

חדשות אל הרס

ביטאון העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות

2002 • שבט תשס"ב, פברואר 2002 • גיליון מס' 6 • THE ISRAELI NATIONAL SOCIETY FOR NON DESTRUCTIVE TESTING • FEBRUARY 2002



איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות בישראל (ע.ר.)



הכינוס הרביעי של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות
ASNT ISRAEL & NDT 2002

בשיתוף עם איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות וחברי איגוד הרדיולוגים ואיגוד הרנטגנולוגים

THE POWER OF CHOICE

Ultrasonic - Eddy Current - Bond Testing - X-Ray
 Ultrasonic Transducers - Eddy Current Probes



One stop for all your NDT needs.
 One name to remember.



STAVELEY
 NDT TECHNOLOGIES



מ.ב. הנדסה
 :טל 03-5035262



נציגים בישראל:

e-mail: main@mnengineering.co.il , 03-5039511 :פון

חדשות אל-הרס

ביטאון העמותה הישראלית
הלאומית לבדיקות לא הורסת
גיליון מס 6 • פברואר 2002

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

חברי הוועד המנהל

נשיא העמותה: גבריאל שואף

סגן נשיא העמותה: פרופ' עמוס נוטע
פרופ' יצחק סגל, חיים אלמוג, יוסף
ויספלד, אופיר מגל, ד"ר יוסף
שואף, ראובן עצינוני, רפאל ביבס,
רון גדעון, בן-ציון פוקס

המערכת

יהושע ויגודני, ויקטור ביטון, חנה וטר.
עורך אחראי: יהושע ויגודני

הפקה



תירוש (1998) הוצאה לאור בע"מ

יהושע בן-נון 81, תל-אביב
62497, טל' 03-6044959, פקס' 03-6053840

כתובתנו האלקטרונית:

E-mail: tirosh-ab@bezeqint.net

אתר אינטרנט:

www.tirosh-site.co.il

דבר העורך

קוראים יקרים
אני שמח להציג בפניכם את הגיליון
השישי של ביטאון העמותה הישראלית
הלאומית לבדיקות לא הורסת, כפי
שוודאי כבר שמתם לב ביטאון זה הופק
בצבע מלא דבר המאפשר העברת המידע,
והמחשה הן של הכתבות והן של
הפרסומים בצורה טובה יותר.

מכיוון שגיליון זה מתפרסם ביום העיון
ויחולק גם לכל באי הכנס, החלטנו
לפרסם את תקצירי ההרצאות אשר חלקן
מהוות כתבות בפני עצמן.

ובהזדמנות זאת אני קורא לכל העוסקים
בבדיקות לא הורסת, לשתף אותנו
בידיעות ובכתבות על פעילותכם שיוכלו
להופיע בביטאון הבא.

תודתי לכל אלו שהשתתפו ותרמו
להוצאת הביטאון.

יהושע ויגודני

נאום פתיחה של גבי שואף - נשיא העמותה בכנס העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסת (ע"ר)

מר עודד טירה: נשיא התאחדות התעשיינים
ד"ר גיזפה נרדוני: נשיא המועצה הבינלאומית של
הפדרציה העולמית לבדיקות לא הורסת
ד"ר יואב סרנה: יו"ר איגוד מהנדסים לבנייה ותשתיות
אורחים נכבדים, עמיתים ועמיתות למקצוע, ברוכים
הבאים.



לפני כשנה, בכנס השנתי השלישי שלנו,
דיווחנו לכם על עמידתנו המוצלחת
ביעדים שהצבנו לפנינו. ביניהם אוכל
למנות את הכרתנו על ידי הפדרציה
האירופאית והמועצה הבינלאומית
לבדיקות לא הורסת ועמידתנו
בסיקורים שלהם, עריכת בחינות
מטעמנו, הקמת הגוף המסמך לכו-
אדם וחתימתנו על הסכם בילטרלי עם
TUV ומולטיטלרלי עם אירופה להכרה
הדדית של ההסמכות והגופים
המסמיכים.

בשנה זו אנחנו יכולים לציין את פעילותנו המוצלחת
בשימור ההישגים שנמנו, המוצאת את ביטוייה בסיקורי
גוף ההסמכה של אירופה ובהשגת מטרות נוספות אותן
אזכיר בהמשך.

הפרלמנט האירופי קבע בדירקטיבה מיוחדת שמיכלי
לחץ יוכלו להיות מסופקים לאירופה לאחר חודש מאי
הקרוב, כשאחד התנאים לכך הינו שהחותמים על
הבדיקות הלא הורסת הינם בודקים שעברו בחינות
מטעם TUV המשמש כגוף הסמכה אירופאי. העמותה
שלנו קיבלה את הסמכות לבחון ולהסמך בודקים
בשם TUV. שמונה בודקים שעמדו בהצלחה בבחינות
שלנו, יקבלו היום ממר עודד טירה נשיא ההתאחדות
התעשיינים, תעודות הסמכה אירופאיות על מנת
שיוכלו לשמש כבודקים לפי הדירקטיבה הזו.

בנוסף, המשכנו להדק את הקשר עם האגודות
לבדיקות לא הורסת בארה"ב ובאירופה מהן אנו
זוכים להערכה מקצועית רבה.

הבדיקות הלא הורסת שהתפתחו בעיקר בשטח
התעופה והחלל, נכנסות היום להרבה מגזרים אחרים
ובניהם: תעשיות המתכת, הבניין והתשתיות, הרפואה,
הארכיאולוגיה, האומנות, הקרימינולוגיה ועוד.

כמעט ואין הבדל בין מכשיר NMR או CT תעשייתי
או רפואי, לא מבחינת הכישורים הנדרשים להפעלתו
ולא מבחינת הדיאגנוסטיקה. כך גם לגבי מכשור
אולטרסוני, בורוסקופי ואחר.

נושא המבנים "החכמים" מעסיק היום את מהנדסי
הבניין ואת אנשי המקצוע המפתחים גלאים שיחישו
בתזוזות העלולות לגרום לקריסתם של בניינים וגשרים
עקב רעידות אדמה. חומר מגנטוראולוגי המתמצק
ומתנזל בגלל השפעות מגנטיות, עשוי להפעיל מערכות
בלימה שיקזזו את התזוזות ויפחיתו את הסיכונים
הנובעים מרעידות אדמה. חברנו ד"ר דורון שליו שהינו
אחד החלוצים בתחום זה נמצא בינינו ונוכל לשמוע
ממנו חדשות וציפיות לעתיד.

בתחום התעופה, ברצוני לציין את מערכות הסימולציה
המיוחדות הפועלות במטוסים ובחנות יותר ויותר

פונקציות העוללות לגרום לכשל. מתקן מיוחד בוחן
את ההתדרדרות של מדחסי הדרגה הראשונה והשנייה,
את חסימת הצנרת של מדחס הביניים ושל הטורבינה
במנוע. הנתונים מתרכזים בעקומות זרימה כנגד לחץ
יחסי, היוצרות מפת כשלים המאפשרת לחזות את
מועדם ולבצע תחזוקה מונעת. יחידות ניטור כאלה
נכנסות יותר ויותר לכל תחומי החיים
ומספקות מידע המאפשר פעולות
ממוחשבות למניעת כשלים ואסונות.
כל אלה הביאו אותנו למחשבה שאסור
לנו לשקוד על שמרינו ולהסתפק
בשיטות הבדיקה המסורתיות. יצרנו
קשר עם העמותות בארץ בהן התחילו
להתפתח שיטות הבדיקה החדשות
וכאשר גילינו שהעניין הינו משותף,
הקמנו אצלנו מערך שיתוף פעולה
לבניין ותשתיות, לתעופה, לרדיולוגיה
ורנטגנולוגיה שלהם בעיות דומות
לשלנו שהם: הכרת הציד, רכישת
ניסיון בדיאגנוסטיקה, בחינות
והסמכות ועוד. הכנס הזה מוקדש לעידן החדש ולקשר
עם עמיתינו מהאגודות האחרות.

נמצאים בינינו היום מספר אורחים נכבדים:
מר עודד טירה, נשיא התאחדות התעשיינים אשר היה
אורח הכבוד שלנו גם בכנס הקודם.

מר טירה פרש עלינו את חסותו. רב היה הסיוע שקיבלנו
מהתאחדות התעשיינים בראשית דרכנו. עד היום דלתו
פתוחה לפנינו ואוזנו קשובה לבעיותינו. ארשה לעצמי
להודות לו בשמכם ולברך אותו על בחירתו מחדש
כנשיא ההתאחדות. המדינה נמצאת בעיצומו של משבר
כלכלי כמוהו לא הכרנו שנים רבות. התעשייה
וה"הייטק" סופגים את עיקר המשבר וזה פוגע ישירות
בנו. אנו ערים לפעולותיו של מר טירה ומאחלים לו
הצלחה בתפקידו.

ד"ר גיזפה נרדוני, נשיא המועצה העולמית לבדיקות
לא הורסת, המשמש חבר כבוד בעמותה, סייע לנו בכל
דרכינו והפגין את אהדתו לנו ולמדינת ישראל בכנס
העולמי ברומא שנערך בשנה שעברה. חיבתו והערכתו
לעמותה ולמדינתנו, הביאו אותנו שוב אליו על אף כל
החששות מהמצב הביטחוני ואנו מעריכים זאת מאוד.
ד"ר יואב סרנה, יו"ר איגוד המהנדסים לבניין
ותשתיות, חברינו מהאיגודים לרדיולוגיה ורנטגנולוגיה,
תבורכו על הקמת התאים לבדיקות לא הורסת
בעמותה שלנו. הערכתנו ותודתנו נתונה גם לאיגוד
לאבטחת איכות, על הידוק הקשרים אתנו שימצאו
ביטוי בקיום מפגשים משותפים בעתיד.

ברצוני להודות מקרב לב לנותני החסות לכנס זה
ובראשם לד"ר גרי פסי מחב' סונוטרון על חסותו
הנדיבה במיוחד, לאיגוד ישראל דוד על היענותו לשאת
את הרצאת הפתיחה המעניינת, למרצים ולמעבידים
שלכם אשר מצאו את הכנס חשוב מספיק ואפשרו את
נוכחותכם כאן. תודתנו לד"ר יוסי שואף, יו"ר הסקציה
ASNT / ISRAEL ויו"ר הוועדה המארגנת, לוועדה
המארגנת ולכל אלה שעזרו לנו בקיום כנס חשוב זה.

אני מאחל לוועד המנהל ולכולם כנס פורה ומהנה.

מגדלי התאומים - ניתוח הכשל - מסקנות ראשוניות



*אינג' ישראל דוד M.Sc

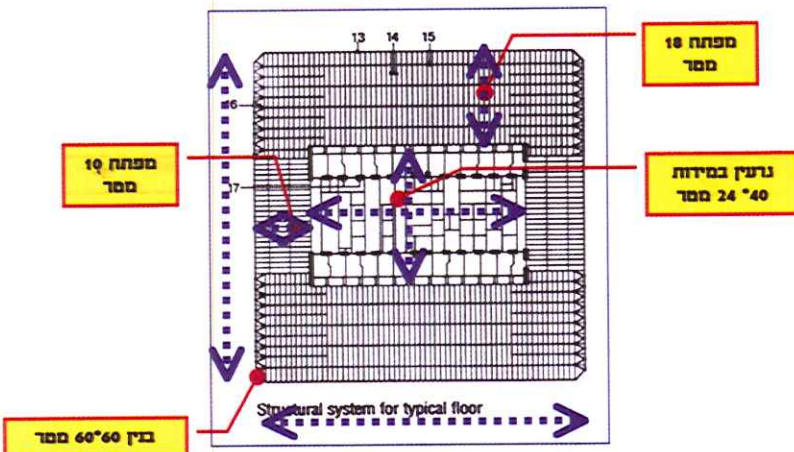
כללי

מגדלי התאומים הוקמו בחלק הדרומי של האי מנהטן בניו יורק במסגרת חלק מהקומפלקס של מרכז הסחר אשר כלל בנוסף עוד חמישה בניינים שה"כ 7 בניינים. כל המבנים הוקמו מעל שתי קומות מסחריות ושלוש קומות חניה. במסגרת שטח המתחם עוברים שני קווי מטרופוליטן במפלס המרתף השני.

הקונצפציה ההנדסית:

במגדלי התאומים יישמו את אחת הסכמות המתוחכמות בהקמת מבנים רבי קומות. בסכמה הזאת השתמשו במעטפת החיצונית הנושאת גם כמערכת הראשית לייצוב המבנה לכוחות אופקיים. בפועל לא קיים גרעין מרכזי במבנה. העובדה כי יוצרים מעין גרעין במידות הקונטור החיצוני של המבנה במידות 60 על 60 מטר, נתנה אפשרות לקשיחות גדולה מאוד לייצב את המגדלים לכוחות האופקיים בצורה יעילה. סכמה זאת היא אבן דרך היסטורית בהתפתחות המבנים הגבוהים בעולם מאחר והגרעין המרכזי כמערכת מייצבת מיצה את עצמו בבניינים עד 30 קומות.

