנגדות החשמלית תהיה
 נמוכה יותר ומכאן קצב התפתחות הקורוזיה
 גבוה יותר.

5.4 התוצאות שהתקבלו בסעיף מס' 4 עברו
 מקדם הדיפוזיה ומשך זמן חיי השרות הן
 תוצאות מקורבות עם סטיות תקן גבוהות אשר
 בשלב זה קשה לקבוע את גודלן. לכן התוצאות
 של שני נתונים אלה הן בחזקת הערכה אשר
 נותנות כוון וסדרי גודל.

5.5 למרות מגבלות הדיוק, ללא הבדיקות
 הנ"ל יהיה קשה להעריך בצורה ראויה את
 מצב המבנה ולהציע פתרון שיקומי ומתאים
 שיביא לתוצאות אופטימאליות. לא יתכן, לתכנן
 שיקום של מבנה קיים ללא הבדיקות, הערכת
 מצבו. להשקיע סכומי כסף גדולים וזמן יחסית



ציור מס' 3 - עקומת חדירת כלורידים במבנה, בגיל 15 שנה

החשוקים לפי חוקת הבטון ת"י 466/1 הינה
 0.840 מ"ק/ק"ג בתנאי שהמבנה נשאר כפי
 שהוא (לא שקום).

D - עד נקודה זאת מתפתחת קורוזיה בקצב
 מתון עד גבוה

D-E-F קצב קורוזיה גבוה מאוד במשך תקופה
 קצרה של מספר שנים מועט.

שעבור $z \approx 0.9$ $erf(z) = 0.800$

$$\frac{0.03}{2 \times \sqrt{1.18 \times 10^{-12} \times t_1}} = 0.9$$

שנים

$$\therefore t_1 = \frac{(0.03)^2}{1.8^2} \times \frac{1}{1.18 \times 10^{-12} \times 31.5 \times 10^6} = 7.5$$

יתרת הזמן שנשאר עד שכמות היונים Cl^-
 במישור החישוקים תגיע לכמות הסף המותרת
 לפי התקן ת"י 466/1 היא שנים $t_1 = 7.5$
 ס"ה "זמן האינקובציה" שעבר מתחילת תפקודו
 של מבנה השלד ועד להצטברות כמות היונים
 של כלור המשתווה לכמות הסף לפי התקן
 הינו

שנים $(t_0 + t_1) = 15 + 7.5 = 22.5$

הערכה ראשונית של הזמן הדרוש להתפתחות
 הקורוזיה מסיום תקופת האינקובציה ועד
 הופעת הסדקים הראשונים הינו

שנים $t_2 = 20\% \times 22.5 = 4.5$

ס"ה הזמן שעבר מסיום בניית השלד ועד
 להופעת הסדקים הראשונים

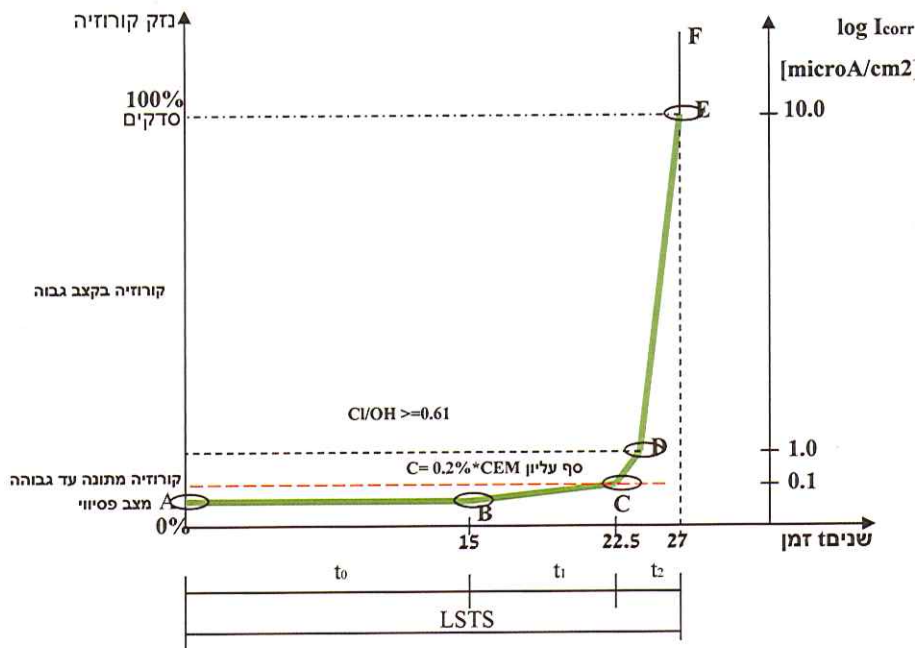
שנים $LSTS \sum (t_0 + t_1 + t_2) = (15 + 7.5 + 4.5) = 27$

I_{corr} - עוצמת הזרם בהיקף המוט המתאר את
 קצב התפתחות הקורוזיה.

A - סיום בניית השלד.

B - בצוע הבדיקות בהיות המבנה בגיל 17
 שנה.

C - סיום תקופת האינקובציה: (כמות
 המקסימלית של יוני Cl^- שהצטברה במישור



ציור מס' 4 - התפתחות הקורוזיה עם השנים עד להופעת הסדקים הראשונים

$$\frac{dC}{dt} = D \frac{d^2C}{dx^2}$$

5) יוני Cl^- אטומי כלור בתמיסה עם מטען חשמלי שלילי.

6) יוני OH^- יוני הידרוקסיל המשמשים באינדיקטור של רמת האלקליות של התמיסה.

7) התקפת כלורידים - חדירת יוני Cl^- בבטון המתקיים ב-3 תנאים:

חדירת Cl^- ,

רטיבות ו/או לחות, כאן המים משמשים כאלקטרוליט ובטון נקובי המאפשר לחמצן לחדור.

אם שלושת התנאים האלה מתקיימים, מתפתחת קורוזיה כתוצאה מהתקפת כלורידים.

8) התקפת קרבונציה - מתקיימת בתנאים של זהום אוויר CO_2 בצרוף רטיבות ו/או לחות ובטון נקובי. התוצאה - ירידת האלקליות בבטון והתפתחות קורוזיה כתוצאה מכך.

9) דפסיווציה - אבוד שכבת ההגנה של מוטות פלדה עם ירידת האלקליות של הבטון

$$P_H < 9.0$$

INSTITUTE, SECTION 4.4.3 A5 "DUST SAMPLES" pp 176.

7) חוקת הבטון ת"י 466/1, 2003.

8) תקן ישראלי ת"י 1877 חלק 9 - מוצרים ומערכות לשיקום ולהגנה של מבני בטון - הגדרות, דרישות, בקרת איכות והערכת תואמות: עקרונות כללים שימוש במוצרים ומערכת התקן מבוסס על התקן האירופאי EN 1504-9, ספטמבר 2008.

9) ASTM - 1C 1202-97 - "קביעת מקדם הפעפוע, בצורה מזוורת במעבדה" לגבי בטונים חדשים.

10) HA-WON SONG, VELU SARASWATHY - "CORROSION MONITORING OF R.C. STRUCTURES-A REVIEW" - INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SCIENCE" 2007 pp 1-28.

11) HAUSMAN, D.A 1967 - "STEEL CORROSION IN CONCRETE" MATERIAL PROTECTION 6: pp. 19-23.

12) U. ANGST & O. VENNESLAND - "CRITICAL CHLORINE CONTENT IN REINFORCED CONCRETE - STATE OF ART, TAYLOR & FRANCIS GROUP LONDON 2009.

13) D.H. CHISHOLM AND N.P. LEE - "ACTUAL AND EFFECTIVE DIFFUSION COEFFICIENTS OF CONCRETE UNDER MARINE EXPOSURE CONDITIONS. BRANZ CONFERENCE PAPER NO 96 (2001).

מילות ומושגי מפתח:

1) דיפוזיה - פעפוע של יונים הנעים בתמיסה מרכזו גבוה לריכוזו נמוך.

2) LIFE SPAN - LSTS (2 SERVICE TIME, משך זמן שרות של מבנה מסוים בניית השלד ועד להופעת הסדקים הראשונים.

3) PESSIMUM - שלוב של גורמים הנותנים את התוצאה הגרועה ביותר (הפוכו של אופטימום).

4) החוק השני של FICK - על שמו של פיזיולוג גרמני בשם אדולף פיק אשר חי בעיר KASSEL אשר בגרמניה, במאה התשע עשרה.

קצר 5-10 שנים לאחר מכן, יופיעו סדקים באלמנטים הקונסטרוקטיביים בחזיתות אשר יגרמו לתגובת שרשרת בהרבה מעבודות הבניה שהשקיעו בינתיים, בזמן השיפוץ והשיקום של הפרויקט.

* יעקב אהרונוב, מהנדס בנין יועץ ו מרצה עמית בכיר - הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית - הטכניון מ.ט.ל חיפה.

- משרד י. אהרונוב, תכנון, שיקום, חיזוק מבנים וסקירת גשרים.

- יו"ר אגוד מהנדסי מבנים וגשרים, ארגון המהנדסים והאדריכלים העצמאים.

חבר בוועדה טכנית 109, חומרי בניה ומליטה, וועדת מומחים לשיקום בטונים מסי 109.17, יו"ר וועדת מומחים לפלדות בטון מסי 109.12, יו"ר וועדת מומחים לבלוקים לשעבר במכון התקנים.

- לוי מחקרים במכון הלאומי לחקר הבנייה הטכניון.

- שטחי התעניינות: מבנים עתידיים עשויים מבטון מעולה בחוזק גבוה במיוחד עם מוטות זיון CFRP.

מראי מקום:

1) ARNON BENTUR, SIDNEY DIAMOND, NEAL BERKE "STEEL CORROSION IN CONCRETE" - E & FN SPON, LONDON, 1997.

2) B. LIN & Y. CAI - "COMPARISON OF TEST RESULTS FROM LABORATORY AND LONG-TERM EXPOSURE ON DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE IN MARINE ENVIRONMENT" SP228-91 VOLUME 11 7TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE UTILIZATION OF HIGH - STRENGTH/HPC", USA WASHINGTON, D.C. JUNE 20-24, 2005.