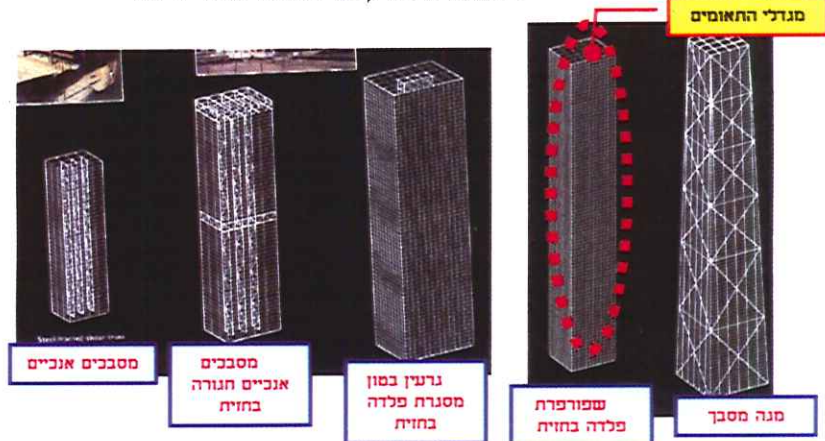
מעבר לכך נדרשה גישה אחרת. בתרשים המצורף ניתן לראות את התפתחות המערכות הסטרוקטוראליות בהקשר זה. המבנה הקונסטרוקטיבי התבסס על קונסטרוקציות פלדה עם מערכת עמודים פנימיים שיצרה את אזור המעליות המרכזי. מערכת זאת סגרה אזור של 40 על 24 מטר. בפריפריה מוקמו לאורך החזיתות 61 עמודים במרחק של 1.0 מטר אחד מן השני. בין החלק המרכזי למעטפת הורכבו מסבכים ל-18 מטר בגובה של כ-1.0 מטר. בין



סכמה של קומה טיפוסית

עמודי המבנה החזית חוברה קורת שפה שיצרה ביחד עם העמודים את המבנה הקופסתי של החזית. העמודים מפלדה במידות של 45 על 45 ס"מ משולבים בחזית עם ציפוי של אלומיניום והגנה נגד אש. החזית הורכבה באתר מפנלים של עמודים וקורות פלדה בדומה להרכבה של קירות טרומיים. שיטת ההרכבה הייתה בקונצפציות חיבורי סטאגארט שבה נשמר העיקרון של ביצוע חיבורים במפלסים שונים. כלומר המערכת הורכבה בגבהים שונים בצורת שח מט, כך שלא יוצר מצב שכל חיבורי המבנה נמצאים במישור אחד בלבד. גישה זאת אומצה גם בתקן הישראלי לרעידות אדמה בו נדרש כי לא כל חפיפות הברזל של הזיון האנכי בגרעינים יבצעו חפיפה במישור אחד.

סכמות סטרוקטוראליות אופייניות



* ישראל דוד הוא ממנהלי משרד י.דוד מהנדסים בע"מ ומשמש כסגן יו"ר איגוד המהנדסים לבניה ותשתיות.

התקפת המגדלים ב 11.09.2001

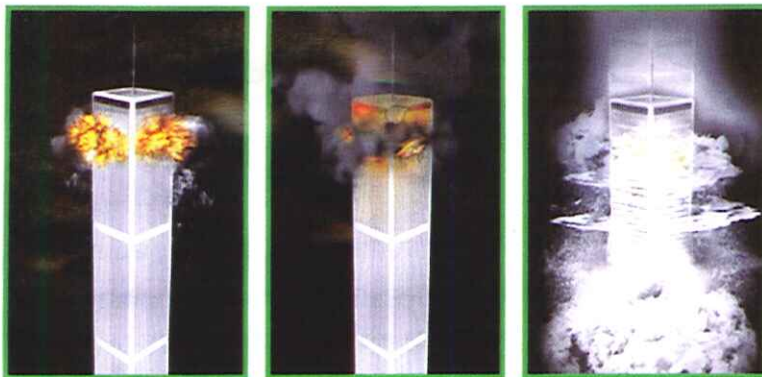
מטוס אמריקאן איירליינס שטס מבוסטון ללוס אנג'לס, פגע בשעה 08:45 במגדל הצפוני במרכז החזית הצפונית שלו באזור קומות 95-103. מטוס יונייטד שטס גם הוא מבוסטון ללוס אנג'לס, פגע בשעה 09:03 במגדל הדרומי בחלק שבין הקומות 82-93. בשעה 10:00 אחרי 57 דקות מאז הפגיעה, התמוטט המגדל הדרומי. בשעה 10:28 אחרי 103 דקות ממועד הפגיעה בו התמוטט הבניין הצפוני.

האנטומיה של כשל המגדל הדרומי

המגדל הדרומי שנפגע שני, קרס ראשון. צורת הקריסה שלו מתוארת בתרשים הרצי"ב. כפי שאפשר לראות, למרות פגיעה של הפינה הדרומית, המגדל קרס לכוון הצפון בנטייה. בפועל השתבשה מערכת העברת הכוחות בפינה הנפגעת וטבעי היה שהמבנה יקרוס במקום שהעמודים שלו הוסרו. אולם למרות זאת, המגדל קרס לכוון השני. אפשר להסביר תופעה זאת אם בוחנים את המבנה הסטרוקטוראלי של החזית. כתוצאה מהעובדה כי חזית זאת תוכננה כאלמנט מקשיח מעין דיאפראגמה, העומסים האנכיים שהגיעו מהקומות העליונות מעל מקום הפגיעה, עברו דרך הקשיחות הטבעית של החזית לפינה הנגדית. שם, התרכזו עומסים כפולים ממה שתוכנן בפועל והעמודים לא הצליחו לעמוד בלחץ הנוסף. אין ספק שגורמים נוספים שיבשו את פעולת היציבות. ההתחממות כתוצאה מהשריפה של כמויות עצומות של דלק מטוסים שיבשה את מערכת ההגנה נגד אש והפלדה התנזלה. גם הפגיעה במערכת של התקרות שתפקידם הנוסף הוא לייצב את העמודים כנגד קריסה, גרמה להגדלת אורכי הקריסה של העמודים ותרמה לכשל.

- קריסת מערכת ההגנה נגד אש על העמודים.
- פגיעה במבנה התקרות אשר תמכו את העמודים בכל קומה ויצרו אורך קריסה של קומה לעמודים. עם הפגיעה במערכת תמיכה זאת משתבשת כל סכמת היציבות של העמודים.
- בשעת קריסת המגדל הדרומי הסמוך, נוצרו זעזועים רציניים שנמדדו על ידי מדידים סיסמוגרפיים. עוצמת הרעידה הייתה שקולה לרעידת אדמה בעוצמה של 2.1 בסולם ריכטר. אולם הקרבה של המגדל הצפוני למקור הרעש הוא גורם מכריע באובדן היציבות.

האנטומיה של הכשל מוערכת כאובדן כושר הנשיאה של העמודים מתחת למקום הפגיעה בשילוב עם התמוטטות החלק העליון של המגדל ויצירת אפקט שרשרת. יש לזכור כי גם במגדל הדרומי וגם במגדל הצפוני, לא היו אלמנטים מבטון מיגוניים ברמה של הדף. וכל תיאוריית הבטיחות התבססה על הגנה נגד אש ללא התייחסות למיגון ההדף.



אנטומיה של כשל המגדל הצפוני

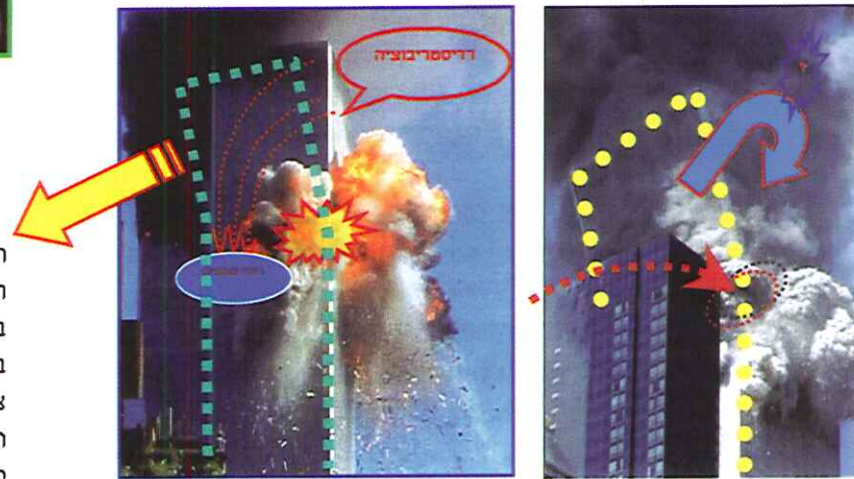
האם בניינים מסוגלים לעמוד בפני פגיעת מטוסים

רבים התלבטו בשאלה האם בניינים צריכים להיות מתוכננים כנגד התרסקות של מטוסים. רב המומחים שנשאלו בתקשורת, טענו ששום בניין לא יוכל לעמוד בפני העוצמה של חדירת מטוס לתוכו. נכון כי בניינים לא מתוכננים היום לעמוד בפני התקפה כזאת. אולם, לא צריך להיות מומחה גדול כדי להבין שמגדלי התאומים כן עמדו ושרדו אחרי עוצמת הפגיעה של המטוסים. הרי המגדל הדרומי עמד כמעט שעה אחרי הפגיעה והמגדל הצפוני שרד כמעט כפול זמן. אם המגדלים לא היו מסוגלים לעמוד בפני הנגיפה של כניסת המטוס, הם היו קורסים מייד עם המכה. עצם השיהוי בקריסה, מוכיח שעוצמת הפגיעה לא הייתה הגורם הסיבתי לקריסה. חישובים שפורסמו מראים כי עוצמת הנגיפה של המטוסים גורמת לכוח קטן יותר מהכוח של הרוח שהבניינים היו אמורים להיות מתוכננים.

הנזק הסיבתי

כתוצאה מקריסת המגדלים נוצרו נזקים סביבתיים אשר ניתן לאפיין אותם בנקודות הבאות:

- נזקים של בניינים סמוכים.



מנגנון הכשל

התפתחות הכשל של המגדל הדרומי

אנטומיה של כשל המגדל הצפוני

המגדל הצפוני נפגע ראשון וקרס אחרון. במגדל זה הפגיעה הייתה בסמוך לקומות העליונות. בפועל המגדל החזיק 107 דקות כמעט כפול ממה שהחזיק המגדל הדרומי. ניתן להסביר זאת בעיקר בשל העובדה כי הפגיעה במערכת הייתה במפלס גבוה יותר כמעט לקראת הקצה העליון. בניגוד למגדל הדרומי, הכשל של המגדל הצפוני התאפיין בקריסת שרשרת של קומה על קומה מהחלק העליון כלפי מטה. הסיבתיים לכשל נבעו ממספר גורמים.

מדרגות אלו נבנים מבטון מזוין עם פרטי רתום וקשיחות ברמה המאפשרת תפקוד הרבה יותר טוב מחדרי המדרגות של ניו יורק, שעמידותם בכוחות הדף היא כאמור אפסית.

● תופעה נוספת שנבחנה במהלך החילוץ, היא ההתנגשות בין כוחות ההצלה לבין הניצולים, זאת כתוצאה מתנועה זו סטרית בתוך חדרי המדרגות.

בהעדר מערכות חלופיות של מילוט וכתוצאה מניתוק חדרי המדרגות שכאמור היו בנויים מחומרים ללא עמידות, חיפשו הניצולים דרכים חלופיות למילוט. מתוך ייאוש קפצו מהקומות העליונות למותם. אין ספק כי דרך זאת לקפוץ לקרקע מבניינים שדרכי המילוט נסגרו, תביא לפתרונות יצירתיים בתחום החילוץ. למשל מצנחים או מתקני צניחה בדומה לסירות ההצלה באוניות הנוסעים הגדולות.

מסקנות ומחשבות

- הוקמו צוותי חשיבה לבדיקת המשמעות ההנדסית של הקריסה.
- המסקנה כי המבנים לא מסוגלים לעמוד בפני חדירת מטוס לא מדויקת.
- המבנים עמדו כנגד אפקט ה-IMPACT.
- הכוח התוקף קטן מהעומס האופקי במצב גבולי.
- מומלץ לקהילת ההנדסה העולמית לאמץ את חשיבת פיקוד העורף וניסיונם החשיבתי בנושא מיגון חדרי המדרגות והמרחבים המוגנים.
- יש הסכמה בין כל המומחים כי שילוב אלמנטי בטון למערכות ורטיקליות יכול לתת תשובה סבירה להימנעות מקרים כאלו. כזכור הקריסה נבעה מכשל מקומי שגרם להתמוטטות בשרשרת.
- יש לציין כי מגדלי ה-PETRONAS הגבוהים בעולם תוכננו ובוצעו מבטון.
- מהנדסי ניו יורק מודים כי בניו יורק אין דרישה לפרטים המונעים התמוטטות בשרשרת. בארה"ב זה קיים רק באזורים סיסמיים.
- שיפור עמידות אש לאלמנטים ראשיים.
- מגמה לפיתוח פלדה עמידה נגד אש באופן אינטרטי.
- חדרי מדרגות רחבים יותר.
- אמצעי מילוט מתוחכמים יותר.
- קומות בלימה.
- מניעת תכנון אלמנטים רגישים שכל יציבות המבנה תלוי בתקינותם.

העתיד

העתיד בניו יורק אינו ידוע, יקימו ועדות, הרבה פוליטיקה ואינטרסים כלכליים ישפיעו על קו הרקיע של ניו יורק. מכל מקום בשנחאי שבסין מתכננים להתחלת הביצוע של הבניין שישבור את כל השיאים. בניין בגובה 500 מטר כ-60 מטר יותר גבוה ממגדלי הפטרונאס שבקואלה למפור. להערכתנו, זה הסימן המובהק לעתיד. כ"אופטימיסט ידוע" אין דרך חזרה? ■

- פגיעה במערכת המרתפים.
 - פגיעה בקווי המטרו שעברו בתחום הפרוייקט.
- הפגיעה במבנים הסמוכים התחלקה למבנים אשר קרסו בשלבים מאוחרים יותר. זאת בעיקר עקב התפשטות החום וכן בשל הזעזועים שהתרחשו בסמוך בגין קריסת המגדלים. זעזועים אלו גרמו לכוחות דינמיים על היסודות וכתוצאה מכך התערערה המערכת הקונסטרוקטיבית. בנוסף, השפעת האש אשר נגסה בהגנה נגד אש על רכיבי הפלדה. התנולות הפלדה והזעזועים יצרו את התשלובת שגרמה לקריסת מבנים סמוכים. מבנים נוספים בסביבה לא קרסו, אולם מצבם מוגדר כאנוש וכנראה לא יהיה מנוס מהריסתם.
- הבעיה המרכזית היום בחילוץ ופינויי הריסות, מתמקדת בעובדה כי המרתפים הגובלים בפרוייקט נהרסו בחלקים מסוימים. לקומפלקס יש 5 מפלסים מתחת לקרקע. בשביל לבנות מפלסים אלו בוצעה חפירה ודיפון על ידי מערכת של קירות סלארי הקפית בעובי 1.0 מטר מסביב לכל האתר. מערכת זאת שנחפרה מתחת למפלס המים, יוצבה סופית כנגד תקרות המרתף. תקרות אלו משמשות לתמיכה אופקית של קירות המרתף התומכים את לחץ המים והקרקע. עם שיבוש היציבות של תקרות אלו, לקירות המרתף אין תמיכה ויש סכנה להתמוטטות של קירות המרתף פנימה לתוך הפרוייקט. זאת, תוך סיכון של כל הסביבה מבחינת מתקנים בניינים ותשתיות. בשל סכנה זאת, מתוכננים היום פעולת הצלה אשר מתבססות על מילוי אדמה בגבולות הקירות, חפירה תוך שאיבת מים וביצוע עוגנים זמניים לייצוב הקירות.
- התשתיות באזור נפגעו. אולם, הנזק העיקרי בתשתיות הוא פגיעה בקווי המטרו שעברו בתוך הפרוייקט. כאמור שני קווי המטרו שחיברו את הדרום והצפון. מנפילת הבניינים קרסו תקרות המנהרות והתחנות הסמוכות ונחסמה לחלוטין הגישה בקווים אלו. עוצמת הנפילה גרמה לכשל סטרוקטוראלי במערכות המטרו וסתמה את המעברים לתנועה.

קריסת המנהרה של ה-TUBE

חילוץ והצלה

- מערכת החילוץ מהמבנים והאירועים הקשורים בה יהיו אחת הנקודות המרכזיות שיצטרכו לעבור חשיבה מחודשת. אין ספק כי ניתוח תפקוד המערכת יביא את קובעי המדיניות לשינויים מפליגים בתקנות התכנון והבניה. בהקשר לכך יש לציין את העובדות הבאות:
- למרות האמור לעיל, כמות אנשים גדולה הצליחה להיחלץ מהבניינים.
 - מאחר שחדרי המדרגות המיועדים לחילוץ תוכננו לעמוד רק בפני אש, הם נבנו בחומרים ללא עמידות קונסטרוקטיבית כנגד הדף. בפגיעת המטוסים התנתקו מערכות חילוץ אלו מעל ובתוך הקומות שנפגעו. כתוצאה מכך, לא התאפשר פינוי אנשים מהקומות העליונות. נושא זה במדינת ישראל לא היה יכול לקרות בעוצמה זאת. כל אחד מודע לעובדה שמראשית המדינה בחקיקה, יש דרישה לחדרי מדרגות מוגנים ביטחונית. חדרי

על איכות משלמים!

חדש
בדיקות
לתיקרות
פל-קל



אבל על בדיקות איכותיות אפשר לשלם פחות

גבי שואף בע"מ, החברה מס' 1 בישראל לבדיקות לא הורסות, מעמידה לרשותך את הבודקים המנוסים ביותר ואת המעבדות המתקדמות ביותר במחירים שכל פרויקט יכול לעמוד בהם. אתה מוזמן להשוות ולבדוק - גבי שואף!

כמה עובדות שחשוב שתדע על "גבי שואף":

1. החברה מבצעת פרויקטים בכל סדר גודל מהקטנים והפשוטים ועד הגדולים והמורכבים ביותר. החברה מבצעת בדיקות קונבנציונאליות ובדיקות מיוחדות במחירים תחרותיים המאפשרים לכל פרויקט להינות מהבדיקות האיכותיות ביותר בישראל.
2. המעבדות והבודקים של "גבי שואף" מוסמכים על פי התקנים הבינלאומיים, הם בעלי ניסיון רב בבדיקות מכל הסוגים ומעניקים תמיכה טכנית וליווי מקצועי צמוד במהלך הבדיקות ולאחריהן.
3. המעבדות של "גבי שואף" פרוסות בצפון, במרכז ובדרום הארץ והן עומדות לרשותך בכל עת ובהתראה מיידית.

בדיקות לתיקרות פל-קל

בדיקות מקצועיות בשיטות לא הורסות מהמתקדמות בעולם. תוצאות הבדיקה מיידיות. הערכת הבדיקות והיעוץ נעשות ע"י בכירי מהנדסי הבניין בארץ.
יעוץ ראשוני ללא תשלום

גבי שואף בע"מ - בדיקות לא הורסות ופיקוח איכות

משמר השבעה: רח' אליהו שמיר 5, טל' 03-9605559. פקס, 03-9604160.

E-Mail: shoef@netvision.net.il

מעבדת צפון: חיפה, תל חנן דרך בר-יהודה טל' 04-8214826.

מעבדת דרום: באר-שבע, רח' הבדיל 28, את. עמק שרה טל' 08-6278465

בקר אותנו באתר החברה: www.gabishoef.co.il



בדיקות לא הורסות חובקות תחומים רבים

פרופ' עמוס נוטע, אבטחת איכות ואמינות, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה

שינוי בתפיסת הבל"ה

תפיסת הבל"ה שהייתה מקובלת במשך שנים רבות השתנתה רבות בעשור האחרון. לשינוי זה השלכות רבות על העוסקים בתחום זה, על ההכשרה הנדרשת מהם ועל המחקר והפתוח הנדרשים. הגורמים העיקריים שגרמו לשינוי הינם: יכולת המחשוב שהתפתחה בו זמנית עם המזעור של החומרה והגשישים; טכנולוגיית המידע; ההתמקדות בניטור תהליכי הייצור בנוסף לבדיקת המוצר הסופי; יכולות התקשוב המאפשרות מעקב מרחוק אחר התנהגות מוצר בשירות, ניטור ובקרה ע"י חישה מרחוק וההתפתחויות ברובוטיקה תוך הסתמכות על טכנולוגיות המיקרו והנאנו.

מחשוב וטכנולוגיית מידע

יכולות המחשוב והטיפול במידע בנפחים גדולים במהירות רבה אפשרו הגדלת האמון בתוצאות המתקבלות מבל"ה. באמצעות מעקב אחר תהליך הייצור ניתן לצבור מידע מפורט על כל פריט בפני עצמו והמידע משמש לאחר מכן כבסיס לניתוח התוצאות המתקבלות ממנו תוך כדי שירות. התפתחות המחשבים והנדסת המידע מאפשרת איחוי מידע המתקבל מבדיקות משלימות בשיטות שונות. שילובן של התוצאות הללו מגדיל את הסתברות הגילוי ומאפשר כימות של מדדים שאינם ברי מדידה ישירה.

תמורות אלו גרמו לכך שחלה התמקדות בתוצאות מכומתות ואינטרפרטציה המבוססת על מידול, סימולציה ופתרון ה"בעיה ההפוכה" כמעט בזמן אמת. בדרך זו מתקבלים נתונים המהווים בסיס להחלטה אובייקטיבית. האפשרות לפקח על הבדיקה באמצעות תוכנה, יצרה מתכונת בדיקה מוכתבת המונעת מהבודק לבצע פעולה לא מתאימה. בדרך זו קטנה התלות בגורם האנושי; במיומנות המבצע, בעייפותו ובתשומת לבו. תוצאות הבדיקות נאגרות במסד נתונים אשר ניתן לחזור ולנתחו, או לשגר למומחה הנמצא במרכז המרוחק ממקום הבדיקה.

היכולות בתחום העיבוד הממוחשב של אותות ודמויות קידמו בצורה ניכרת פיתוח שיטות שהיו בעבר בעלות יישום מוגבל, כגון: שירוגרפיה (shearography); תרמוגרפיה, אינטרפרטציה אופטית;

מיפוי עם זרמי ערבולת; קבלת "חתכים" בפריט עם קרינת רנטגן, גלים אלקטרומגנטיים וגלים אולטראסוניים; הגדלת היכולת לביצוע בדיקות ממרחק כלומר "ללא מגע", כגון השיטות המנצלות לייזרים ליצירת האות האולטראסוני ולקריאתו. אפשרויות אשר בעבר נראו כרעיונות מעניינים בלבד הפכו לברי ביצוע ויישום, כגון קבלת "חתכים" מקרינת רנטגן מפוזרת



פרופ' עמוס נוטע

(תוך ניצול של אפקט קומפסון), דמויות טומוגרפיות תלת ממדיות המשלבות מידע מטומוגרף ממוחשב ומידע מרזוננס מגנטי ושילוב מידע מזרמי ערבולת עם תוצאות מבדיקות אולטראסוניות. יכולות אלו מאפשרות בדיקה מהירה של שטחים גדולים מרחוק ומבלי לגעת בפריט.

המהירות הרבה בה מפוענח המידע הובילו לפיתוח בדיקות של פריט הנמצא בתנועה, כלומר ל"בדיקות דינמיות". הבדיקות הן אקטיביות ע"י עירור של הפריט או "הארה" שלו עם אנרגיה וגם פסיביות ע"י קליטת אנרגיה הנפלטת ממנו (תדרי רעידות, חום, רעש וכד'). בשתי הצורות מדובר על צבירת מידע, עיבודו והצגת גדלים בעלי משמעות כפונקציות במרחב רב ממדי. כדוגמה לבדיקה אקטיבית אזכיר אנליזה כימית מהירה של זורם בצנרת באמצעות קרינת אינפרא אדום NIR.

מזעור גשישים וחומרה

המזעור הוביל להתפתחות של מכשור חדש שניתן להרכיב אותו בקלות על פלטפורמות שונות ובכך נפתחו אפשרויות למדידה במקומות שלא ניתן היה להגיע אליהם קודם לכן. נזכיר לדוגמה את הבורוסקופ (borescope) המיניאטורי הקולט דמויות עם CCD ומעבירן בצורה דיגיטלית למערך עיבוד ממוחשב; מצלמות מיקרו וגשישים זעירים ש"חרק" מלאכותי (רובוט) או "זחלן" (crawler) זעיר, יכולים לשאתם אל מקומות קשי גישה; גשישים המושתלים במוצר או עוטים אותו על מנת שידווחו על מצבו בעת שירות.

האצלת הבל"ה לתחומים רבים

ה"כלים" והגישות שפותחו הרחיבו את היישומים של הבל"ה לשטחים שאינם תעשייתיים, אזכיר לדוגמה גיאופיסיקה, חקלאות, סביבה (חישה מרחוק), מזון, רפואה, מתקנים רפואיים, הנדסה

אזרחית, אמונת, בטיחות, הגנה וביטחון (מערכות למניעת פעולות טרור וחדירות לא מבוקרות, גילוי מוקשים, רחרחנים), רובוטיקה וארכיאולוגיה.

תוך כדי מעבר משטח לשטח נערכו התאמות המתחייבות לאור אילוצים חדשים הקיימים שם. לדוגמה השימוש בשיטות רדיוגרפיות לדיאגנוסטיקה רפואית הציג אילוצים הנובעים ממגבלות של מנת קרינה מותרת לאדם. בצינתור מיושם הניסיון של הבורוסקופ בכפיות לאילוצים הנובעים מחדירה לגוף האדם. לניטור מזון פותחו ביוגשישים (biosensors) המיועדים לגילוי מהיר של מחולל מחלה (pathogen) מסוים.

בשטח החקלאות אזכיר את החקלאות המדוייקת ואת ניטור הבריאות של אלמוגים, יערות ושמורות טבע.

בהנדסה אזרחית אזכיר את ניטור "בריאות" מבנים (structural health monitoring). תחום זה מתייחס לחומרים ומבנים "חכמים" כגון: תשתית אזרחית (גשרים, בנינים, דרכים, תחנות כוח, מגדלי קידוח וכד'), תעופה, כלי רכב וכלי שיט, מכלים, צנרת, אריגים וכד'. מבנים אלו משדרים מידע על מצבם, עומסים המופעלים עליהם, נזק שנגרם להם, רמת קורוזיה, דליפה, חוס, הלמים מכניים וכד'. במקומות בהם הבדיקה מצביעה על התפתחות של בעיה בטיחותית מופעלים על סמך התוצאות אמצעי הגנה ומניעה באופן אוטומטי (לדוגמה כריות האוויר המתנפחות ברכב בתגובה למידע על הלם). לקבוצה זו משתייכים גם מתקני שדה "חכמים" המשדרים מידע על מצב פעולתם ועל התהליכים שהם מבצעים.

תורת המדידה

המשותף לכל מערכות המדידה בשטחים השונים הנם האלמנטים הבסיסיים של תורת המדידות. פיתוח של שיטה מחייב טיפול במאפיינים כגון: יחידות המדידה, כיוול, טווח המדידה, יעילות, סף גילוי, הסתברות גילוי, אי ודאות, כושר הבחנה, דגימה, הוכחה (ולידציה) ואימות (ורייפיקציה). הניסיון שהצטבר מפיתוח ויישום שיטת בדיקה בשטח מסוים חוסך זמן ומאמץ עם האצלת השיטה לשטח אחר. לכן חשוב שמומחים משטחים שונים יהיו קשובים להתפתחויות בשיטות המדידה גם אם לכאורה הן אינן קשורות ישירות לתחום מומחיותם.

תרומת העמותה הישראלית לבל"ה

לאור כל האמור ברור שמדידות לא הורסות, כלומר אלו שאינן פוגעות בישות הנבדקת, חודרות לתחומי פעילות רבים ומגוונים ונטייה זו תלך ותגבר בעתיד. לכן העמותה הישראלית הלאומית לבל"ה לקחה על עצמה את המשימה להוות פורום למפגש של מומחים מתחומים שונים, אשר במסגרת זו יחלקו את ידיעותיהם וניסיונם. המפגש, במסגרת העמותה, יגביר את ההאצלה של יכולות

משטח לשטח. הדיונים, הברורים והחלפת המידע יביאו למעבר מהיר של רעיונות, שיטות וכלים. ויעודדו שיכלול של גישות, שיפור של מכשור ומחקר ופתוח מקוריים.

לשם כך יתקיימו בנוסף למפגש השנתי, ימי עיון וסדנאות המוקדשים לנושאים מסוימים, יופעלו צוותים לברור נושאים, למתן המלצות ולהכנת מסמכי עמדה. באמצעות ה-e-mail ועיתון העמותה יפורסם מידע על פעולות אלו.