3) י. אהרונוב, א. כץ, י. פרוסטיג - "התנהגות של מבנים מבטון מעולה סיבי עם זיון FRP שלב "ב" המכון הלאומי לחקר הבנייה", חיפה 2003.

4) י. אהרונוב - "רכיבים קונסטרוקטיביים מבוססים מעולים, מגמות ואפשרויות יישום בארץ בתחילת המילניום" - הכנס הארצי ה-1, לבניה ותשתיות בישראל, ת"א 11/10/1999.

5) י. אהרונוב - "המפתח בשער הנגב" הגשר המחבר את שני חלקי קמפוס מכללת ספיר, שדרות" עיתון "מבנים" נובמבר - דצמבר 2002.

6) CONCRETE REPAIR MANUAL - INTERNATIONAL CONCRETE REPAIR

מאיכות להצלחה עסקית



Quality Leading to Success

הכינוס הלאומי ה-11 של האיגוד הישראלי לאיכות

מרכז קונגרסים בינלאומי, חיפה 9-10 בנובמבר 2011

הנכם מוזמנים להגיש תקצירים להצגה בכינוס: את התקצירים בהיקף של 250 מילים יש לשלוח לא יאוחר מה-5 במאי 2011 בדואר אלקטרוני אל confer@isas.co.il מזכירות הכינוס לכתובת:

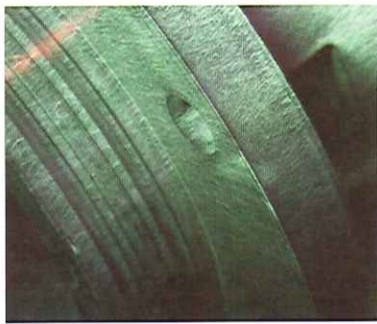
פרטים נוספים באתר הכינוס: www.isas.co.il/quality2011

צילום של ממצאי בדיקה בבדיקות בצבע חודר ובדיקות בחלקיקים מגנטיים

שוקי יגודני - רמה 3

בתמונה, הפנל השמאלי הוא בעל סדקים בעומק של 10 מקרון והפנל הימני בעומק של 50 מקרון.

בתמונה מטה ניתן לראות דוגמה של חלק שנבדק בבדיקה בחלקיקים מגנטיים.



אינדיקציות בבדיקה בחלקיקים מגנטיים

בתמונה נראה כי החלק סדוק בכל פני השטח שלו, בפועל אין מדובר בסדקים אלא בחומר שנקרא Duplex stainless steels מדובר בחומר בעל 2 פאזות, מגנטית (פריט) ולא מגנטית אוסטינית. הגבולות בין פאזות אלו נראות כסדקים (תודה לד"ר גריגורי סולודקין).

השלב הבא הוא שלב ההדפסה, כאשר מדובר בצילום של חלק אין חשיבות רבה לשלב זה, אך כאשר עלינו להדפיס תמונה של הפנל, ישנן מספר דרישות במחייבות הדפסה נכונה.

התמונה צריכה להיות מודפסת בקנה מידה 1:1 (בקירוב)

התמונה צריכה להיות על רקע שאינו לבן (נייר לבן יגרום לסנוור ואסור לשימוש בחדר חושך)

הוסף את התמונה לקובץ וורד

הוספת רקע (פריסת עמוד, צבע עמוד ובחירת הצבע) רצוי לבחור צבע בעל גוון בהיר אך כזה שלא יגרום לסנוור, חשוב לדעת כי כאשר ננסה להדפיס סביר להניח שהדף יודפס ללא צבע הרקע. כדי להדפיס עם הרקע הנבחר, יש להגדיר במדפסת "הדפס צבעי רקע ותמונות".

כדי להדפיס בקנה המידה הרצוי, יש להדפיס טיוטה ולמדוד את הגודל שהתקבל ולתקן את גודל התמונה "עיצוב תמונה - גודל" ושינוי גודל התמונה ביחס הרצוי.

כיבוי המבזק והעברה למצב של צילום מקרוב (פרח)

בשלב זה יש לחבר את המצלמה לחצובה ולמקמה מעל הפנל או האובייקט המצולם, יש לכוון את הזום כך שהפנל יראה בצורה הרצויה.

באור רגיל יש לכוון את הפוקוס (מומלץ למקם נייר משוכך או נייר עם כיתוב על גבי הפנל בעת כיוון הפוקוס)

יש לכבות את האור, אך מומלץ להשאיר אור עמום ולא ישיר כך שבאזור הצילום תהיה עוצמת האור כ-10 לוקס.

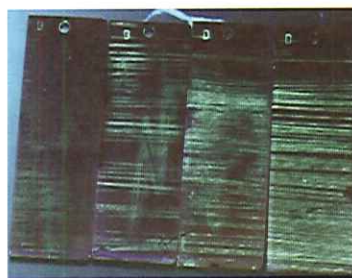
יש לכוון את מנורת האור השחור בזווית כך שלא תהיה השתקפות של על גבי הפנל.

יש לצלם בזמני חשיפה שונים החל מ-2 שניות, ואחר כך משניה ועד 4 שניות כך שתוכלו לבחור את התמונה האידיאלית.

בגלל הצילום הארוך יש חשיבות לאי תזוזה של המצלמה, אם ברשותכם אפשרות להפעלה מרחוק בחרו באופציה זו, אפשרות נוספת היא שימוש בהשהיה.

(הערה: הכוכביות מעלה הן הסדק הגדול של הפנל כפי שצולם בשיטה זו).

דוגמה נוספת לצילום פנל



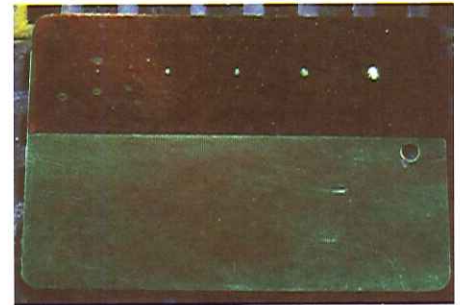
פנל לקביעת רגישות

בתמונה מעלה מוצג סוג נפוץ פחות של פנלים, פנלים אלו משמשים לקביעת רגישות התהליך ולעיתים גם כפנלים להשוואה.

מדובר בסט של 8 פנלים, 2 זוגות של פנלים בעלי ציפוי כרום בעובי משנתה, 10 מקרון, 20 מקרון, 30 מקרון ו-50 מקרון על גבי הציפוי נוצרו סדקים אשר עומקם כעומק הציפוי.

צילום של ממצאים המתקבלים בבדיקות בצבע חודר פלואורסנטי או חלקיקים מגנטיים פלואורסנטיים דורש ידע בסיסי בצילום ואמצעי עזר, הסיבות הקושי בצילום הם תנאי החושך והאור האולטרא סגול המוחזר מהאובייקט.

צילום של אינדיקציות וממצאים חשוב לצרכי תיעוד ודווח, אך הצורך העיקרי בצילום הוא צילום של פנל ההשוואה של התהליך הבדיקה בצבע חודר.



TAM panel 146040

ישנה חשיבות רבה לצילום עצמי של הפנל, ברכישה של פנל יחד עם תמונה מוכנה התמונה לא מייצגת את התהליך המבוצע במפעל, יתרה מזו דרישות Nadcap אף מגדירות חד משמעית שאין להשתמש בתמונה מוכנה להשוואה (ניתן לקבל תמונה שהוכנה על ידי גורם חיצוני רק בתנאי שהכין את הפנל באותם חומרים ובאותו תהליך כמו שמבוצע במפעל).

אז איך מבצעים את הצילום? נתחיל עם הציוד הנדרש:

מצלמה: מצלמה דיגיטלית דמוי SLR, מצלמה בה נוכל לשלוט על זמן החשיפה, בעלת אפשרות לפוקוס ידני ואפשרות להתקנת פילטר.

פילטר צהוב

חצובה

מפעיל מרחוק (אופציה רצויה, לא חובה)

אופן ביצוע הצילום:

התקנת הפילטר הצהוב

כיוון המצלמה למצב חשיפה ידני, קביעת זמן החשיפה לשתי שניות

העברת המצלמה למצב של פוקוס ידני

ר.ב.מ. בע"מ
ב ק ר ה ו מ י כ ו נ
R.B.M. Ltd. CONTROL & MECHANIZATION

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



מדי עובי ציפוי, מדי עובי דופן



FXL-Field X-Ray lab



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



מנורות פנסי UV



מדי קושי למתכות, גומי
ופלסטיק בכל השיטות,
ניידים ומעבדתיים



ציוד הכנה וחומרים מתכלים
למטורגיה

שירותים

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

גזים

- אנאליזרים ל-NO, NOx-1, בתעשייה ומעבדות
- ציוד ממוחשב למדדי איכות הסביבה:
- גזים (גם רעילים), מהירות זרימה, חלקיקים, TVOC ועוד
- משאבות ומקררים לגזים
- מיכשור נייד למדידת זרימת אוויר, לחות יחסית ונקודת הטל
- ברומטרים ומדי-לחץ ניידים

נוזלים

- ויסקומטרים- ניידים, מעבדתיים ו-On-Line
- ציוד וויסות
- אנאליזרים למדידת Liquid NO

מוצקים ואבקות

- אנאליזרים On-Line לאבקות ומוצקים
- ציוד אל-הרס נייד לבדיקות בטון
- ציוד מעבדתי לבדיקות חומרי בניה
- ציוד מעבדתי ונייד לבדיקות חומרי בניה
- נפות ומרעדים
- אנאליזרים לפחמן, גופרית, חמצן, חנקן ומימן במתכות, מחצבים, מינרלים ועוד
- TGA
- מדיני מינון רבי-דיוק לאבקות, גרנולים בגדלים שונים, עד 6 ערוצים
- ציוד הכנה לבדיקות פטרוגרפיות
- מנורות פנסי UV

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 למטורגיה

ציוד משלים וחומרים מתכלים לאנאליזרים

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

ציוד בקרה

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

חדשות ASNT



תמונה מהכנס ה-11
מימין ג'קי בן דיין, משמאל ד"ר יוסי שואף

כנסי ASNT 2011



מר ריקי מורגן,
הנשיא הנכנס

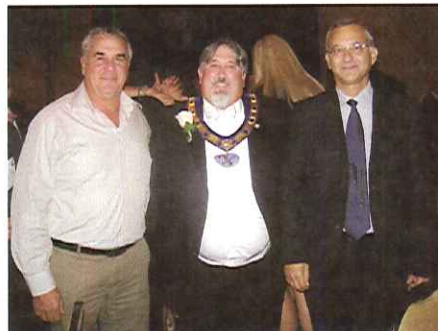


מר יואל וויטקר,
הנשיא היוצא

במהלך האירוע, העביר נשיא ה-ASNT, מר יואל וויטקר, את שרביטו לנשיא הנבחר החדש, מר ריקי מורגן, בטקס המסורתי והאלגנטי ה-"changing of the collar". טקס זה נערך מדי שנה והוא מסמל את המשכיות הנהגת הארגון.