העמותה פיתחה יכולת ייחודית בארץ והיא התעדה של עובדי בל"ה בהתאם לכל הדרישות הבינלאומיות ולכן התעודות המוענקות על ידה מוכרות וקבילות בעולם. יכולת זו ניתנת להרחבה כך שתכלול בודקים משטחים נוספים מעבר לאלו של הבל"ה הקלאסיות. זוהי תרומה ראויה לציון של העמותה למדינת ישראל ולשגשוג כלכלתה.

המפגש היום הנו כבר בסימן של הרחבה, הוזמנו לכאן עמיתים משטחים שלא השתתפו עמנו בימי עיון קודמים. כולנו נשמע ונשמיע, נברר ונגשש ותהא זו ההתחלה.

אני קורא לכל חברי העמותה ותומכיה בארץ ובח"ל ולמומחים משטחים שונים להצטרף למאמץ המשותף לתרום ולקצור פירות. ■

לאמנון גרוס

חישולי כרמל

ברכות על הצלחתך במבחני חידוש ההסמכה לרמה III של חברת HONEYWELL באולטרסאונד ובצבע חודר

העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות מברכת את הנבחנים שעמדו בהצלחה במבחני ההסמכה של TÜV לבדיקת מכלי לחץ לפי הדירקטיבה האירופית

שחר דגן, אורמת תעשיות - צבע חודר

איגור מילמן, אורמת תעשיות - צבע חודר

מרדכי יתח, אורמת תעשיות - צבע חודר

יוסף דהאן, טוטנאור - צבע חודר

אלכסנדר לפידוס, גבי שואף - אולטרסוניק

צבי איצקוביץ, גבי שואף - רדיוגרפיה

בני חולי, גבי שואף - צבע חודר

יהושע ויגודני, גבי שואף - חלקיקים מגנטיים

ראיון עם פרופ' גרגורי בן אברהם קרוג

מרכז בקרת מסילות ארצי ברכבת ישראל

מאת שוקי יגודני

לשמירת כיולי בדיקות, ויכולת להוציא פלט מודפס של תוצאות הבדיקה, הביאו למהפכה בתחום ציוד הבדיקה שהיה ברשות המעבדות. כמו כן הכניס לשימוש נרחב את ה DGS - לוח למדידת גודל פגם אקויוולנטי.



פרופ' קרוג לא הסתפק בהגדרת הדרישות בלבד, אלא פעל להדריך את צוותי הבדיקה בעבודה לפי המפרטים ובליויי הצוותים בעבודתם בשטח. עד היום הוא בורר את הבודקים, אשר יבצעו

את הבדיקות על ידי בחינות ומעקב אחרי ביצועיהם.

במסגרת תפקידו הנוכחי, כאחראי על הבטחת האיכות של פסי הרכבת בישראל, אחראי גם על בדיקות הפסים בזמן הייצור, על ביצוע הריתוכים בין הפסים ועל בדיקת הריתוכים והפסים.

מלבד הבדיקות המבוצעות על ידי קבלני המשנה בפיקוחו, אחראי קרוג גם על הפעלתן של שתי קרוניות, האחת לבדיקות אולטרסוניות של הפס עצמו והשניה לבדיקות גיאומטריות.

הקרונית לבדיקה אולטרסונית מופעלת על ידי טכנאי מחברת Scanmaster, חברה ישראלית אשר פיתחה את ציוד הבדיקה. הקרונית נעה במהירות איטית ובודקת באמצעות גששים אולטרסוניים פגמים בפסי המסילה.

הקרונית לבדיקה גיאומטרית נעה במהירות גבוהה יותר, ובאמצעות סנסורים אלקטרומגנטיים בודקת את כל הפרמטרים הגיאומטריים: רוחב המסילה, פיתול הפס, הפרשי גבהים בין הפסים, סירוגל (ישורת הפס) ושקעים במסילה.

עד 1994 חוברו פסי הרכבת בשיטת Electrothermit, שיטת חיבור הדומה לתהליך יציקה, ביוזמתו יובאה לארץ שיטה מתקדמת יותר, המבוססת על התנגדות חשמלית הנקראת שיטת הבזקה flash butt welding. שיטה זו מורידה את כמות הפגמים בריתוכים בלפחות סדר גודל אחד, כיום קרוב ל 90 אחוז מהריתוכים המבוצעים ברכבת ישראל, מבוצעים בשיטה זו, מלבד המקרים הבודדים בהם שיטה זו אינה ישימה בגלל אורך פס קצר, במפגמים ובקטעים קצרים.

שיפור, תכנון, ביצוע, מערכות אבטחת איכות והכנסת תהליכי בדיקה מתקדמים, מעלים את בטיחות הנסיעה ברכבות: הם אפשרו את העלאת מהירות הנסיעה מ 90 קמ"ש בתחילת שנות התשעים עד למהירות של 150 קמ"ש ברכבות החדשות, ובהתאמה את העלאת נפח התנועה פי שלוש ויותר.

בנוסף לעבודתו ברכבת ישראל, משמש פרופ' קרוג כמרצה לבדיקות אולטרסוניות, מגנטיות ואלקטרומגנטיות ומנחה לעבודות גמר לתלמידי תואר שני בפקולטה לאבטחת איכות ואמינות בטכניון. הוא מייצג את ישראל בפורומים שונים בעולם, כגון הקונגרס העולמי לבדיקות אולטרסוניות ביפן שהתקיים בשנת 1997, שם זכה לתעודת כבוד, וכנציג ישראל בוועדה הטכנית של הקונגרס העולמי ה-15 לבדיקות לא הורסות, שהתקיים ברומא בשנה שעברה. ■

"... בין מורי והאהוב מביניהם היה פרופ' קרוג שמנהל היום את הבדיקות האולטרסוניות ברכבת ישראל ומרצה בטכניון בתחום זה." - מתוך דבריו של דר' גרי פסי בראיון לביטאון חדשות אל הרס, בגיליון מספר 4.

בחרתי להציג בפניכם את דמותו ופעילותו של אחד מחלוצי הבדיקות האולטרסוניות לפסי רכבת בברית המועצות ומאוחר יותר גם בישראל. גרגורי בן אברהם קרוג נולד ב-1937 בברית המועצות וגדל בלנינגרד, שם סיים בשנת 1959 תואר שני כמהנדס רכבות חשמליות. לאחר מספר שנות עבודה כמנהל עבודה במפעל לריתוכי מבנים, חזר ב 1962 לאוניברסיטת לנינגרד לעבודת מחקר בנושא בדיקות אולטרסוניות. שם תכנן ובנה את אחד המכשירים הראשונים בעולם לבדיקות אולטרסוניות של פסי רכבת, ששימש לבדיקה הן בגלי אורך והן בגלי רוחב.

במהלך שנות המחקר והפיתוח נבנו במחלקה אותה ניהל, עוד דורות רבים של מכשירים לשימוש זה, כאשר בדגמים המתקדמים הוכנס שימוש במחשבים לצורך איסוף נתוני הבדיקות.

כיום פועלים ברחבי ברית המועצות קרוב לששת אלפים מכשירים, אשר פותחו ויוצרו לפי תכנונו של פרופ' קרוג.

בשנת 1968 קיבל את התואר השלישי בנושא "אמינותן של הבדיקות האולטרסוניות לפסי רכבת", ושימש כיועץ סגן שר התחבורה בתחום זה. על פעילותו זו זכה במדליה "מצטיין ראשון במעלה", מדליה לה זוכים רק מתי מעט.

בשנת 1978 הקים את המחלקה הראשונה בברית המועצות, ללימוד בדיקות לא הורסות של פסי רכבת ומבנים לתואר שני, כאשר הבדיקות העיקריות בהן עסקו היו בדיקות אולטרסוניות, בדיקות בזרמי ערבולת ובדיקות מגנטיות.

עד עלייתו ארצה, הכשיר קרוג לתואר שני כמאתיים וחמישים מהנדסים, ביניהם מספר מהנדסים הפועלים כיום בישראל (דר' גרי פסי, מרינה קריצקי, זנה סורקין ואלכס סגל).

את תואר הפרופסור קיבל בשנת 1990 על עבודתו בנושא "אופטימיזציה של הבדיקה האולטרסונית על ידי קבלת נתונים על תהליך בזמן אמת", בתרגום חופשי: שינוי בפרמטרים של הבדיקה, תוך כדי תהליך הבדיקה, על סמך המידע המתקבל מהרכיב הנבדק (כגון רעשים, הנחתה וכד').

למרות הישגיו הרבים והמעמד הרם אליו הגיע, הרגיש שקידומו נבלם בגלל היותו יהודי, ובסוף שנת 1990 החליט לעלות עם משפחתו לישראל וכפי שניסח "אין מקום אחר ליהודים".

בארץ קיבלה את פניו מלחמת המפרץ, האולפן ללימוד עברית נסגר וכך, כשהעברית בפיו דלה, החל לחפש מקום עבודה בישראל.

הראשון שהבין את הפוטנציאל הטמון בפרופסור העולה, היה המהנדס הראשי של רכבת ישראל, קלמן סלוצקר, שקיבל אותו לעבודה, למרות הקושי בתפקוד שנבע מקשיי השפה. " הקלטתי את הדיונים בהם השתתפי ובערב הקשבתי וניסיתי להבין אותם, כך למדתי עברית", מספר קרוג.

לפני כניסתו לתפקיד לא היה שימוש בבדיקות אולטרסוניות לפסי רכבת ולריתוכי הפסים ופעילותו הראשונה הייתה הכנת מפרטי הבדיקה והכנת המכרזים לקבלני המשנה לבדיקות אלו.

דרישותיו במרכז, לשימוש במכשירי בדיקה דיגיטליים בעלי יכולת

LPX SERIES CONSTANT POTENTIAL

*State-Of-The-Art Industrial X-Ray Systems
for Aerospace, Industry and Defense*

Lightweight
Flexible
Digital
Air Cooled
Water Cooled
Panoramic



נציגים בישראל:

LORAD

Industrial Imaging
ISO 9001 Registered

מ.נ. הנדסה
טל: 03-5035262 פקס: 03-5039511
e-mail: main@mnengineering.co.il



התעדת כח אדם לבדיקות לא הורסות בתעשייה ומגזרים אחרים

פרופ' יצחק סגל, אבטחת איכות ואמינות, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה



אשר פותחה למענה. יש לציין שמתכונת ההתעדה האמריקאית היא לפי:

ACCP - ASNT Central Certification Program

מתכונת זו שונה בפרטים מסוימים מהתקן ISO 9712 המקובל על האירופאים, וקיימת בעית האקוילנטיות. לכן מתקבל

שארה"ב לא יכולה לייצא מתקני לחץ לאירופה. נושא זה הועלה ע"י ארה"ב ב-WTO כהפרה של ההסכמים במסגרת ארגון הסחר העולמי. עתה מתנהל משא ומתן ליישור קו בנושא בין אירופה לארה"ב ואין ספק שמה שיסוכם יתקבל למעשה בכל העולם.

גלובליזציה, התעדה והסמכה

כדי לעמוד על מידת החשיבות של הנושא הבה ונרחיב את היריעה. העולם צועד לכיוון של גלובליזציה דהינו, אחידות כלל עולמית או בתאור קליל, "הכפר הגלובלי". לגלובליזציה משמעויות מרחיקות לכת על התרבות בכללותה, תרבות האוכל, הלבוש, הדיבור, הצריכה, ההתנהגות וכו'. כל זאת בנוסף למשמעויות הכלכליות והחברתיות המהפכניות.

בתקציר זה ברצוני להתייחס לקטע טכנולוגי מצומצם. אחד הכלים המשמעותיים להקניית אחידות בייצור הטכנולוגי הם תקנים. התקנים הקלסיים התייחסו לביצועים של מוצרים ולנהלי הבדיקה שלהם. לפני כ-20 שנה הגיעו למסקנה שכדי לשפר את האמינות של מוצרים יש להוסיף נדבך נוסף של תקנים. תקנים המתייחסים למתכונת הביצוע של המוצרים וכן למבנה הניהולי של מערכות הייצור. תוך זמן קצר התרחבה הפעילות לכיוון של שרותים, תחילה טכניים, ובהמשך, למעשה, לכל פעילויות אנוש.

עקרונות הגלובליזציה כוללים בתוכם תנועה חופשית של סחורות, הון ומידע (לא עובדים כמו באיחוד האירופאי). המגבלות הלגיטימיות הבלעדיות להגבלת תנועה חופשית של סחורות הן חסמים טכניים בגין: בטיחות, בריאות האדם, הגנה על החי, הגנה על הצומח ועל הסביבה.

הצגת ראיות שאמנם מוצרים מסוימים עומדים בדרישות המצדיקות הסרת החסמים הטכניים מחייבים ביצוע בדיקות ומדידות. דרישה זו מעלה מיידית סדרה של שאלות כגון:

- מי רשאי להנפיק תעודה?
- מי הבודק ומה הכישורים שלו?
- מהו התקן הקביל?

האיחוד האירופאי ביצע מהלך לא שגרתי חדש - הוא אישר דירקטיבה המתייחסת לציוד הנתון ללחץ.

97/23/EC - The Pressure Equipment Directive

לפי דירקטיבה זו על ציוד הכפוף לה זו לעבור בדיקה לא הורסת ע"י בודקים אשר קבלו התעדה לפי:

ISO 9712 - Qualification and certification of personnel - Non Destructive Testing

או המקביל לו:

EN 473 - General principles for qualification and certification of NDT personnel

לפי ההסכמים הבין לאומיים על הגוף המתעד לפעול על פי:

EN 45013 - General criteria for certification bodies operating certification of personnel

משמעות העובדה שהדירקטיבה הנ"ל נכנסת לתוקף, היא שמפעל ישראלי המייצר ציוד המיועד לעבוד בלחץ, יכול היה לשווק את תוצרתו באיחוד האירופאי באופן ישיר, אלא אם היה מעביר את מוצריו לבדיקות לא הורסות באירופה או ע"י חברה אירופאית על כל הטרדות, הדחיות וההוצאות הנובעות מכך.

לפי רוח הדברים והמגמה ההולכת ומתחזקת דירקטיבת מיכלי הלחץ היא אולי סנונית ראשונה אבל אין ספק שאותה גישה תתפשט לכיוונים נוספים רבים.

העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות בנשיאותו של מר גבי שואף נרתמה למשימה הקשה והאחרת להקים בישראל מערכת התעדה לבודקי בל"ה.

האתגר הוא לקבל הכרה בין לאומית בבדיקות בל"ה המבוצעות בישראל ע"י בודקים ישראליים. כלומר, שהתעדת עובדי בל"ה מיומנים במקצועם תוכר בכל מקום בעולם. אין ספק שהכרה זו תניב פירות נוספים עם התפתחות המגמה העולמית למוצרים אחרים פרט למיכלי לחץ.

גוף ההתעדה הישראלי נקרא ISRACERT והוא מוכר ע"י האיגוד האירופאי לבדיקות לא הורסות ע"י האיגוד העולמי לבדיקות לא הורסות.

בנוסף להכרות אלו ISRACERT קיבל על עצמו לבחון אף דרישות נוספות של TUV-Rheinland כך שבדיקות המבוצעות ע"י אנשי NDT בעלי התעדה והעומדים גם בדרישות הנוספות, הינן כאילו בוצעו ע"י TUV.

עתה, לא נשאר אלא שהתעשייה הישראלית תנצל את האפשרות

מערכת רב-תחומית של גיאו-חקירות לחקירה סביבתית והנדסית

מיר קרנר, ד"ר גדי לייסקביץ', איזוטופ בע"מ

השתנות תלת-ממדית של תכונות חשמליות של קרקעות, משפיעה בצורה דרמטית על מודל דו-ממדי של התנגדות סגולית, שמתקבל מחקירת RIS (Resistivity Imaging Survey). ממוצעים וטווחים של מודל דו-ממדי שהתקבל מאותו מבנה יכולים להשתנות בכמה סדרי גודל. תוצאות אלו מתאימות למקרים המתוארים בלבד. אבל אינן ברורות ביצוע במקרים בהם אנו נדרשים לבנות מודל תלת-ממדי דיגיטלי מדויק, שמטרתו לדוגמא, למזג נתוני ההתנגדות הסגולית עם נתונים גיאוכימיים מאותן נקודות.

כאן מציגים מערכת המשמשת לחקירות סביבתיות והנדסיות שלא נפגעת ממגרעת כזו. מרכיבי המערכת הם כדלקמן: RIS, שיטות גיאולוגיות לפני שטח ולבורות, גיאוכימיה, גיאוטכניקה וטכניקות מחשב ליצירת מודלים תלת-ממדים.

המרכיב החשוב של המערכת הוא טכניקה סטטיסטית לכיול נתוני ה-RIS. רכיב זה ממיר את ההתנגדות הסגולית לאינדקס ההתנגדות הסגולית (RI) - מעמד הערך בטווח ההתנגדויות הסגוליות. טכניקה המאפשרת התאמה (homogenize) של סט של מודלים דו-ממדים של התנגדות, ובעצם הצגתם של מודלים אלו השייכים לקוי חקירה (פרופילים) שונים על סקלה אחידה, תוך יצירת מודל דיגיטלי תלת-ממדי, ומיזוג נתוני ההתנגדות עם נתונים כימיים ופיסיים אחרים במטרה "להלביש" את הנתונים האלו על האזור המכוסה בחקירת ה-RIS.

המערכת שימשה באפקטיביות בפרויקטים רבים הממוקמים בחלקם בתוך ובחלקם מחוץ לאזורים של יישום RIS טיפוסי. נציג בפניכם את הפרויקטים הבאים:

- חקירות בניה אזרחית, חקירות ארכאולוגיות וחקירות אתרי כבישים מהירים.
- קלט: מודלים דו-ממדים ותצפיות גיאולוגיות.
- פלט: חלוקה מדויקת של אזורי קארסט (karst zones), שרידי עתיקות וכדומה.
- מיפוי גיאולוגי-גיאוטכני.
- קלט: מודלים דו-ממדים, לוגים של קידוחים ו/או בורות, תכונות החוזק שנמדדו על מדגמי גרעין.
- פלט: מיפוי של תסבולת כלונסאות של התצורה.
- סקר המטמנה (אתר איסוף פסולת).
- קלט: מודלים דו-ממדים, לוגים של קידוחים, גיאוכימיה ומדידת חום על פני השטח ובקידוחים.
- פלט: חישוב כמויות התשטיפים, חיזוי מקורות אש מתחת לפני השטח וכדומה.
- מוניטורינג של המטמנה (אתר איסוף פסולת).
- קלט: אותם סקרים שבוצעו במחזוריות.
- פלט: מודל תלת-ממדי של המטמנה לאורך זמן, תחת בקרה קבועה. ■■

- באיזה מכשור השתמשו, האם היה תקין, האם היה מכויל?
- האם מערכת האיכות קבילה ?

וכו' וכו'.

הנה כי כן ישראל נתקלה בדרישה של הסמכה והתעדה של כח אדם.

בבדיקות לא הורסות נדרשת אינטרפרטציה של התוצאות המתקבלות. מידת הקושי תלויה בשיטה, לדוגמה בבדיקות אולטראסוניות, מחייבות אינטרפרטציה של האות המתקבל. ז"א מבצע הבדיקה, בנגוד לבדיקות רבות, מתרגם את הממצא למהות פיזיקלית, סדק, חלל וכדומה. אי לכך יש לוודא שאמנם יודע הוא לבצע את האינטרפרטציה הנכונה.

כדי להקים מערך התעדה והסמכה המקובלים על כולם נבנה מערך בינלאומי המבוסס על ארבעה רבדים:

גוף עולמי

גופים גושיים

גופי הסמכה לאומיים

גופי התעדה לאומיים

העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות השתלבה במתכונת העולמית, הקימה גוף התעדה אשר זכה בהסמכה והכרה בינלאומיים.

עובד בלי"ה, הנושא תעודה בתוקף של ISRACERT, כישוריו מוכרים בכל מקום בעולם. ■■

חברת מ.ו.הנדסה התמנתה כנציגה בישראל

של החברה האנגלית BAUGH AND WEEDOR, החברה מהוותיקות והמובילות באירופה מייצרת כבר כשישים שנה ציוד מכונות וציוד לבדיקות בחלקיקים מגנטיים.

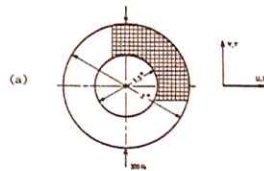
המכונה משווקת בגדלים שונים עד למפתחים של 2500 מ"מ, ובעוצמות זרם שונות, 7000 אמפר בין הראשונים ו-18000 אמפר כריכות בסליל.



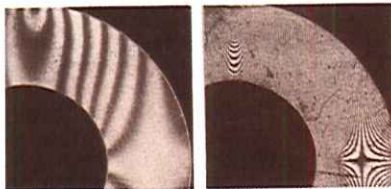
שימוש בטכניקות אופטיות לבדיקות לא הורסות וניטור תופעות מכאניות במבנים

ד"ר דורון שלו, דורון הנדסה

כפעיל. בעת הטיית השריג הפעיל יחסית לקבוע נקבל קווי צל וקווי אור לסירוגין. קווי הצל הם הפרינגים של מורייה אשר משמעותם אוסף הנקודות בעלות הזזה שווה. באמצעותם ניתן למדוד הזזות. נגיד גודל N המהווה את סדר הפרינגים של מורייה – Moire fringe order. N יהיה מספר המחזורים של אור/צל בנקודה מרגע המנוחה ועד לרגע השלמת ההזזה בנקודה זו. מכפלת המרחק בין קווי השריג ב N בנקודה מסוימת נותן את ההזזה בנקודה זו. ניתן לחלק לרכיבים את N ולקבל הזזות בכיוון כל רכיב בנפרד. מן ההזזות ניתן כמובן לחשב את העיבורים ומהם מאמצים וכד'. ראה איור מס' 2 – Moire fringes בעת הזזות מבנה עליו מודבק שריג.

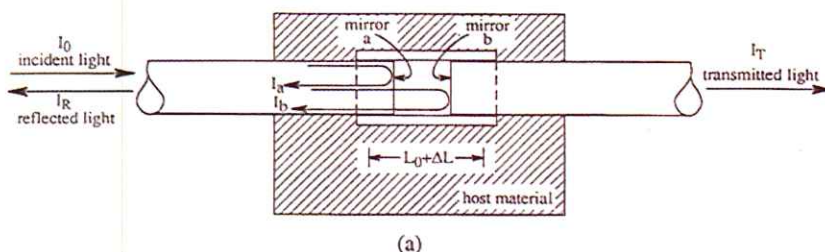


איור מס' 2:
הזזות נצפות דרך שריג מורייה פעיל לעומת שריג סימוכין קבוע.



2.0 שיטות חיישנים אופטיים מיוחדים

בעשור האחרון נעשית פעילות רבה במערכות מבנים המכונים מבנים חכמים. הרעיון העומד מאחורי מושג זה הינו חיקוי של פעילות גוף האדם. על גבי המבנה מפוזרים חיישנים אשר תפקידם לנטר פעילויות מכאניות שונות כגון עיבורים, הזזות, פילוגי לחצים ועוד. המידע הנאסף ע"י החיישנים מועבר ל"מוח" שהוא מערכת ממוחשבת אשר יודעת לפענח את המידע ולהוציא הוראות למערכת של מפעילים אשר יוצרים שינויים במבנה ומתקנים את תגובותיו על פי צרכי פונקציונליות המבנה. מערך החיישנים המקובל ביותר כיום מבוסס על סיבים אופטיים המשמשים לתרגום תגובה מכאנית לאינפורמציה אופטית הנתנת לקריאה ותרגום חזרה לגדלים מכאניים ידועים.



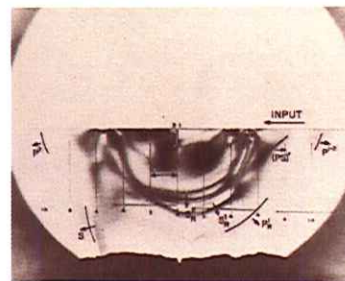
איור מס' 3: עקרון פעולת חיישן Fabry-Perot

בדיקות לא הורסות וניטור מבנים עושים שימוש בתחומים פיזיקליים שונים כגון חשמל, קול ואופטיקה. ניצול התחום האופטי מאפשר ביקורות חיצוניות בלתי מתערבות במבנה ובניגוד אליהן, ביקורות וניטור תוך החדרת אלמנטים אופטיים לתוך המבנה לקבלת מידע בזמן אמת על תגובות המבנה לעומסים מכאניים ותרמיים. הביקורות החיצוניות מאפשרות צפייה ישירה תוך פענוח שינוי צבעים והצללות ולעומתן, שיטות המבוססות על מדידת עוצמות אור ותדרים תוך שימוש במיכשור מתוחכם ומודרני. להלן נסקור מספר שיטות המשתייכות למשפחת הביקורת היוזואלית החיצונית ואחרות המשתייכות למשפחת הביקורת והניטור המחייב מדידות פרמטרים אופטיים.

1.0 שיטות ויזואליות חיצוניות

1.1 פוטואלסטיות

בטכניקה זו מצפים את האלמנט הנבדק בשכבת חומר פולימרי. חומרים פולימריים מצטיינים באטניואציה גבוהה של גלים אקוסטיים, מודול אלסטיות נמוך מאד, צפיפות נמוכה מאד התנגדות אקוסטית נמוכה ומהירות גל נמוכה. הדבקות חומר זה אינה מתערבת באופן תגובת המבנה הנבדק תחת העומסים החיצוניים. במעבר גלי מאמצים בחומר המבנה הנבדק ומתוך אינטראקציה עם החומר הפוטואלסטי המודבק עליו, נוצרות החזרות אור באורכי גל שונים הבאים לידי ביטוי בצבעים שונים. מתוך ידיעת הקשר בין אורכי הגל לבין העיבורים בחומר, ניתן לתרגם ולפענח תוך כך את משטר העיבורים בחומר ע"פ השוליים הצבעוניים הנקראים strain fringes. להלן איור מס' 1 המציג שולי עיבורים בעת הפעלת עומס.



איור מס' 1:
הזזות נצפות דרך ציפי פוטואלסטי

1.2 Moire Interferometry

שיטה זו שייכת למשפחה העוסקת באינטראקציות של גלים אופטיים המכונות הפרעות – interference. הפרעות אלה נוצרות עקב סופרפוזיציה של שני גלים קוהרנטיים. טכניקת מורייה יוצרת את האינטראקציה היוצרת את הפרעת שני הגלים על ידי שני שריגים של קווים המודפסים על גבי חומר שקוף. מדובר בהדפסת קווים בסדר גודל של עשרות קווים למילימטר. ההפרעות האופטיות נצפות בעת הטיית שריג אחד יחסית לשני. שריג אחד מוגדר כקבוע והשני מוגדר

השימוש בבדיקות לא הורסות במיכלי לחץ

י. ווייל, ש. דגן, אורמת תעשיות בע"מ

מיכל לחץ (Pressure Vessel) מוגדר בתקנים המקובלים כמיכל המכיל חומר(ים) במצב נוזלי ו/או גזי בלחץ גבוה של לפחות 0.5 אטמוספירה מעל ללחץ האטמוספרי. סוגים רבים של מיכלי לחץ נמצאים בשימוש הן ביתי (בלוני גז, דודים לחימום מים...) והן תעשייתית (דוודי קיטור, מחליפי חום לתחנות כוח...), כאשר הלחץ בהם יכול להגיע לעשרות ואף מאות אטמוספרות מעל ללחץ האטמוספרי.



י. ווייל



ש. דגן

במכלי לחץ קיים סיכון לפגיעה חמורה באדם, ברכוש ולסביבה, במקרה של התפוצצות או דליפה (אם המכל מכיל חומר מסוכן). בתחילת המאה שעברה, מספרן הרב של תאונות קטלניות הקשורות במכלי לחץ הביא לקביעת תקנים מחייבים ותקנות אשר הלכו והחמירו, תוך הרמוניזציה הדרגתית במישור הבינלאומי: ASME Code בארצות הברית, Pressure Equipment Directive (PED) באיחוד האירופאי. ובכמעט כל הארצות, לרבות ישראל, אישור ההתאמה והרישוי של מכלי לחץ מורכבים ניתנים ע"י גופי פיקוח שקבלו סמכות מהרשויות, בדומה לכלי טייס ולתרופות.