את סוף הערב סיימנו בארוחה חגיגית וריקודים עד השעות הקטנות של הלילה.

במהלך הכנס, הוזמנו משתתפי הכנס לחוויית רודיאו מסורתית בחוות ג'ורג' ההיסטורית בת ה-93 דונמים. את החוויה מנהלים בוקרים מנוסים האחראים על סוסים ובקר רב.



יוסי שואף וג'קי בן דיין עם הנשיא הנכנס
Mr. Ricky Morgan

המשתתפים נהנו מארוחה מסורתית איכותית אמריקאית וממוסיקת קאנטרי מצוינת - "yahoo".

אוכל לסכם ולומר שהיה לי הכבוד והעונג ליטול חלק בכנס ואני גאה להיות חלק ממשפחת ה-ASNT.

חברים יקרים, ארגון ה-ASNT שם לו למטרה ליצור עולם בטוח יותר, על ידי קידום המקצוע והטכנולוגיה של תחום בדיקות האל הרס וכדי לסייע אחד לשני כמקצוענים, על ידי העברת מידע וניסיון. אנו מזמינים אתכם לקחת חלק פעיל ופורה בקידום המקצוע שלנו ולהובילו קדימה.

ג'קי בן דיין

The Greater Houston Section hosted the ASNT Fall Conference and Quality testing at the George Brown Convention Center in Houston Texas in November 2010

בכנס בן ארבעה ימים שנערך ביוסטון טקסס בחודש נובמבר 2010, השתתפו למעלה מ-1475 משתתפים. בכנס הציגו דוברים מכל העולם מגוון נושאים כגון; תקנון בדיקות ללא הרס, מיגון קראמי, בדיקות צנרת, בדיקות בתחום התעופה, בדיקות בתעשייה הפטרוכימית ותעשיית ייצור הדלק וכן בוצעו הכשרות והסמכות בכל אחד מהתחומים.

ארגון הכנס הופקד בידיים המקצועיות של צוות ה-ASNT, מתנדבים ובעיקר בידי הנאמנות של יושבת ראש תוכנית הכנס, הגב' Mrs Claudia V. Kropas-Huges. ההרצאות התקיימו במועדן וללא כל תקלות.

אולם התערוכה הכיל כ-140 מציגים, ביניהם נציג ישראלי, אשר הציג ציוד רב, מכשור והמצאות חדשניות שגרמו לי להבין ששוק בדיקות האל הרס גדל באופן משמעותי ואף פורץ את גבולות הטכנולוגיה.

בטקס הפתיחה של הכנס, נשא דברים ד"ר יוסי שואף את חברי ומשתתפי ה-ASNT בשם העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות, הוא בירך את הנוכחים, הודה על תמיכתם המתמשכת ושיתוף הפעולה וכן הביע תקווה לעתיד טוב ובטוח יותר.

באירוע ה"גאלה", הביע נשיא ה-ASNT העולמי את הוקרתו לאנשים שתרמו בעבודתם להתפתחות תחום הבדיקות הלא הורסות וחולקו תעודות הוקרה על פועלם.



נציגי ישראל בכנס בתהליך קבלת החלטות

Nadcap - NDT Supplier Alert

שוקי ייגודני

Observation בעבר היה על הסוקר לתת הערה (NCR) על שימוש בביטוי לא נכון.

המונח Observation מתייחס לפיקוח על מתלמד או פיקוח על מבחן מעשי.

הבהרה של ה-NDT Task Group - אין לתת הערה במקרה של שימוש במילה Supervision.

נושא 6: חתימה של הלקוח (User) על טכניקות בדיקה

בעבר היה נהוג שסוקרים נתנו הערה (NCR) כאשר הטכניקה לא אושרה על ידי ה-User Member, גם כאשר אין דרישה לאישור טכניקה זו.

הבהרה של ה-NDT Task Group - אין לתת הערה במקרה שאין דרישה לאישור לקוח.

האחראי (חייב להיות עם חומר פתוח מוגדר, בדרך כלל מפרטים.

ג. כפי שניתן להבין מסעיף ב' חלק מהשאלות יכולות להיות ללא גישה לחומר (סגור), השאלות עם חומר סגור יוגדרו על ידי רמה 3 האחראי.

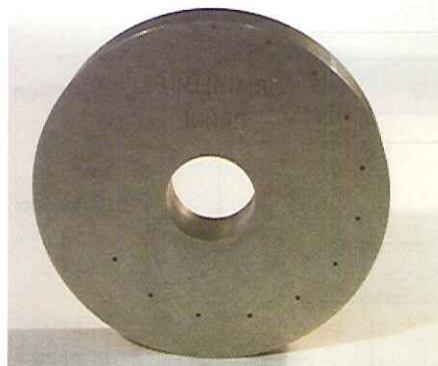
ד. שאלות שמוגדרות כחומר פתוח, אסור שיהיו כאלו, שכל מה שנדרש מהנבחן זה למצוא את התשובה בכתובים, השאלות צריכות להיות כאלו שידרשו פירוש של הכתוב.

ה. המבחן צריך לכסות את כל הדרישות, המפרטים, הקודים, הציוד, הוראות ההפעלה וטכניקות הבדיקה שעל המועמד לבצע אצל המעסיק.

נושא 4 - חלקיקים מגנטיים: שימוש בטבעת קטוס (TOOL RING) AS5282

רקע: קיימות 2 סוגי טבעות לבקרת ביצועי המכונה ואיכות תהליך הבדיקה, הטבעות נראות זהות אך נבדלות בתכונותיהם (קושי לדוגמא) כמו כן הדרישות בבדיקה שונות (מספר הקדחים שיש לזהות באמפר נתון).

תוכן ההודעה: שאלון AC7114/2 לא מגדיר באיזו מהטבעות ניתן להשתמש, כלומר הספק יבחר באיזו טבעת הוא בוחר להשתמש כל עוד עומדים בדרישות: תיעוד ראשוני של התוצאות כנדרש ב-AC7114/2, בבדיקה אין לעבור את האמפר המוגדר וזיהוי של כל הקדחים בהתאם לעוצמת הזרם כנדרש.



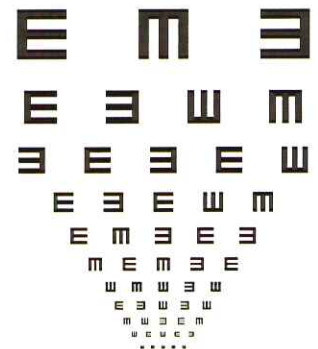
נושא 5 - מינוח לגבי פעולת הפיקוח

באיזו מילה יש להשתמש "Observation" או "Supervision" אם בנוהל הסמכת כ"א של הספק היה שימוש בביטוי Supervision במקום

מפעם לפעם נשלחות הודעות (Supplier Alert) לאנשי הקשר לנושא Nadcap בכל המפעלים, להלן חלק מההודעות שנשלחו בשנת 2010. לעיתים הודעות אלו צריכות להשפיע על נהלי החברה. התייחסות מתאימה יכולה למנוע NCR בעתיד.

נושא 1: בדיקות ראייה

למרות שמתלמד לא נדרש לעבור בדיקת ראייה, עליו לעבור את הבדיקה בשלב כלשהו לפני הסמכתו.



נושא 2: תוכנית קורס

בתוכנית הקורס יש לציין את מספר השעות הנדרש לכל נושא (subject area).

הדרישה מכילה שני נושאים הראשון שתהיה חלוקה ל-subject area כלומר על הספק לחלק את תוכנית ההדרכה לתתי נושא וכן על הספק להגדיר את מספר שעות ההדרכה בכל תת נושא.

נושא 3: מבחן ספציפי

The baseline reads in part; "The specific examination for all levels shall be an open book examination (Reference material such as specifications, tables, formulas, etc. may be provided as determined by the Responsible Level 3 or Examiner. Questions utilizing such material shall require understanding of the information contained therein rather than merely finding its location".)

א. נוהל החברה להסמכת כ"א חייב לציין כי המבחן הספציפי יהיה מבחן עם חומר פתוח.

ב. המבחן צריך להיות עם חומר פתוח, משמעותו שחלק מהשאלות במבחן (יוגדר על ידי רמה 3



פעילות העמותה:

בחודש אוקטובר 2010 קיימה העמותה סמינר מקצועי בנושא **בדיקות רדיוגרפיות לריתוכים**. הסמינר התקיים במרכז ההדרכה של חברת גבי שואף ביבנה.

בסמינר הועברו התכנים הבאים:

- עקרונות הרדיוגרפיה
 - בחינת איכות הצילום
 - פענוח
 - שיטות צילום
 - מדי טיב תמונה לפי תקנים שונים
 - ציוד לפענוח - דרישות איכות
- הסמינר נוהל על ידי חברי העמותה דר' יוסי שואף ושוקי ייגודני.

יתרונות השימוש במעבדות מוסמכות בביצוע בדיקות לא הורסות סומכים רק על מעבדה מוסמכת

תקציר ההרצאה בכנס

המנדט ליאת קמחי - ראש אגף הנדסה הרשות הלאומית להסמכת מעבדות

המקצועית (Competence) של הגוף הנבדק. בעקבות ההסמכה של מעבדה, ניתן לתת אמון ביכולתן של מעבדות לבצע מדידות וכיולים אמיינים בתוך גבולות ידועים של אי ודאות. ההסמכה יוצרת מכנה משותף ובר השוואה בין מעבדות בארץ ובעולם על ידי הטמעת תקן אחיד המבטיח עקיבות לאבות מידה בינלאומיים. ההסמכה נעשית באופן הרמוני בעולם כולו.