כנדרש בתקנות ובתקנים המקובלים, מניעת הסיכונים הנובעים ממכלי לחץ מחייבת מערכת משוכללת של אבטחת איכות ובדיקות בשלבי התכן, הייצור והשימוש. בעשורים האחרונים, בדיקות לא הורסות (בל"ה) מסוגים שונים (ויזואלית, חומר חודר, רדיוגרפיה, אולטרסאונד...) תפסו מקום מרכזי במכלול שיטות הבדיקה של מכלי לחץ, ובעיקר של ריתוכים המחברים בין מרכיביהם. קביעת סוגי הבל"ה ותוכנית דגימתן מהווה חלק מהתכן של מכלי לחץ, לא רק לצורך בקרת האיכות בייצור ושימוש, אלא גם כדי לאפשר, במקרים מסוימים, תכן פחות "כבד" - למשל, ביצוע של רדיוגרפיה או TOFD בריתוכי מעטפת לחץ מאפשר שימוש בפח יותר דק.

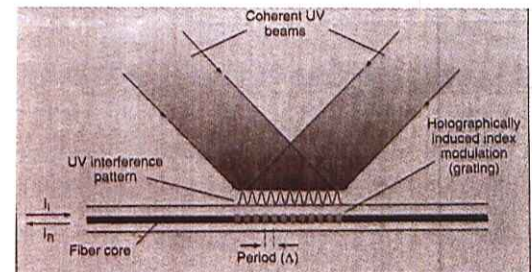
לאור חשיבותן הבטיחותית, אמינות הבל"ה של מכלי לחץ מתבססת לא רק על ציוד וחומרים מתאימים, אלא גם על הכשרה והתעדה קפדניות של כוח-האדם המבצע אותן. בעוד שה-ASME Code דורש התעדה ע"י ASNT Level III רק לבודקי רדיוגרפיה ואולטרסונד, ה-PED דורשת התעדה כ"א לכל סוגי בל"ה ע"י גוף פיקוח (Recognised Third-Party Organization) בעל הכרה של אחת ממדינות האיחוד האירופאי ורשום בביטאווה הרשמי. לאחרונה מספר בודקי בל"ה ישראלים קבלו התעדה ל-PED מ-TUV, אשר ארגן בחינות בארץ במסגרת של הסכם עם העמותה הלאומית הישראלית לבל"ה. מטרת ההרצאה הנה לתת סקירה של מגוון שיטות הבל"ה המיושמות בתכן, בייצור ובתחזוקה של מכלי לחץ. ■

2.1 חיישן Fabry-Perot

הרעיון מבוסס על סיב אופטי המודבק על גבי אלמנט מבני או בתוכו. בסיב האופטי יוצרים הפסקה של ליבת הגרמניום הנתונה בתוך צינור סיליקה. אורך הפסקת הליבה ידוע. שתי השפות של מקטע הפסקת הליבה משמשות כראי מחזיר גלי אור. מחזירים אור בעוצמה ידועה מצד אחד של הסיב האופטי. גל האור מתקדם ועובר עד הגיעו להפסקת הליבה הראשונה. חלק האור עובר דרך וחלק מוחזר. גל האור ממשיך וחולף על פני ההפסקה עד הגיעו לשפה השנייה של הליבה. גם שם ממשיך חלק מן הגל תוך חדירה חזרה אל ליבת הסיב האופטי וחלק מוחזר שכן כאמור משמשת הפסקת הליבה כראי מחזיר אור. סך כל עוצמת האור המוחזר נמדדת ונרשמת. בעת פעילות מכאנית כלשהי נוצר שדה הזזות אשר גורם לשינוי באורך הפסקת הליבה. עובדה זו יוצרת החזרת עוצמת אור שונה מזו המקורית. מתוך הפרש עוצמות האור המוחזרות, זו שללא פעילות מכאנית וזו המתבצעת לאחר פעילות כזו, אנו יודעים לחשב את השינוי באורך הפסקת הליבה. מן השינוי באורך אנו יודעים לחשב עיבורים ומכאן את כל הגדלים הרצויים האחרים.

2.2 חיישן Bragg

חיישן זה מבוסס על סיב אופטי בו מיוצר מספר רב מאוד של מראות המרווחים של מיקרוניום. יצירת המראות נעשית על ידי חתימות לייזר במרווחים קבועים. בניגוד לחיישן Fabry-Perot, לא נמדדת עוצמת אור אלא פאזת הגל המוחזר. תהליך מעבר גל אופטי דרך סדרת המראות יוצרת אפקט של פילטריזציה אשר בסופו מוחזר גל בתדר אחר. ניתן לשלוט בתדר המוחזר באמצעות ריווח מתאים של מראות חתימות הלייזר. עם שינוי המרחקים בין חתימות הלייזר עקב פעילות מכאנית, מתקבל גל מוחזר בתדר שונה. מתוך ידיעת הקשר בין תדר הגל המוחזר לבין מרחקי השריג, אנו יכולים לחשב את ההזזות והעיבורים ומכאן שוב הדרך פתוחה לחישוב כל הגדלים המכאניים הרצויים. ■



איור מס' 4:
חיישן Bragg

אישור חומרי ELY בתעשייה האווירית

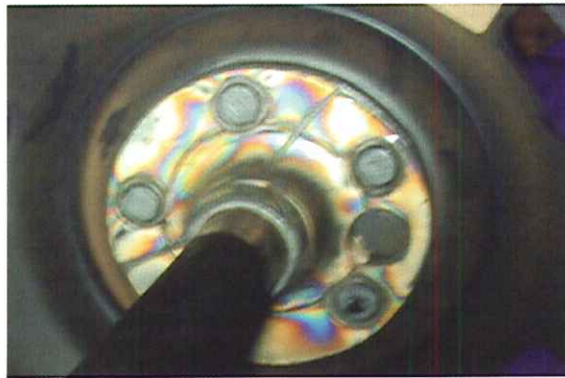
בימים אלו מעודכן תקן התעשייה האווירית לבדיקות בצבע חודר - PS 810100E.

בתקן זה, מעודכנת רשימת הספקים והחומרים המאושרים כך שבמקום חברת CASTROL, אשר שיווקה בעבר את מוצרי חברת ELY Chemicals, תופיע מהיום חברת ELY המיוצגת ע"י חברת אחים איזנברג בע"מ, כספקית החומרים.

הדבר יאפשר לקבלני המשנה של התעשייה האווירית שימוש בחומרים אלו. ■

חקר כשל גל ציר הנעה בשיטות לא הורסות

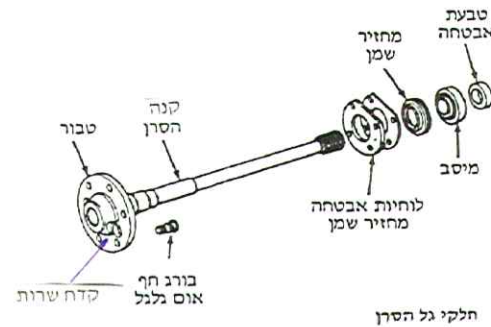
המלצות חקר הכשל הינן ביטול קדח השרות וביטול מדרגת המעבר בין הטבור לקנה, הגדלת עובי הטבור - בהם קיימים ריכוז מאמצים כבר בשלב ההרכבה. ■



תמונה מס' 3: מיפוי מאמצי הרכבה בגל

רס"ן עצמון איל, חיל חימוש

תפקידי גל ציר הנעה (להלן הגלים) הינם תמיכה בחלק ממשקל הרכב והעברת התנועה מהדיפרנציאל לאופן - תמונה מס' 1.



תמונה מס' 1: גל ציר הנעה

כתוצאה מכשל בגל בוצע שיפור לגל הקיים. השיפור כלל שינוי חומר הגלם מפלדות פחמניות SAE 1035 ו-SAE 1335 לפלדה מסוג SAE 4140H והגדרות טיפולים טרמיים לקושי ועומק השכבה החיצונית ולקושי הלב. במסגרת הנצלת גלי ציר הנעה שפורקו מרכבים נערכה בדיקה לגילוי סדקים בשיטת השטף המגנטי. נבדקו 38 גלים. 22 גלים משופרים ו-16 גלים מקוריים.



תמונה מס' 2: סדקים

ב-3 מתוך 22 הגלים המשופרים התגלו אינדיקציות בבדיקת הסדקים ואילו ב-13 מתוך 16 הגלים המקוריים התגלו אינדיקציות בבדיקת הסדקים. האינדיקציה הופיעה בקדח השרות וסביב המדרגה באזור המעבר בין הטבור לקנה הסרן - ראה תמונה מס' 2. בוצע חקר כשל בשיטות ללא הרס שכלל:

- בדיקת נתוני התכנון בדגש על הטיפולים הטרמיים.
- בדיקה לגילוי סדקים בשיטת החלקיקים המגנטיים.
- מיפוי המאמצים המתפתחים בטבור הגל בשיטה הפוטו-אלסטית.
- מדידת העיוותים המתפתחים בטבור הגל בעזרת מדי מעוות. ממצאי החקר העלו כי כבר בשלב הידוק הברגים העוגנים את האופן לטבור מתפתחים מאמצי הרכבה ניכרים עליהם מתווספים המאמצים הדינמיים בעת נסיעת הרכב.

היווצרות פגמים בריתוך התכה בפלדות מבניות

ד"ר פרדי אורנת

פגמי ריתוך נוצרים כתוצאה מבחירת חומרים לא נכונה, ו/או ביצוע תהליך ריתוך לא נכון, בעקבות תהליכים מטלורגיים הכרוכים בהתכה והתמצקות, מחזור תרמי אופייני נלווה וניטול (MANIPULATION) הקשת של הרתך.

התמצקות האמבט הנוזלי הנוצר בריתוך התכה, כרוכה בהיפרדות בתמיסה המוצקה, שחרור גזים מומסים והתכווצות המתכת. תופעות אלה עלולות ליצור אי רציפות מטלורגית, סידוק חם ונקבוביות מסוגים שונים.

פגמים משולבי התכה נובעים בעיקר מהכנה לא טובה, ניטול הקשת על ידי הרתך ומצב פני השטח.

סידוק קר בחומר האם והרתך הוא תוצאה מהיווצרות פאזות לא רצויות בזמן המחזור התרמי של קירור מחבר הריתוך, פריכות מימנית, ומאמצים שיוריים בהתאם להרכב הכימי של הפלדה. חלק מהפגמים הנ"ל הם אי רציפויות וניתנים לגילוי באמצעי בלייה שונים. זיהוי וגילוי הפגמים המטלורגיים קשה יותר ומחייב אמצעים מיוחדים.

לחלק מהפגמים המטלורגיים השפעה מאוחרת העשויה לעודד סידוק קר מאוחר, רגישות לקורוזיה והתעייפות. ■

Instrumentation and Systems For Radiation Protection

Rotem Industries Ltd. is an Israeli high-tech company active in the implementation of technologies, processes and products.
Rotem Nuclear Instrumentation Group develops, manufactures and markets state-of-the-art Health Physics Radiation Monitoring systems and Instruments.
A variety of instruments and systems serve different applications such as: Nuclear Power Plants, Medical Applications, Radio Isotope Laboratories, NDT procedures etc.
The company specializes in giving unique solutions to its customers and in fulfilling the increasing worldwide demand for sophisticated radiation monitoring instruments and systems.

Portable Survey Instruments

RAM ION DIGILOG



Wide range gamma, x-ray and beta radiation measurement

0.1 mR/h to 50 R/h

Auto ranging Digital and Analog display combines fast response and stable readout

RAM GENE -1



Contamination and Radiation Survey Meter

Detector: 13/4" Pancake GM tube
Range: 0 to 42,000 cps (0 - 999 Kcpm)
0 to 720 mR/h

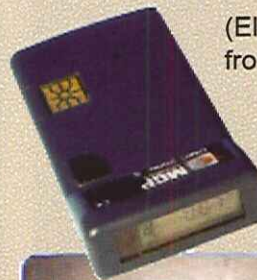
RAM GAM -1



Portable gamma dose rate & dose survey meter

Detector: Energy compensated GM tube
Range: 0.05 mR/h to 999mR/h

Electronic Dosimeters



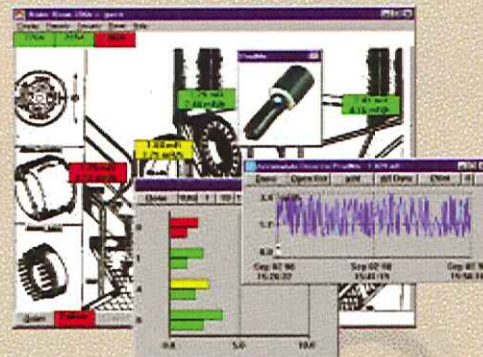
(Electronic personal dosimeters) from MGPI

X and gamma > 20 keV DMC2000 x
> 50 keV DMC2000 s
Hp(10) individual dose equivalent



The LDM 2000 is a wireless interface reader for the DMC 2000 family of electronic dosimeters.

Data collecting Systems



The Medi SMARTS system is an on-line system, used to measure and collect radiation data automatically and continuously from radioactive areas

Radiation is monitored by a variety of detectors and results are transferred through a Data Processing Unit to a central computer located in the control room.

ROTEM INDUSTRIES LTD.

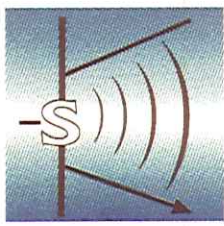
Health Physics Instrumentation Dept.