מהי הסמכת מעבדה: הסמכת מעבדה משמעה הכרה רשמית ביכולת ובכשירות המקצועית של המעבדה לבצע בדיקות, מדידות וכיולים בהתאם לתקנים, למפרטים או למסמכי ייחוס אחרים. הסיבה בגינה כדאי לעבוד עם מעבדה מוסמכת היא שהמעבדה נמצאת תחת פיקוח מקצועי של אנשי מקצוע. קרי, הכרה רשמית מגוף שלישי, לאומי, בלתי תלוי. וכן הורדת

בדיקות, פיקוח והתעדות מסוימות, כפי שמפורט בהיקף ההסמכה שהגיש הארגון.

- מערכת האיכות של הארגון עונה לכל דרישות התקן הבינלאומי הרלוונטי כמו ISO/IEC 17025 (1999), או ISO 15189 (2003), ואחרים, מתועדת ומיושמת במלואה.

- הארגון עונה לכל ההנחיות של הרשות הלאומית להסמכת מעבדות ולדרישות מקצועיות מיוחדות בתחום בו היא פועלת.

בתהליך התעדה, לפי תקני ISO 9001, ISO 14001 וכו', נבחנת מערכת ניהול האיכות. התעדה ל-ISO 9001 אינה מוכיחה כשלעצמה את כשירות המעבדה להפיק נתונים ותוצאות תקפות עקיבות ואמינות. היא אינה יכולה לספק מידע לגבי היכולת המקצועית והטכנית של הארגון. לעומת זאת, ההסמכה בודקת את מערכת האיכות הכללית ואת היכולת והכשירות

ליאת קמחי: למדה הנדסה כימית באוניברסיטת בן גוריון, פועלת בתחום האיכות מאז שנת 1995 כמנהלת המעבדה המרכזית ומנהלת איכות של תעשיות רדימיקס וכמנהלת איכות של מעבדת אמינולאב. מאז שנת 2004 משמשת בתפקיד ראש אגף הנדסה ברשות הלאומית להסמכת מעבד.

הרשות הלאומית להסמכת מעבדות הנה תאגיד שהוקם על פי חוק (חוק הרשות הלאומית להסמכת מעבדות, התשנ"ז 1997).

ייעוד הרשות הלאומית להסמכת מעבדות הוא: **"קידום האיכות והכשירות המקצועית של גופים מייילים/בודקים בהרמוניזציה עם העולם לטובת המדינה ואזרחיה"**. הרשות הינה הזרוע הממשלתית שהוקמה על ידי המחוקק, להסמך בישראל. גוף מקצועי, בלתי תלוי - לשירות הרגולטורים השונים ואזרחי המדינה. מטרה נוספת של הרשות היא לאפשר הרמוניזציה והכרה הדדית בין מדינת ישראל ומדינות העולם בהקשר למדידות, כיולים, בדיקות, פיקוח ובקרה.

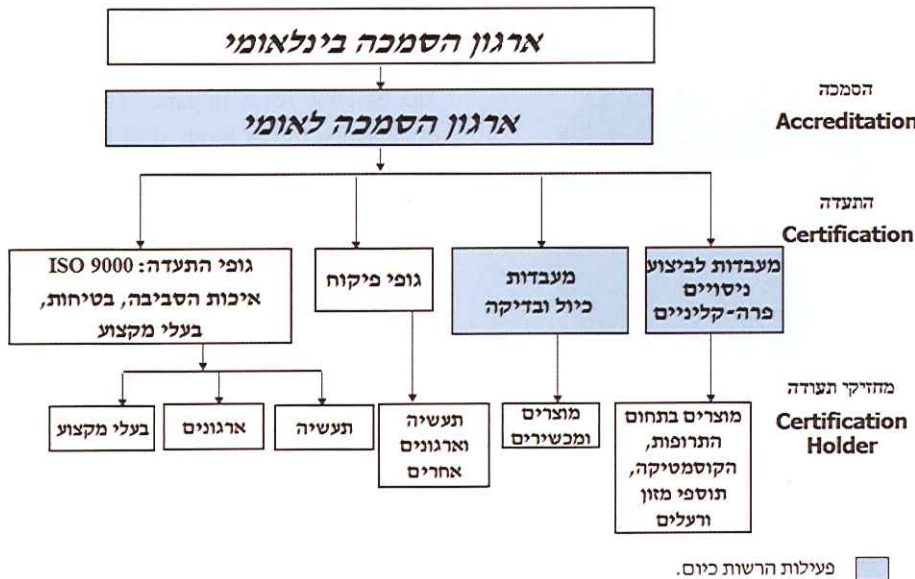
הרשות הלאומית להסמכת מעבדות מוכרת ע"י הארגון המוביל בעולם (ארגון בין לאומי להסמכת מעבדות) ILAC. הכרה זו הינה גשר לקשרים בינלאומיים בתחום הסחר ומהווה תשתית מקצועית להכרה בין מדינות, לסחר פנים וסחר חוץ.

ההסמכה מוגדרת כהכרה רשמית ביכולת המקצועית של ארגון לבצע בדיקות/כיולים/פעילויות פיקוח והתעדות מסוימים. ההסמכה זמינה לכל מעבדות הכיול/בדיקה וכן גופים בודקים אחרים, הן מהמגזר הציבורי והן מהפרטי.

בתהליך ההסמכה בודקת הרשות כי ארגון:

- יכול לבצע באופן מקצועי ואמין כיולים/

תשתיות איכות לאומיות



סיכונים, הכרה בינלאומית של ILAC והכרה של הרגולטור.

המשמעות היא אמון ביכולתן של מעבדות לבצע מדידות וכיולים אמיינים בתוך גבולות ידועים של אי ודאות, יצירת מכנה משותף ובר השוואה בין מעבדות בארץ ובעולם על ידי הטמעת תקן אחיד, קבלת תוצאות הבדיקה על ידי גופים חיצוניים - חיסכון בבדיקות חוזרות ומידות אחידות בכל העולם.

הפיקוח על המעבדה המוסמכת מבטיח: שימוש בכוח אדם מיומן בעל כשירות מקצועית, מכשור תקין מכויל ומתוחזק, שיטת בדיקה תקפה - ולידית ומעודכנת (הערכת אי ודאות השיטה), קבלת תוצאות מהימנות ומייצגות, הדרכות שוטפות של הצוות המקצועי, השוואתיות של התוצאות, שקיפות מידע ללקוח, וקבלת שירות התואם את צרכי הלקוח.

כדי לדעת האם המעבדה מוסמכת ולמה הוסמכה אנו ממליצים ללקוח לבקש את הנספח לתעודת ההסמכה, בנספח מפורטים כל הכיולים / הבדיקות להן הוסמכה המעבדה. רשימת המעבדות המוסמכות ופרוט היקף הסמכתן מופיעה באתר הרשות: www.israc.gov.il

כמו כן זכאיות המעבדות המוסמכות על ידי הרשות להטביע את סמליל הרשות על תעודות

הבדיקה או תעודות הכיול שהן מספקות ללקוחותיהן.



סמליל הרשות

במקרים מסוימים כשהמעבדה הוסמכה לבדיקה אך אינה מבצעת אותה על פי דרישות ההסמכה, תונפק תעודה ללא סמליל הרשות.

תהליך ההסמכה של מעבדה התהליך כולל את השלבים הבאים:

- בחינת מערכת האיכות המתועדת של המעבדה.
- בחינת הנהלים המקצועיים לפיהם היא פועלת.
- מבדק במעבדה לבחינת ידיעותיהם והבנתם של עובדי המעבדה בביצוע הבדיקות או המדידות עבורן נבקשה ההסמכה.
- מבדק מקצועי מבוצע על ידי מומחים בתחום.

• במבדק נבדקות פעילויות מקצועיות, מכשור, כיול ועוד.

• נבחן הידע המקצועי של הבודקים והמנהלים.

• נבחנת תמיכת מערכת האיכות בשיפור מתמיד.

• הסמכה ניתנת לשיטות בדיקה מוגדרות.

מה בתקן ISO/IEC 17025 מבטיח קבלת תוצאות משמעותיות ללקוח:

סקר חוזה

• תיקוף (ולידציה) ובקרה של שיטות הבדיקה

• עקיבות ליחידות SI בינלאומיות

• הערכת אי הוודאות של התוצאה

• הבטחת איכות התוצאה

על מנת להבטיח תוצאות ברות השוואה המעבדות נדרשות לבקרת איכות על שיטותיהם. נדרשות להשתתף בהשוואת מיומנות בין-מעבדתית וכל המעבדות עובדות על פי שיטה המוסמכת עם הלקוח. מידע שוטף ומעודכן מצוי באתר הרשות באינטרנט www.israc.gov.il

פרסום ראשון

MAI PCC-1 Guidelines Document Task 4 Final 10-4-10 Guidelines for the Use of Digital Detector Arrays and Computed Radiology for Aerospace Casting Inspections

שוקי יוגודני, מוסמך רמה 3 לרדיוגרפיה ולרדיוגרפיה דיגיטלית

הראשיים שימוש ברדיוגרפיה דיגיטלית וגם במקרים אלו באופן מוגבל בלבד, לדוגמה חברת Turbine Jet הממוקמת באזור התעשייה תפן ומייצרת להבי טורבינה למנועי מטוסים, קיבלה אישור לצילום דיגיטלי של להבים חלולים לגילוי חומר זר מחברת P&W. האישור התקבל לאחר תהליך ארוך בו נדרשה החברה להוכיח שיכולת הגילוי לא נופלת מיכולת הגילוי המתקבלת בסרטי צילום, כתיבת מפרטים והוראות המתאימות לצילום דיגיטלי והכשרה של הצוות. אחד הקשיים בו נתקלו בעת כתיבת

דיגיטלית על כל יתרונותיה, היא שלא הייתה תקינה מתאימה- תקני ה-ASTM היו מיושנים ולא הייתה תקינה תעופתית מתאימה. מסיבה זו לא פורסמו שאלוני Nadcap (לא ניתן לקבל הסמכת Nadcap לרדיוגרפיה דיגיטלית). (Nadcap פיתחו שאלונים אך ה-Primes התנגדו לשימוש בהם וזאת, מכיוון שפרסום שאלון יהווה בסיס לדרישות לפני שה-Primes קבעו אותן)

במקרים מועטים בלבד אישרו הלקוחות

לאחר המתנה ארוכה של מספר שנים, הופיעה לראשונה פרסום, שיאפשר שימוש ברדיוגרפיה דיגיטלית בבדיקות של יציקות תעופתיות.

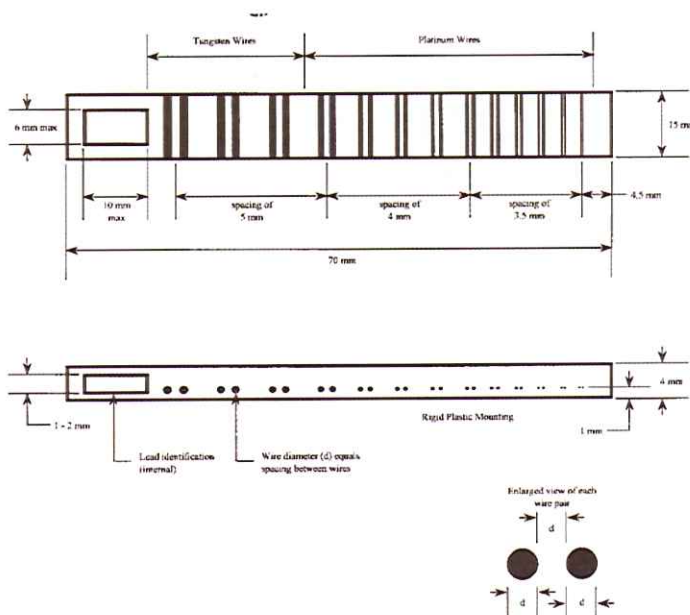
הרדיוגרפיה הדיגיטלית לצורותיה, CR ו- DDA, התקדמה בצעדי ענק, אך השימוש בה היה מוגבל לתחומי השוליים של הבדיקות הלא הורסות, בדרך כלל שימושים לא תעופתיים, או שימושים שאינם דורשים תקינה, כגון תעשיית הנשק ותעשיית האלקטרוניקה.

הסיבה העיקרית לאי השימוש ברדיוגרפיה

Process Check Frequency

	Test	Reference ³	Process Check Frequency						
			Initially	Quarterly	Monthly	Weekly	Daily	per shift	Repair/Replace
Computed Radiography	SRb (system spatial resolution) ^{1,4}	See Paragraph 7.3	✓	✓					✓
	Plaque IQI block shot (visual) (contrast & spatial resolution)	See Appendix A-2	✓					✓	✓
	Contrast sensitivity	USAF App A - para. 2e	✓	✓					✓
	Shading	USAF App A - para. 2e	✓	✓					✓
	Jitter	ASTM E2445 6.2.2.2 or USAF App A - para. 2c	✓	✓					✓
	Afterglow (Blooming/Flare)	ASTM E2445 6.2.3 or USAF App A - para. 2b	✓	✓					✓
	Geometric Distortion	ASTM E2445 6.2.1 or USAF App A - para. 2a	✓	✓					✓
	EPS	See Appendix A-1	✓						✓
Digital Detector Arrays	System spatial resolution ⁴	ASTM E2737 para. 9.4.1	✓					✓	✓
	Contrast Sensitivity (uses CNR) ⁴	ASTM E2737 para. 9.4.2	✓					✓	✓
	Signal-to-Noise Ratio (SNR) ⁴	ASTM E2737 para 9.4.4	✓						✓
	Signal Level ⁴	ASTM E2737 9.4.5	✓				✓ ²		✓
	Bad Pixel Mapping	ASTM E2597 para. 6.2, 7.1.2	✓	✓					✓
Display Monitors	Full modulation check	ASTM E2698 para. 7.5.3	✓			✓			
	Flicker check	ASTM E2698 para. 7.5.5	✓			✓			
	Distortion check	ASTM E2698 para. 7.5.4	✓			✓			
	1% line contrast	ASTM E2698 para. 7.5.7	✓			✓			
	5% contrast blocks	ASTM E2698 para. 7.5.6	✓			✓			
	Contrast ratio	ASTM E2698 para. 7.5.2	✓		✓				
	Luminous intensity	ASTM E2698 para. 7.5.1	✓		✓				

Casting Section Thickness	Maximum Image Unsharpness (U _{im})
0.5 inch and below. [≤ 12.7 mm]	0.010 in. [0.254 mm]
Over 0.5 in. through 1 inch [>12.7 through ≤ 25.4 mm]	0.015 in. [0.381 mm]
Over 1 inch through 2 inches [>25.4 through 50.8 mm]	0.020 in. [0.508 mm]
Over 2 through 4 inches [>50.8 through 101.6 mm]	0.030 in. [0.762 mm]
Over 4 inches [>101.6 mm]	0.040 in. [1.016 mm]



NOTE: 1—Not to Scale.
FIG. 1 Total Image Unsharpness Gage (see EN-462-5)

הנהלים, קביעת דרישות האיכות, ובקרת האיכות, הוא שלא היה לנו מאיפה לקחת את הדרישות (תקינה), ההנחה שקיבלנו מ-P&W היא שנקבע בעצמנו את הדרישות, אם יהיו סבירות, יאושרו על ידם, אך כאשר תתפרסם תקינה בינלאומית, יהיה עלינו להתאים את הדרישות לתקנים החדשים.

השנה היא שנת המפנה, התפרסמו ועומדים להתפרסם תקני ASTM לרדיוגרפיה דיגיטלית וכעת התפרסם המסמך המגדיר את הדרישות התעופותיות לרדיוגרפיה דיגיטלית לבדיקת יציקות - כותרת מאמר זה.

המסמך נוצר כשיתוף פעולה בין מומחים בתחומים שונים ונציגים של גופים המייצגים את יצרני המטוסים (Primes), יצרני החלקים ויצרני חומרי הגלם. הכנת המסמך לוותה במחקר מעמיק ובדיקות השוואתיות רבות.

ה-Primes הם Honeywell, Rolls Royce, Boeing, Northrop Grumman, Lockheed Martin, GE, Pratt & Whitney and Aerojet

שותפים נוספים למחקר הם חיל האוויר האמריקאי ויצרני הציוד הדיגיטלי המובילים Fuji, GEIT, Northstar Imaging, VJ Technologies and Yxlon

המחקר התבסס על בדיקה של 115 דוגמאות של יציקות (Investment cast), 61 מפלדה ו-54 מטיטניום, תחילה צולמו היציקות בסרטי צילום

TABLE 1 Element Number, Corresponding Unsharpness and Wire Diameter^A

Element Number	Corresponding Unsharpness (mm)	Wire Diameter and Spacing, d (mm)	Tolerance of Wire Diameter and Wire Spacing (mm)
Pt ^B	13	0.10	
Pt	12	0.13	
Pt	11	0.16	±0.005
Pt	10	0.20	
Pt	9	0.26	
Pt	8	0.32	
Pt	7	0.40	
Pt	6	0.50	±0.01
Pt	5	0.64	
Pt	4	0.80	
W ^C	3	1.00	
W	2	1.26	±0.02
W	1	1.60	

^A This table is based on data provided in EN 462-5.

^B Pt = Platinium.

^C W = Tungsten.

לא מוכרות לאנשי הרדיוגרפיה, ולקוחות מתחומים אחרים. אין ספק שיישום דרישות אלו במפעלים מהווה אתגר גדול, אך הצלחה בהטמעת הרדיוגרפיה הדיגיטלית יביא לחסכון כספי גדול, תרומה לאיכות הסביבה וכלים טובים יותר לביצוע בדיקה אמינה.

דוגמה לדרישה לא מוכרת היא קביעת האי חדות (U_{im}) על ידי מד טיב תמונה לפי תקן ASTM E 2002.

דרישות האי חדות המקסימלית בהתאם לעובי החלק הנבדק:

מד טיב התמונה (פנטרמטר זה מוכר לפי התקנים האירופאים כ-EN 462-5):

המידות לפי המתואר בטבלה 1

יש למקם את הפנטרמטר על החלק או על בלוק מייצג כך שיהיה מופנה לצד המקור ובניצב ככל האפשר למקור הקרינה.

יש לבחון את התמונה בהגדלה של פי 4, זוג החוטים הראשון אשר מתמוזג לדמות אחת ללא יכולת להבחין ברווח בינם מוגדר כיכולת ההבחנה.

האי חדות הכוללת U_{total} מוגדרת כפעמיים קוטר החוט (או הרווח בין החוטים) אשר מגדירים את יכולת ההבחנה.

הגדרות של הבהירות והניגודיות.

פנטרמטרים: השימוש יהיה בפנטרמטר חורים מסוג ASTM E 1025.

שימוש בפנטרמטר חוטים מסוג ASTM E 747 (REPRESENTATIVE QUALITY) RQI ב- (INDICATOR - ASTM E 1817) או בפנטרמטר אחר יהיה באישור לקוח בלבד.

ייצוג הפנטרמטר: כל פנטרמטר מייצג תחום השחרה של ± 15 אחוז מהנמדד על גבי הפנטרמטר. (השחרה = PIXEL VALUE).

נספח B מגדיר במפורט את נושאי הלימוד המומלצים לרמה 1, 2 ו-3 ברדיוגרפיה דיגיטלית ונספח C מגדיר את שעות הלימוד הנדרשות והניסיון המעשי הנדרש.

לעובדים שעוברים מרדיוגרפיה רגילה לרדיוגרפיה דיגיטלית או ממוחשבת:

רמה 1 - 8 שעות הדרכה ועשרים שעות ניסיון מעשי מפוקח.

רמה 2 - 40 שעות הדרכה ומאה עשרים שעות ניסיון מעשי מפוקח.

בסיום יש לערוך מבחן ספציפי ומעשי.

הדרישה מעלה היא לכל שיטה, כאשר משלבים את שתי השיטות על הספק להגדיר בנהלים את מספר השעות הנדרש.

במסמך דרישות נוספות רבות, בחלקן הגדול

ונבחרה אינדיקציה אחת לכל סרט. החלקים חולקו בין 5 יצרני ציוד בשני אתרים:

1. PCC Structurals Inc.- Portland, Oregon
2. Howmet Castings - Whitehall, Michigan

נבחרו מפענחים ממחלקת הרדיוגרפיה של החברות וחברי צוות המחקר, רמה 2 ורמה 3, היה שימוש בשבע תחנות עבודה עם מספר תחנות פענוח, לכל סוג ציוד הוכן ריכוז של ממצאי הבדיקה.