P.O.Box 9046, Beer Sheva 84190, ISRAEL

Tel. +972-8-6571312, Fax. +972-8-6568005

E-mail. Sales@rotemi.co.il Web: www.rotemi.co.il





Sonotron NDT

רח' פקריס 4, פארק רבין, רחובות
טל: 08-9487714 פקס: 08-9477712

www.sonotronndt.com
www.krautkramer.com

Krautkramer

An **AGFA**  Company



מכשירים ומצרכים:

- גלאי פגמים
- מצויג עוזבי צופן ועוזבי ציפוי
- מצויג קושי
- מצויג אורק סקיקום

הנציג הבלעדי של חברת
Krautkramer בארץ

Simplicity and Reliability

ISONIC 2001



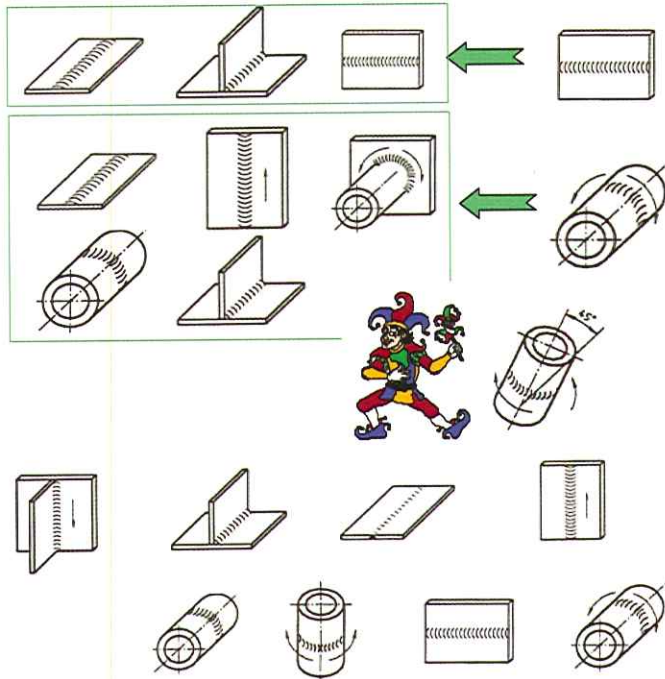
Sonotron NDT

4 Pekeris st. Rabin Science Park, Rehovot 76702 Israel
Phone: ++972-(0)8-9477701, Fax: ++972-(0)8-9477712
www.sonotronndt.com

תקן אמריקאי לבדיקת מבני פלדה

Structural Welding Steel ANSI/AWS D1.1

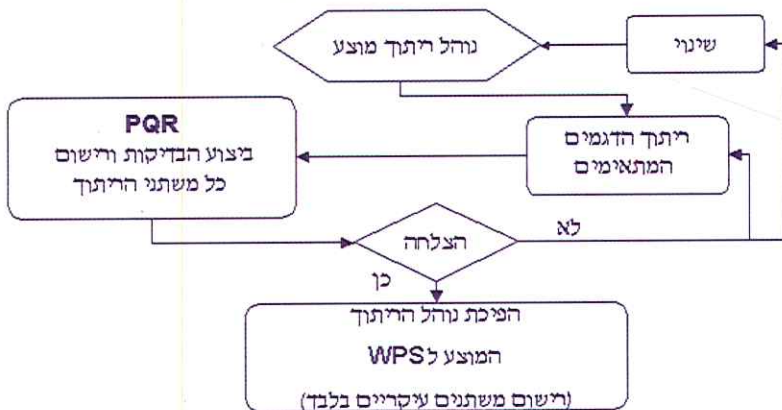
גבי שואף



בתקן יש הגדרות על פגמים מתקבלים ונדחים ושיטות הבדיקה לגילוי אי הרציפות. במקביל מתייחס התקן למפרט התהליך ולתוכנית הסמכתו. לפני זה יש להכין נוהל ריתוך מוצע והסמכתו נעשית לפי תרשים הזרימה הרשום מטה:

הסמכת מפרט תהליך ריתוך - WPS

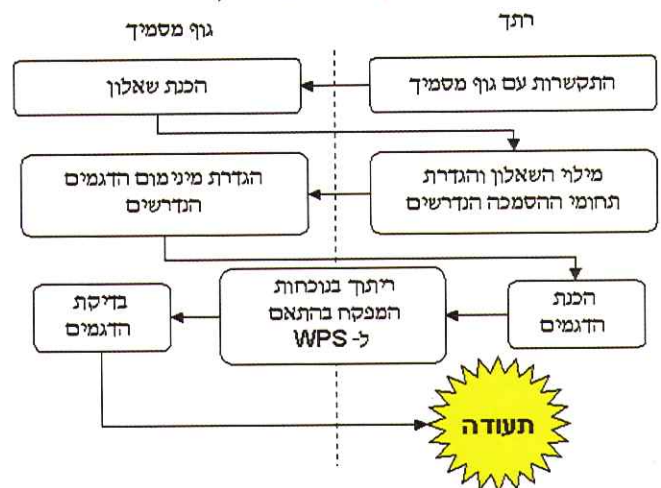
Welding Procedure Specification



אבטחת איכות: בפרק זה דנים על היבטים המופיעים על גילוי של אי רציפות בריתוכים. התקן מחייב ביצוע בדיקות ויזואליות,

התקן דן בכל ההיבטים של מבני פלדה בהתייחסות לסוגי המתכת, חיבורים, אבטחת איכות ועוד. במאמר זה נתמקד בהיבטים להם השלכה על אבטחת האיכות כגון חיבורים, ריתוכים וכדומה. אחד העקרונות המתחייבים מהמפרט הינו שלפני ביצוע תהליכי ריתוך יש לבצע הסמכת רתכים ותהליכי ריתוך. להלן נוהל מומלץ להסמכת רתך

נוהל מומלץ להסמכת רתך



הסמכה זו יכולה להתבצע על ידי מעבדה מוסמכת ו/או מאושרת לכך. תחומי ההסמכה מוגדרים לפי נושאים שונים שהינם: **תחום עוביים:** דגם בעובי מסויים מסמך לתחום עוביים. למשל דגם בעובי של 10 מ"מ מסמך מ-3 מ"מ ועד 20 מ"מ. **תחום פוזיציות:** לדוגמא - פוזיציה בריתוך אנכי מסמיכה גם לריתוך אופקי. ריתוך ב-45° מסמך לכל הפוזיציות האפשריות. **תחום קטרים:** ריתוך בקוטר מתחת ל-4" מסמך מ-3/4" ועד 4". **פוזיצית הריתוך:** פוזיציות ריתוך מסויימות של הדגם מסמיכה גם לפוזיציות הנחשבות לקלות יותר לריתוך **תחומי ההסמכה:** תחום חומר הרתך מוגדר במספר מסוים כגון F1, 2, 3, 4 המציין את תכונות האלקטרודה. למשל הסמכה ב-F מסוים מסמיכה לאותו F ולמטה.

קיום פס גיבוי: ריתוך ללא פס גיבוי בחדירה מלאה מסמיכה גם לריתוך עם פס גיבוי ולכזה משני הצדדים.

תהליך ריתוך: התהליך הינו פרטני ללא תחום. למשל SMAW (Shielded Metal Arc Welding) מסמך רק לזה ולא ל-MIG, TIG וכו'.

מגנטיות, רדיוגרפיות ואולטרסוניות לפי ההיקף הרשום מטה:

היקף הבדיקות



כשלוך במדגם יגרומ לבדיקה של 100%

בדיקות אולטרסוניות
בבדיקות אלה ישנם 4 שלבים שעם ביצועם מתקבל נתון הקובע את דרגת חומרנה, קבלתה או דחייתה של אי הרציפות.

שלבים אלה הינם:

- שלב 1:** קביעת רמת היחוס (Reference Level) - מסומן באות b. מבוצע על לוח יחוס מוגדר ע"י IIW/V1 באופן שמעלים אינדיקציה אולטר-סונית מקדח של 1,5 מ"מ לגובה של 80% מסך ורישום ב-dB.
- שלב 2:** קביעת רמת האינדיקציה (Indication Level) מאי הרציפות והשוואתה ב-dB לגובה של רמת היחוס - מסומן באות a.
- שלב 3:** חישוב של גורם ההנחתה (Attenuation Factor) והערכתו ב-dB - מסומן באות c.

בדיקות ויזואליות ומגנטיות

תנאי קבלה	חיבורי כל העומסים	מבנה דינמי חיבורי לא צינורי	מבנה סטטי חיבורי לא צינורי	תאור אי הרציפות
לא מתקבל	X	X	X	CL Longitudinal Cracks קריסות ארוכים
לא מתקבל	X	X	X	LF Lack of Fusion חיסור תחב
ימולאו בכל החתך	X	X	X	Crater or Star Crack סדק מכתש (כוכב)
כמוגדר בלוח 5.24	X	X	X	Welding Profile פרופיל הריתוך
				Undercut קעקועים
1.32" (0.8 מ"מ)			X	מתחת ל-25 מ"מ עובי
1.16" (1.58 מ"מ)			X	מעל ל-25 מ"מ עובי לכל האורך
0.01" (0.25 מ"מ)	X	X		ריתוכים ניצבים לכוחות המתיחה
1.32" (0.8 מ"מ)				יתר הריתוכים

*החל משנת 2002 בוטלה התניה זו.

שלב 4: חישוב הערך d (Indication Rating) לפי הנוסחא: a-b-c=d. הכנסת הערך d ב-dB לתוך הלוח הרשום מטה, קביעת ה-Class ואת קבילותה או אי קבילותה של האינדיקציה.

לסיכום:

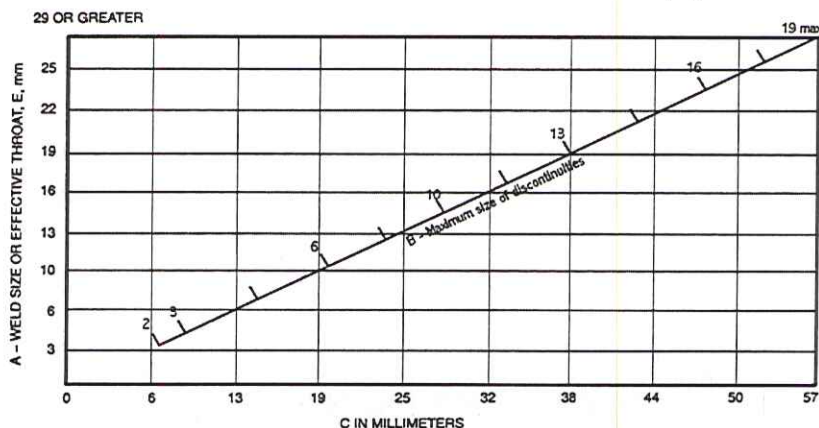
- ריתוכים בקונסטרוקציה פלדה יש לבצע ע"י רתכים מוסמכים בתהליך ריתוך רשום ומוסכם.
- את הריתוכים יש לבדוק בשיטות בדיקה לא הורסות כגון: בדיקות ויזואליות, בדיקות מגנטיות, בדיקות רדיוגרפיות ובדיקות אולטרסוניות.

הקריטריונים לקבלה ודחייה נקבעים ע"י: איכות הריתוך ובהתחשב במקומו במבנה: ריתוכים למבנים סטטיים, ריתוכים למבנים בעלי עומסים מחזוריים, ריתוכים למאמצי מתיחה וריתוכים למאמצי לחץ בהתחשב במחברי הריתוך, שיכולים להיות השקה או מילאת, ישרים או צינוריים. ■■

הבדיקות הויזואליות: נעשות מיד עם גמר הריתוכים והגעם לטמפרטורות הסביבה. זאת פרט לפלדות, ASTM, A514, A517, A709, GRADE 100, 100W בהם נדרש זמן המתנה מינימאלי של 48 שעות. הבדיקות הויזואליות צריכות להיעשות 100% על כל הריתוכים ולמטרה זו יש להיעזר במדיד גיאומטרי למידות הריתוכים. הלוח הרשום מטה מציג את תנאי הקבלה לבדיקות ויזואליות ומגנטיות בתנאי מבנה שונים.

בדיקות רדיוגרפיות: מתייחסות לאי רציפות במבנים סטטיים לא צינוריים ולכאלה המוגדרים כאורכיים במבנים מכל סוג. אי רציפויות הנדחות לפי הקריטריונים לבדיקות הויזואליות נדחות גם בבדיקות אלה.

להלן קריטריוני הדחייה הנוספים:



דרישות לאיכות הריתוכים לאי רציפויות אורכיות כפי שמוגדר ברדיוגרפיה, לעומסים סטטיים במבנים צינוריים ולא צינוריים. לדוגמא: בריתוך שעוביו 6 מ"מ מותרת אי רציפות של כ-4.5 מ"מ בתנאי שאין אחרת במרחק של 13 מ"מ מכל צד.

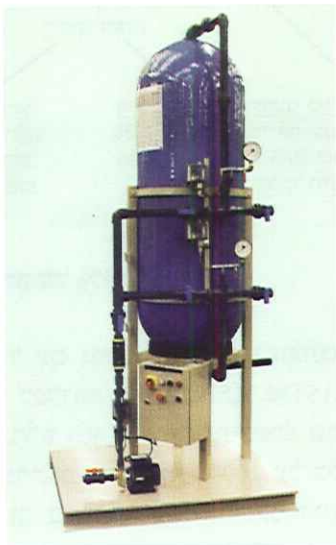
לוח 9.3 - קריטריונים לקבלה ודחייה בשיטה האולטרסונית באמצעות גשש 70°

דרגת חומרה	עובי הריתוך במ"מ	
	19-38	8-19
Class A	מתחת ל-10dB	מתחת ל-8dB
Class B	11db+	9db+
Class C	12dB+	10db+
Class D	מעל 13dB	מעל 11dB

סינון באמצעות מסנן פחם פעיל

ניסים אשכנזי, סוכניות ערבה

בשלב זה, יש צורך לבצע פעולת שטיפה בזרימה נגדית ליחידת הסינון על-ידי הזרמת זרימה הפוכה של מים דרך חומר הסינון כדי לשטוף ולסלק את המזהמים. את הפחם הפעיל ניתן לשאוב מהמיכל בצורת בוצה. כמות החומרים המזהמים שהחומר המסנן סופח תלויה במספר משתנים אך ניתן לחשב אותה בקירוב. החישוב המקורב גורס שלכל ליטר נוזל דרוש 1 ק"ג של פחם פעיל.