לאחר איסוף הממצאים, כל הנתונים נותחו בתוכנה סטטיסטית לפי: סוג החומר, סוג הפגם, עובי וסוג הציוד.

מניתוח הממצאים פותח מסמך זה ולהלן עיקרי המסמך:

המסמך מגדיר את הדרישות המינימאליות לבדיקה רדיולוגיות (radiological examination) ליציקות תעופתיות תוך שימוש ברדיוגרפיה ממוחשבת CR או מערכות DDA (Digital Detector Array). הערה: בעבר נקרא DDA - DR

המסמך מתייחס לשימוש במקורות X RAY בלבד.

במסמך הפנייה לתקני ASTM (בעיקר) ואחרים.

בנספח A מופיעות דרישות להוכחת יכולת המערכת System Performance, בטבלה מוגדרות הבדיקות הראשוניות והתקופתיות.

כפי שניתן לראות בטבלה בנספח A, חלק גדול מהבדיקות הנדרשות לא מוכר לאנשי הרדיוגרפיה, חלק מהבדיקות מתייחסות ליכולות של המסך, חלקן ליכולות של הציוד הדיגיטלי, כך שליישום הדרישות יהיה צורך בשיתוף פעולה בין אנשי הרדיוגרפיה ובין מומחים בתחומים אחרים.

הדרישות למפרט בדיקה לחלק, דומות מאוד לדרישות שאנו מכירים למפרט צילום בסרט, אך בהבדלים הבאים:

במקום סוג סרט, סוג גלאי או לוח IP.

עבור DDA גם הגדרות לכידת התמונה.

הגדלה של התמונה (במידה ונדרש) לכל מבט. Normalized Image Unsharpness (U_{im}) - לכל מבט.

DDA - יצרן, מודל, גודל פיקסל, רזולוציה מרחבית בסיסית.

CR - יצרן לוח IP, סוג וגודל וכן סוג הקסטה, והגדרות הסריקה.

שיטות רדיוגרפיה מתקדמות בריתוכי אלומיניום

אלי אהרוני

ISO/WD 17636-2:2009 מעניק את הפרמטרים הדרושים לחשיפה במערכות דיגיטליות. תקן ISO/DIS 10675-2:2009 קובע את רמת הקבלה של הדגם, הקובעת את איכותו, כוללת בפגמים המתגלים בו.

מסקנות המחקר

ריתוך ה-GTAW בעל רמות קבלה גבוהות יותר מאשר ריתוך ה-GMAW, מדובר בריתוך בעל רמת גימור ואיכות גבוהה יותר ולכן רמת הקבלה שהתקבלה בו היא הטובה יותר.

רמת הקבלה מאפיינת את איכות הדגם וקובעת את ייעוד הדגם בתעשייה כאשר רמת קבלה 1 מתארת איכות גבוהה בעוד שסטנדרטים נמוכים מרמת קבלה 3 מובילים לפסילת הדגם.

באמצעות הרדיוגרפיה ניתן לאבחן ולזהות מגוון רחב של פגמים מבלי הכנה מוקדמת של העצם הנבדק, כל השיטות הקיימות מעניקות רמת וטיב גילוי בעלי איכויות דומות אשר הן פועל ישיר של בחירת פרמטרי החשיפה ואיכות הפיתוח והפענוח של התמונה המתקבלת.

לרדיוגרפיה יתרונות רבים אך החיסרון המרכזי בשיטה זו הוא כושר הפרדה נמוך כאשר מדובר בפגמים הנמצאים אחד מתחת לשני אשר לעיתים יכולים להתפרש כפגם בודד, ניתן לפתור בעיה זו בשיטת DR ע"י הטיית המכלול המרוחק בזמן אמת או עריכת מספר צילומים בזוויות משתנות במערכות האחרות.

על מנת שניתן יהיה לזהות פגם כלשהו במערכות הגילוי השונות עליו להיות בעל נפח מספק, כלומר על גודל הפגם להיות גדול מרזולוציית המערכת וכן וחשוב מכך שיתקיים הגדרה מספקת. יש לציין שברדיוגרפיה כדי לקבל הגדרה מספקת על הפגם להיות במקביל לכוון הקרינה (בעוד שבאולטרסוניק יהיה ניצב). במידה וקיימת האפשרות, ניתן למקם את הדגם עם הפגמים (בפני שטח) לכיוון מערכת הגילוי בכך מתקיימים פיזור ופנומברה מינימאליים ומתקבלת הגדרה טובה או לחילופין למקם את הדגם עם הפגמים בכיוון המקור ועובי הדגם יאפשר הגדלה של פגמים בפני שטח אך זאת יוצר פנומברה רבה יותר שתפחית את ההגדרה.

כל השיטות הקיימות העניקו רמת וטיב גילוי

לאחר חשיפה יש לבצע פיתוח ידני או אוטומטי לסרט.

רדיוגרפיה ממוחשבת (CR-Computed Radiography). תרכובת המבוססת על עופרות נדירות מוכנסת לתוך קסטה (להגנה מפני שריטות). בעת החשיפה לקרינה אטומים פעילים בתרכובת מעוררים (ונשארים במצב זה). לאחר מכן ניסרק ה-IP ע"י סורק השולח לייזר הגורם לפליטת קרינת אור נראה (PSL) הנקלט ויוצר תמונה בסורק.

רדיוגרפיה דיגיטלית/ישירה (DR-Digital Radiography). הפנל השטוח בנוי 3 שכבות, שכבת הסנטילטור (עשוי Gadox או CsI) הממיר קרינת X לאור נראה. דיודות סיליקון אמורפי הממירות קרינת אור לפולס חשמלי. מערך אלקטרוני הקולט פולסים חשמליים ויוצר תמונה.

מהלך הניסוי

הדגמים נבדקו ע"י מספר מעבדות ובטכניקות שונות, נערך שימוש בקרינת X, γ וכן במערכת המיקרו-פוקוס. צילומי FR נערכו בשני סוגי סרטי צילום שונים הנבדלים זה מזה בגודל הגרעינים, ככול שהגרעינים קטנים יותר התמונה יותר חדה אך זמן החשיפה גדל.

- מעבדת רדיוגרפיה BGU: הדגמים נבדקו בשיטת סרט FR, באמצעות מקור קרני X.
- חברת גבי שואף - בדיקות לא הורסות: הדגמים נבדקו במקורות סלניום 75 ואירדיום 192.
- מעבדת רדיוגרפיה מ"יג שורק: הדגמים נבדקו במערכת המיקרו-פוקוס בשיטות FR ו-DR. וכן בשיטת CR.
- חברת וידיסקו בע"מ: הדגמים נבדקו במעבדת החברה בשיטת DR במערכת foX-Rayzor.

במהלך העבודה נמדדו הפגמים בשיטות הרדיוגרפיה השונות, נערך שימוש בתקנים כדי לאבחן רמות קבלה של איכות הריתוכים. תקן ISO/FDIS 17635:2009 קובע את שיטת הבל"ה בה יש להשתמש. תקן ISO 17636:2003 מעניק את הפרמטרים הדרושים לחשיפת סרטים. תקן

פרויקט גמר - "רדיוגרפיה FR CR DR של ריתוכי אלומיניום מרותכים בשיטות GTAW GMAW" בהנחיית פרופ' עדין שטרן

רדיוגרפיה הינה שיטת בדיקה לא הורסת ניתן לקבל מידע אודות המבנה הפנימי של המחבר, הפגמים ו/או אי הרציפויות הקיימים במכלול המרוחק. בביצוע בדיקה רדיוגרפית משולבים שלושה גורמים עיקריים: מקור הקרינה, המכלול הנבדק ומערכת הגילוי. הבדיקה מבוססת על שיקוף מכלולים בקרני X או γ (לפעמים גם n) במטרה להבליט את מקדמי העברה השונים של הפגמים ו/או אי הרציפויות כך שניתן יהיה לזהותם בתמונות המתקבלות.

ניתן לבצע שיקוף באמצעות מיקרו-פוקוס, תהליך חשיפה באמצעות מוקד בקוטר של 10-100, על ידי הרחקת הדגם הנבדק ממערכת הגילוי מתאפשרת הגדלה ללא פגיעה ברזולוציה וכך יכולת הגילוי משתפרת.

מטרת המחקר

מטרת המחקר הייתה אפיון אי רציפויות ו/או פגמים, אשר מתקבלים בשני נתכי אלומיניום 1050 ו-5083 באמצעות אלקטרודת טונגסטן המוגנת על ידי גז ארגון, עם חומר המילוי - Gas tungsten arc welding (GTAW) וריתוך באלקטרודה מתכלה המוגנת על ידי גז אינרטי - Gas metal arc welding (GMAW), בשלוש תת שיטות רדיוגרפיות: CR ו-DR, כמו כן בוצעה בדיקת מיקרו-פוקוס, לצורך קבלת האינפורמציה והשוואתה במטרה ללמוד את היתרונות והחסרונות של המידע המתקבל בכל אחת מהשיטות. בנוסף תוצאות העבודה תתבסס על ניתוח המידע לאור תקינה בינלאומית (ISO) אזורית (AWS/ANSI, CEN) ולאומית (ת"י) הקיימת בתחומים אלה. התקנים התקבלו באדיבות מכון התקנים הישראלי.

שיטות רדיוגרפיה

קיימות מספר שיטות רדיוגרפיות אשר נבדלות זו מזו באופן קליטת המידע ועיבוד המידע המתקבל. השיטות הקיימות הינן:

רדיוגרפיה סרט (FR- Film Radiography). במערכת הגילוי נערך שימוש בסרט המוכנס למעטפה (להגנה מפני שריטות וחשיפת אור).

כי שיטה אחת עדיפה על פני השנייה. באמצעות הרדיוגרפיה ניתן לזהות פגמים ואי רציפויות שונים אשר נובעים מפעולת הריתוך אשר גורמת לשינויים מבניים באזור התפר, דבר אשר יכול להיות משמעותי ולהוביל לכשל במקרה הקיצוני.

אופן הבחירה של כל שיטה אמורה להיות בהתאם לדרישות ולאילוצים השונים אותם יש לקחת בחשבון - יעילות, מהירות, איכות וכן מרכיב חשוב מאוד אשר לא נכלל במהלך מחקר והוא השיקול הכלכלי. יש לקחת בחשבון כי במחקר זה בוצעו חשיפות עבור דגמים ספציפיים הן מבחינת הרכב והן מבחינת המידות, ייתכן ובנסיבות שונות היה מתברר

בעלי איכויות דומות המתקבלות בתעשייה אשר הן פועל ישיר של בחירת פרמטרי החשיפה ואיכות הפיתוח והפענוח של התמונה המתקבלת, ולכן לא ניתן היה לקבוע על עדיפות למערכת קליטה על סמך רזולוציה או גורם זהה. מערכת המיקרו-פוקוס מאפשרת לקבל דיוק גבוהה יותר משיטות המקורות האחרים. לכל שיטה קיימים יתרונות וחסרונות, על כן

תמונות מהכנס ה-11



מימין חיים אלמוג במרכז גבי שואף ומשמאל בן ציון פוקס



מימין יוסי וייספלד, ראובן עצינוני, אמירית אברהם ויוסי שואף



נציגי חיל האוויר בדוכן התצוגה של חברת R.B.M.



סמינר בנושא בדיקות ריתוכים במסגרת הכנס



מימין אלה סונין, גדעון רוני, מורי קורדובי ויצחק אזולאי



ד"ר גרי פסי מציג בפני אורי סול מהתעשייה האווירית, ציוד אולטרסוני מתקדם מתוצרת SONOTRON NDT

אפשרות להרחבת תחום ההתעדה של ישראלט

ISRACERT הוקם אמנם כגוף מתעיד לאנשי NDT אך האקרדיטציה הקיימת ניתנת להרחבה לפי הצורך לתחומים נוספים מעבר ל-NDT. לדוגמה, הסמכת רתכים, מפחחי ריתוך, חשמלאים, ועוד. במקרה של הרחבה יהיה צורך לבצע מבדק ולקבל הסמכה למערך (סכמה/scheme) הנוסף. אם קיים כיום בישראל גוף בוחר בכל תחום שהוא זקוק להכרה אירופית, הרי שניתן לנצל את ההסמכה הקיימת של ISRACERT ולשלב את אותו גוף במסגרת ISRACERT.

חילופים בהנהלת ISRACERT

זה לא מכבר מלאו עשר שנים לקיומו של ISRACERT הגוף המתעיד של עמותת ISRANDT. מאז הקמתו ועד כה נוהל ISRACERT ע"י פרופ' יצחק סגל מטכניון חיפה. האפשרות להבחן בישראל ולקבל בארץ תעודה בין-לאומית הינו גולת הכותרת של השיגי עמותת ISRANDT. עם פרישתו של פרופ' סגל מניהול הגוף המתעיד מביעה בזאת הנהלת העמותה את תודתה והערכתה הרבה לתרומתו כחבר הוועד המנהל של העמותה וכמנהל הגוף המתעיד.

מנהלו החדש של ISRACERT הינו מר גדעון רונן ששימש עד כה כמנהל מרכז הבחינה ומנהל האיכות של הגוף המתעיד. הנהלת העמותה מאחלת לגדעון הצלחה בתפקידו החדש ושגשוג ל-ISRACERT.



פרופ' יצחק סגל המנהל היוצא של ISRACERT



גדעון רונן מנהל ISRACERT

הודעה על מבחני התעדה



ISRACERT, הגוף המתעיד של עמותת ISRANDT, מודיע בזאת על מבחני התעדה (הסמכה) לאנשי NDT שיתקיימו ביבנה בתאריכים 27-28 בפברואר 2011. כל המעוניין בתעודה מוכרת בין לאומית לביצוע בדיקות לא הורסות לפי התקנים ISO 9712, EN 453 או התקן התעופתי EN 4179, מוזמן בזאת

למלא את טפסי הבקשה. הטפסים ניתנים להשגה בדלפק ההרשמה של כנס ISRANDT וכן במזכירות ISRACERT (03-9605559) או אצל מר גדעון רונן, מנהל ISRACERT (054-4450265). מחזור המבחנים הקרוב יתקיים בנוכחות נציג ACCREDIA - גוף האקרדיטציה האירופאי שהסמיך את ISRACERT לשמש כבוחר "צד ג" בלתי תלוי ולהנפיק תעודות בעלות הכרה בין לאומית. יותר ויותר מפעלים וגופי תחזוקת מטוסים נדרשים כיום להציג עבור מוצריהם תעודות בהתאם לשלושת התקנים הנ"ל. תעודות אלו ניתנות להנפקה אך ורק ע"י גוף מתעיד בעל הסמכה מוכרת בין לאומית. עמותת ISRANDT גאה בכך שהגוף המתעיד שלה הוסמך לבחון ולהנפיק תעודות כנ"ל. היתרונות בהתעדה על ידי ISRACERT לעומת התעדה ע"י גוף מחו"ל ברורים ביותר:

המבחנים יכולים להיות בעברית
אין צורך להביא בוחר מחו"ל או לשלוח את הנבחנים לחו"ל - חסכון של הוצאות טיסה ואש"ל.
חסכון בזמן, ניתן להשלים את הבחינות תוך יום אחד או לכל היותר שני חצאי ימים.
במקרה של צורך במבחן חוזר, אין צורך בנסיעה לחו"ל או הבאת בוחר מחו"ל.

הנהלת העמותה משקיעה משאבים רבים ועושה כל שביכולתה על מנת לשמר את ההסמכה זה 10 שנים. חברות נכבדות כדוגמת אורמת תעשיות ומנועי בית שמש הכירו זה מכבר בהזדמנות לבחון את אנשיהם בארץ והנהלת העמותה מאמינה שיותר ויותר חברות בישראל וגם אנשי NDT באופן עצמאי, ינצלו את ההזדמנות הקיימת ויפנו את אנשיהם להבחן במסגרת העמותה.

NITON מציגה קו מוצרים חדש



Silicon Pin. האנאלייזר מסוגל לגלות 25 יסודות מכלור ועד אורניום. הוא כולל גם מערכת X-Y להזזת המדגם ומצלמה אינטגרלית.

האנאלייזרים מסדרת FXL בנויים במבנה קשיח הכולל את כל המכלולים ביחידה אחת: תא מדידה, מערכת המדידה, מערכת המחשוב ועיבוד הנתונים. מערכת ההפעלה הכוללת מסך מגע צבעוני וסוללות נטענות מסוג ליטיום-יון.

האנאלייזרים כוללים אפשרות לבדיקת חלקים קטנים או מקום מדויק בחלק מורכב באמצעות מערכת X-Y ובשילוב עם מספר קולימטורים: 1 מ"מ, 3 מ"מ ו-8 מ"מ.

משוקק על RBM רחי' עתיר ידע 21, כפר סבא,

טל: 09-7674431, פקס: 09-7676898, rbmltd@rbmltd.co.il



מכשירי XRF ניידים הבנויים בקונפיגורציה מעבדתית: סדרת FXL- Filed X-ray Lab. המכשירים בסדרה זו הינם בעלי יכולות אנאליטיות כשל מכשירים מעבדתיים והם מגיעים בשלוש קונפיגורציות:

אנאלייזר לחומרי כריה ומחצבים. האנאלייזר מבוסס על שפופרת X-RAY אנודת כסף במתח 50kV, הספק 10W וגלאי בעל רזולוציה גבוהה מסוג Silicon Drift. הוא מסוגל לגלות 40 יסודות ממגנזיום ועד אורניום. הוא כולל גם מערכת קרוסלה לבדיקה של מספר דוגמאות זו אחר זו.

אנאלייזר לבדיקת מוצרים מוגמרים - אנאלייזר המסוגל לבדוק סגסוגות מתכת, חומרי פלסטיק, ציפויים ועוד. הוא מבוסס על שפופרת X-RAY אנודת כסף במתח 50kV, הספק 10W וגלאי בעל רזולוציה גבוהה מסוג Silicon Drift. האנאלייזר מסוגל לגלות 40 יסודות ממגנזיום ועד אורניום. הוא כולל גם מערכת X-Y להזזת המדגם, מצלמה אינטגרלית

אנאלייזר LOW COST לבדיקת מוצרים מוגמרים - אנאלייזר המסוגל לבדוק סגסוגות מתכת, חומרי פלסטיק, ציפויים ועוד. האנאלייזר מבוסס על שפופרת X-RAY אנודת זהב במתח 50kV, הספק 2W וגלאי מסוג

ישום חדש לטכנולוגיית האינפרה אדום

חברת גבי שואף בע"מ ואסיוויז'ן, נציגת FLIR בישראל פתחו מיזם משותף לשרותי בדיקת דליפות VOC (Volatile Organic Components) בארץ.

הטכנולוגיה, המבוססת על צילום אינפרא-רד ועיבוד תמונה, מספקת כיסוי רב של נקודות בדיקה בפריים אחד ומאפשרת לבדוק מתקן מורכב ומסועף בזמן קצר.

השימוש בטכנולוגיה זו אושר ע"י ה-EPA האמריקאי בסוף 2008 ונכנס לתוקף במסגרת התיקון לחוק ה-LDAR (LEAKAGE DETECTION AND REPAIR).

כיום, תהליך בדיקת המפעלים בארץ, נשען על טכנולוגיה ישנה בת 20-25 שנה, טכנולוגיה יקרה, איטית מאוד ובעלת אמינות נמוכה.

כמו כן, את המצלמה התרמית ניתן להציב ע"ג מסוק ולבצע צילומים תקופתיים של המרחבים האוויריים מעל כל מפעל מזהם ביום אחד!!

תוצאות הצילומים יתנו מימד גרפי של היקף הזיהום מעל כל מפעל ובכך ניתן יהיה להפחית את היקף האסונות וכמותם.

לפרטים והדגמות נא ליצור קשר: info@gabishoef.co.il



חדש בתחום הבורסקופים - מדידה תלת מימדית - 3D

חברת U.S.I.E. גאה להציג את החידוש הטכנולוגי בתחום בדיקות אל הרס. חברת **ג'וראל אלקטריק** פיתחה טכנולוגיה חדשה וייחודית למדידה תלת מימדית 3D באמצעות וידאו בורוסקופ. הטכנולוגיה החדשה מאפשרת בדיקה ויזואלית ומדידת הפגם בעזרת קצה אופטי אחד בלבד. הדבר חוסך שלבי בדיקה מיותרים, כגון בדיקה ויזואלית, החלפת קצה אופטי ובדיקה נוספת לצורך מדידת הפגם. למעשה, טכנולוגיה תלת מימדית מאפשרת מדידה מדויקת תוך חיסכון בזמן ושיפור היעילות הכוללת. מכשיר בורוסקופ XLG3 עם טכנולוגיית מדידה תלת מימדית 3D הוא אחד הכלים המתקדמים ביותר לבדיקות אל הרס.

טכנולוגיית מדידה תלת מימדית 3D במכשיר XLG3 יוצרת סריקה תלת מימדית של משטח הנבדק ומאפשרת למדוד את השטח בכל המבטים הנדרשים. טכנולוגיה זאת יוצרת סוג חדש של המדידה הנקרא "צפיית פרופיל", מבט חתך של המשטח, שמאפשר בדיקה ויזואלית טובה יותר של צורת הפגם ועזרת בקבלת החלטה לשמישות המוצר.

בעלי מערכות XLG3 יכולים לשדרג את המכשיר על ידי הוספת קיט למדידה תלת מימדית 3D למערכת הקיימת, הכולל "פרוב", 2 קצוות אופטיים ותוכנה חדשה.

U.S.I.E. Group, כפר מ"ל, רח' הפרחים 6. טל': 09-7416777

דוא"ל: vartans@usiegrou.net, נייד: 054-4307432



שוק מערכות הרדיוגרפיה הדיגיטלית צובר תאוצה בקרב חברות המתכת והביטחון בארץ

חברת וי אס אר טכנולוגיות בע"מ, מכרה בשנת 2010, 3 מערכות רדיוגרפיה דיגיטליות לבדיקות לא הורסות. בין המערכות שנמכרו, מערכת ה-CR החדשה והמוצלחת מבית קודאק ה-HPX-1 ומערכת Realtime מתקדמת

מבית NSI באנרגיה של 240KV בעלת יכולות פענוח ומיון חלקים אוטומטי אשר נרכשה על ידי התעשייה הצבאית לישראל.



התמונה להמחשה בלבד



הצורך באנרגיה וזמני חשיפה פחותים, שמירה על איכות הסביבה, מעבר לניהול ארכיון ממוחשב והיכולת לשיתוף קבצים מרוחק הינם חלק ממניעי כניסתה המהירה של הטכנולוגיה.

אפליקציות ל-NDT עבור iPhone iPad

NDT

אפליקציית pocketNDT היא אפליקציית עזר לטכנאי ה-NDT, כולל אמצעי עזר בשיטות שונות כגון רדיוגרפיה זרמי ערבולת אולטרסוניק ועוד. מחיר האפליקציה 14.99 דולר.

האפליקציה מתאימה הן ל-iPad והן ל-iPhone.

דוגמאות ליישומים:

חישובי עומק ומיקום הפגם בבדיקה אולטרסונית של ריתוכים:

Material Thickness(T): 5	Leg: 7.1
Refracted Angle(theta): 45.0°	V-Path: 14.1
Distance to Weld(D): 10.0	Skip Distance: 10.0

(distances shown in inches)

נתוני מוליכות של חומרים שונים וביחידות מדידה שונות:

Material	Conductivity	
	(% IACS)	(Siemens/m)
Aluminum		
Pure	61.00	3.538E+07
99.99%	64.94	3.767E+07
99.99%	64.94	3.767E+07
Red X-8 Cond. Stress Relieved	29.00	1.682E+07

הנחתה של קרינה בעובי וסוג החומר:

$I_x = I_o e^{-mx}$

I_x - intensity of photons transmitted across a distance
 I_o - Initial intensity of photons
 m - linear attenuation coefficient
 x - distance traveled

Solve for:

I_x I_o m x

I_x

I_o

m

x

יישומים נוספים:
 תכונות מגנטיות ואקוסטיות של חומרים, ערכי עובי דופן וקטרים של צנרת מעבר בין יחידות אינטש ומ"מ ועוד.

אפליקציה נוספת, חינמית. נקראת X RAY TIMER או Rad Calc.



אפליקציה זו מיועדת לחישוב זמן חשיפה לצילום במקורות גמא, ניתן לבחור את סוג המקור (אירידיום, קובלט או סלניום) את האקטיביות בקירי, עובי פלדה, פקטור של סוג הסרט ומרחק צילום ולקבל את זמן חשיפה הנדרש. יחידות המדידה באינטש.

Carrier 12:29 PM

Exposure Time Calculator

Curies: 100 Indium 192

Steel Thickness (inches): 1

Film Exposure (R Factor): 4.5

Source to Film (inches): 7

Calculate

The exposure time is:
 0 Hrs 0 Mins 30 Secs

Lance D. Henderson © 2009

אפליקציה אחרת שמחירה 7.99 דולר מיועדת לתיקון זמני חשיפה בהתאם לשינוי במרחק וכוללת גם טיימר האפליקציה נקראת GAMMA REY EXPOSURE.



לא הורדנו את אפליקציה זו אך מהתיאור באתר נראה כי האפליקציה בעלת יכולות מוגבלות.

Gamma Ray Exposure

Inches Millimeters

New Distance

Old Distance

Old Exposure Time

New Exposure Time
 00:00.0 sec

Start Timer

Gamma Ray Exposure

Inches Millimeters

New Distance

Old Distance

Old Exposure Time

New Exposure Time
 00:20.0 sec

Stop Timer

00:20.00

אפליקציה זוהי מיועדת לצילום X RAY. מחירה 7.99 דולר/ ההבדל היחידי בין 2 האפליקציות הוא ערך התוצאה, זמן או זמן X זרם. גם אפליקציה זו כקודמתה מוגבלת ולא שווה את מחירה.



אפליקציה נוספת שיכולה לעזור לטכנאי ה-NDT היא PIPE SCHEDULE אפליקציה שמציגה את נתוני עובי הדופן ואת הקוטר החיצוני של צינורות SCHEDULE, מחירה 5.99 דולר.

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

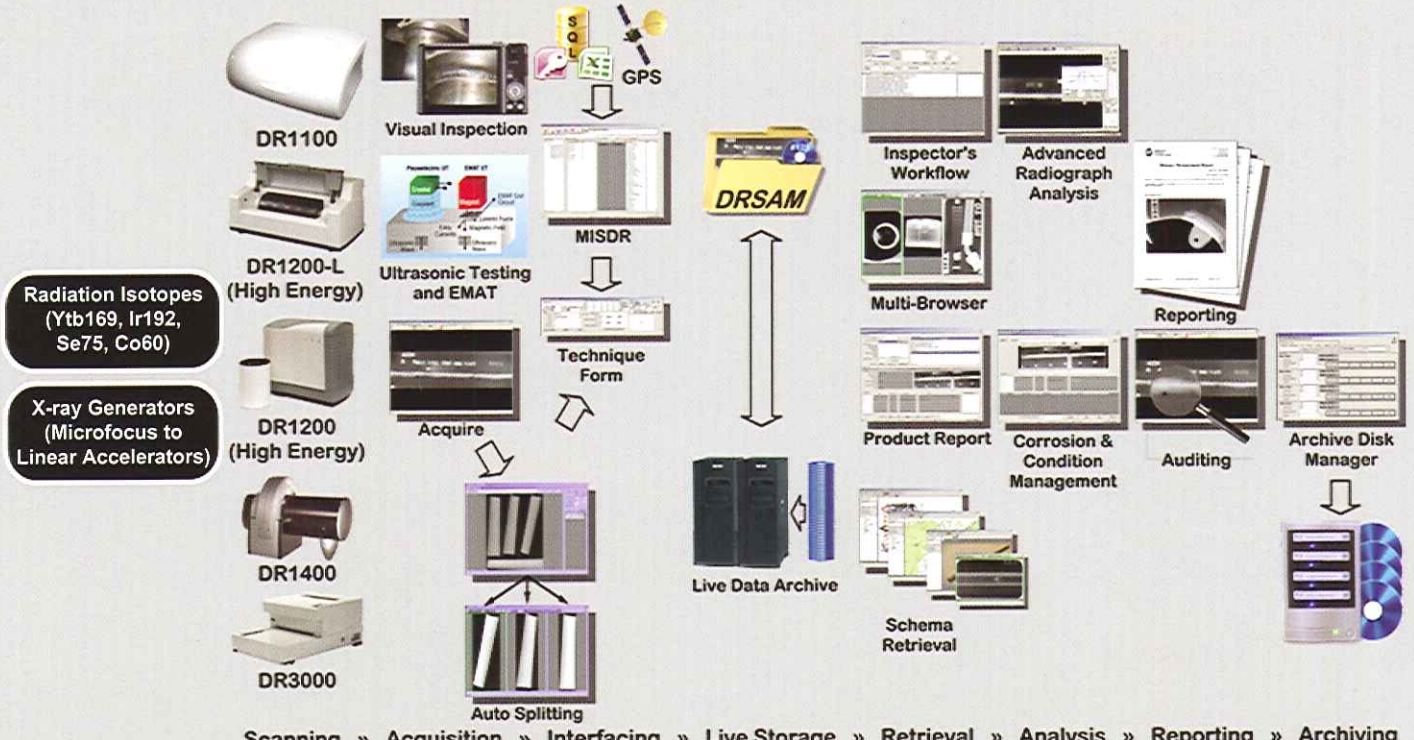


ציוד מקיף ומתקדם לענף התעשייה, איכות הסביבה ובדיקות לא הורסות
מעבדת שירות ותיקונים לכל סוגי מכשירי הרנטגן ומכונות הפיתוח



Manufacturer, Supplier & Training Providers of Digital Radiography Inspection Technology

NDE Digital Radiography Computerised Knowledge System רדיוגרפיה דיגיטלית



Scanning » Acquisition » Interfacing » Live Storage » Retrieval » Analysis » Reporting » Archiving

- Mechanical Manipulators
- Corrosion & Condition Monitoring
- Customisation of Hardware & Software

Some Of Our Customers...



CCIC, Greece CAND, Brazil Nuclear Association of Taiwan