תיאור של מערכת אופיינית

המים המזהמים נשאבים ממיכל השטיפה באמצעות משאבה. המשאבה נשלטת באמצעות מתג המופעל באמצעות מצוף - מפלס נמוך, מפלס גבוה - המותקן על מיכל השטיפה. המים מוזנים אל צינור הכניסה ועוברים דרך מצע חומר הסינון ויוצא אל צינור המוביל אל מערכת ניקוז מתאימה.

במקרה של יחידות עם מסנן מלכד (Coalescer)

ההבדל הוא שמערכת סינון עם מסנן מלכד מיועדת לסינון המים לפני השטיפה. לכן, מערכת הסינון מעבירה את מי השטיפה דרך מסנן מלכד כדי לסלק את טיפות השמן המרחפות במים, לפני שהמים נכנסים אל מגדל הפחם. ■

המטרה של מסנן זה היא לסלק ממי השטיפה שיירי חומר חודר זייגלו (Zyglol) הניתנים לשטיפה באמצעות מים וכן תערובת של חומר חודר זייגלו וחומר מסיר. אפשר להשתמש במסנן זה בשילוב עם מסנן מלכד (Coalescer) כדי להסיר את תחליב החומר החודר ממי השטיפה.

היחידה כוללת מיכל לחץ אנכי העשוי סיבי זכוכית משוריינים (פיברגלס) המצויד בברזי כניסה ויציאה הדרושים. החומר המסנן הוא פחם פעיל.

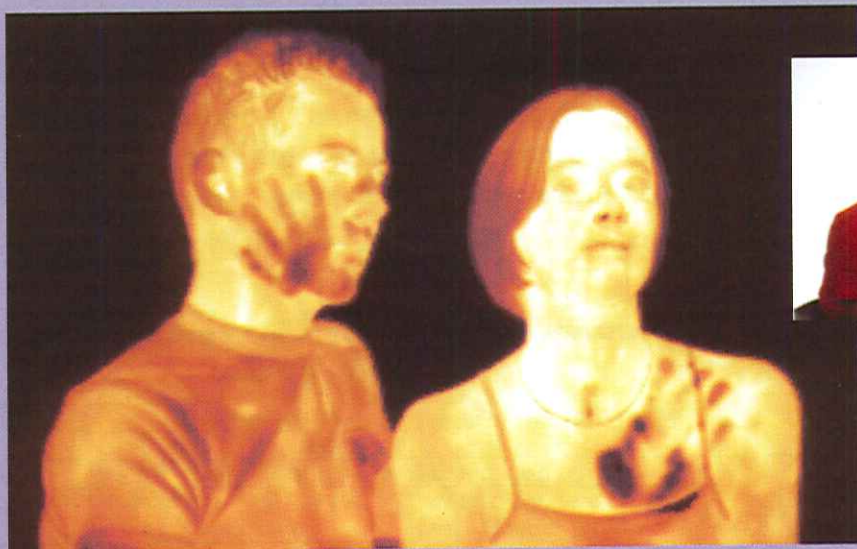
מים מזוהמים נכנסים בחלק העליון של המיכל ועוברים בדרכם כלפי מטה דרך מצע הסינון המסלק את המזהמים. המים המסוננים חוזרים לשירות במערכת.

לשטח החתך של מצע הסינון יש יחס ישר לשיעור הזרימה. עומק מצע הסינון ושיעור הזרימה שולטים במשך המגע של המים עם חומר הסינון. ניסויים הוכיחו שזמן מגע של 20 דקות נותן את התוצאות המיטביות.

מגוון הדגמים של המסננים מיועד להשגת את התוצאות המיטביות והוא כולל מיכלים בודדים וכן מיכלים המחוברים במקביל, המיועדים לשיעורי הספיקה הבאים:

- 500 ליטר לשעה
- 1000 ליטר לשעה
- 2000 ליטר לשעה
- 4000 ליטר לשעה
- 6000 ליטר לשעה

כשהמים המזוהמים עוברים דרך מצע הסינון, חומר הסינון נסתם בהדרגה בחומרים המזהמים שסולקו ממי השטיפה. כתוצאה מכך הלחץ הנגדי עולה.



תמונה תרמית המאפשרת לראות את המציאות באופן שבעין בלתי מזוינת לא ניתן לראותה (מתוך flir news).
מכשיר זה משמש בחברת "גבי שואף בע"מ" לבדיקות לא הורסות.

השפעת הסרת צבע ב-PMB על בדיקת נוזלים חודרים זוהרים

ביצוע הניסוי

נבחרו 24 דגמים (סה"כ 48 משטחי בדיקה) מאלומיניום ומגנזיום. **אלומיניום:** מטיפולים טרמים שונים - מצב CLAD, מצב O, מצב T₃, מצב T₆, נבחרו ציפויים אנודי, ואלודין המיצגים ציפויים אופייניים בחלקי מטוסים. **מגנזיום:** עם/בלי פסיבציה. בהם הוכנסו סדקים אמיתיים (במכונות MTS ע"י העמסה מחזורית). הבדיקות בוצעו בנוזלים חודרים זוהרים LEVEL-3



מאיר מיארה, קלאדיו
חברג - חיל האוויר

רקע

מאיר מיארה, מפקד מחלקת אל הרס בתחום הנדסה ביחידת יא"א חיל האוויר

בדרג האחזקה הגבוהה ביותר בח"א מבצעים בדיקות לא הורסות לרוב מכלולי המטוס תוך שימוש בטכניקות וטכנולוגיות מתקדמות כגון בדיקות אולטרסוניות ורדיוגרפיות. אחת הטכניקות בשימוש הינה

נוזלים חודרים זוהרים. שיטה זו ניתנת ליישם ב-2 דרכים:

- שימוש בארוסולים - לחלקים שלא ניתן לפרק מהמטוס.
- שימוש באמבטיות - לחלקים מתפרקים מהמטוס לצורך כיסוי מלא של כל החלק הנבדק.

בדיקה בשיטה זו רגישה מאוד לאיתור פגמים הפתוחים אל פני השטח. אך מצריכה הכנות פני שטח יסודיות כגון ניקוי והסרת צבע.

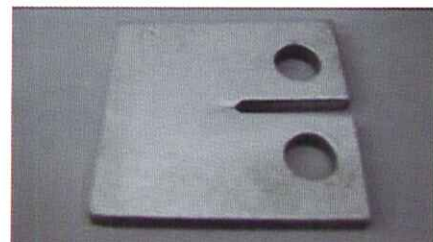
בעבר הסרת הצבע הייתה מבוצעת ע"י מסיר כימי אך כיום הטכניקה להסרת צבע היא באמצעות PMB (התזת כדוריות פלסטיק בלחץ) - וזאת משיקולים של איכות הסביבה (ביחידה הסמכה ל-ISO 14000 בשנת 2001).

קיים חשש שבמתכות רכות המשתמשים בתעופה (אלומיניום ומגנזיום) הסדקים יסתמו עקב "מריחה" של פני השטח כתוצאה מלחץ המופעל ע"י כדוריות הפלסטיק. ואז נדרש לבצע צריבה תהליך המייקר משמעותית את הבדיקה (בניית אמבטיות שונות לצריבה פינוי חומרי הצריבה לאחר תוקפם וכו').

מכאן נבע צורך לבצע ניסוי במתכות רכות לקביעת הצורך בביצוע הצריבה לאחר ה-PMB.

טבלה מס' 1. שלבי הניסוי - תאור כרונולוגי.

שלב מס'	התהליך	מטרה
1	זיהוי ומספור כל הדגמים	זיהוי בכל שלב של התהליך את הדגם
2	צילום מיקרוסקופי של 4 הדגמים	מעקב מיקרוסקופי מתוך כוונה לבחון עיבוד פלסטי כתוצאה מ-PMB
3	בדיקת E.C שטח לכל הדגמים	שיטה המאפשרת איתור סדקים מתחת לפני השטח מתוך הנחה ש-PMB יסתום סדקים שלא יראו בנוזלים חודרים
4	בדיקת נוזלים חודרים זוהרים	מציאת אורכי הסדקים האמיתיים בדיוק של 0.01 מ"מ
5	צביעת החלקים בשני שכבות	הדמיה של צבע יסוד + צבע עליון בדומה לצביעת המטוס
6	הסרת הצבע ב-PMB	הסרת הצבע
7	בדיקת נוזלים חודרים זוהרים	מדידת אורכי הסדקים לאחר PMB
8	צילום מיקרוסקופי לדגמים	בחינה האם בוצע שינוי פלסטי לפני החומר
9	צריבה	במטרה לפתוח סדקים שנסתמו
10	בדיקת נוזלים חודרים	בדיקה עם נפתחו הסדקים "שנסגרו"



דגם ניסוי

ממצאים:

P.T בדיקת נוזלים חודרים

יכולת בדיקת זרמי ערבולת גבוהה יותר מבדיקת נוזלים חודרים זוהרים. (אך לבדיקה זו חסרונות אחרים שלא יפורטו כאן).

מסקנות

1. באלומיניום עם CLAD אין לבצע כלל הסרת צבע ב-PMB וכדאי לחפש אלטרנטיבה אחרת (כגון מסיר צבע כימי ידידותי לסביבה או שימוש בזרמי ערבולת).

2. באלומיניום 2024-T3, 2024-O, 7075-O מומלץ לבצע צריבה לאחר PMB.

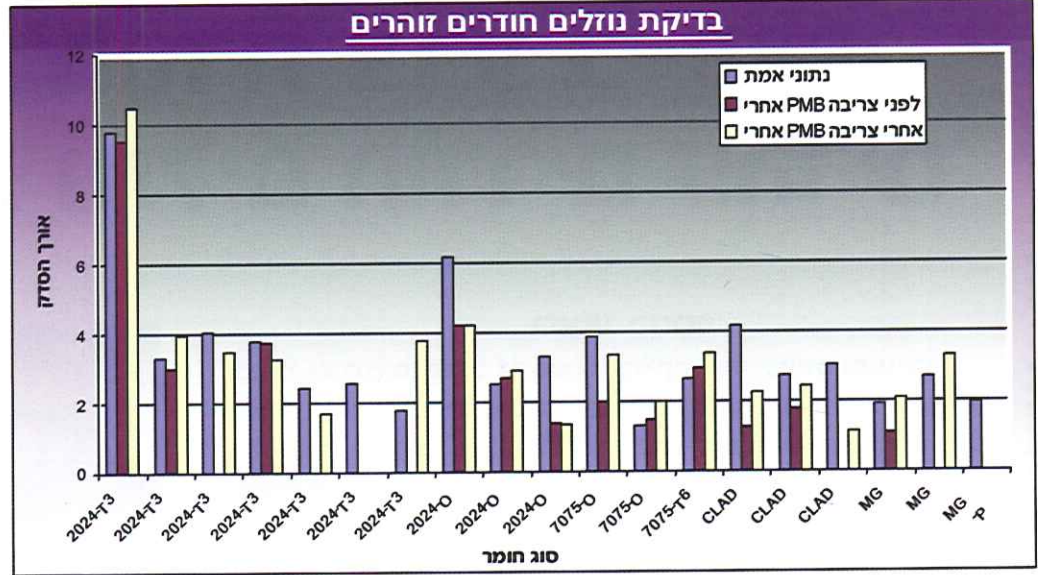
3. באלומיניום מצופה אנודי סולפטי שחור- לא מומלץ לבצע בדיקת נוזלים חודרים. אולי בגלל הניגודיות הנמוכה של צבע הציפוי אל מול צבע הנוזל החודר.

4. במגנזיום מומלץ לבצע צריבה לאחר PMB, אך כדאי להימנע מביצוע הסרת צבע ב-PMB יש לחשוב על אלטרנטיבה אחרת היות וגם אחרי צריבה ממדי הסדק קטנו במעט כאופציה נוספת ניתן להשתמש בנוזל חודר ב-LEVEL4.

יישום

מסקנות אלה יאפשרו ביצוע בדיקות אל הרס בחלקי מטוסים מאלומיניום העוברים הסרת צבע בשיטת PMB ברמת אמינות גבוהה יותר, על כך המשמעויות להקטנת זמן הקרקוע של המטוס ולשיפור טיב התיקון של הממצאים. ■■

בדיקת נוזלים חודרים זוהרים



AL 2024 - O - חל שינוי קטן לאחר ביצוע PMB תהליך הצריבה פתח את הסדק (כאן בוצע ציפוי אנודי סולפטי ואולודין, ממצאים זהים).

AL 7075 - O - חל שינוי קטן לאחר ביצוע PMB תהליך הצריבה פתח את הסדק.

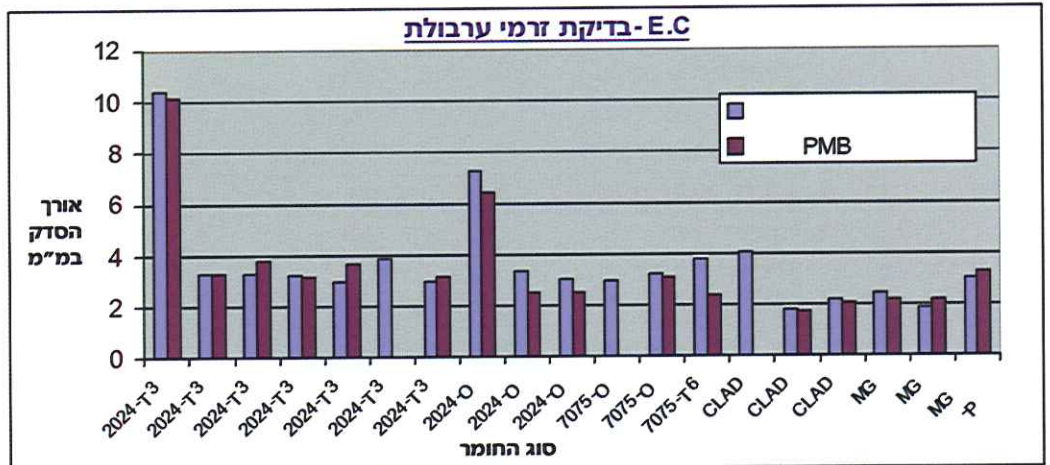
AL 7075 - T6 - כמעט ולא חל שינוי לאחר ביצוע PMB.

AL CLAD - קשה היה לבצע נוזלים חודרים השחתה/טוטלית של פני השטח.

MG - לא ניתן היה לראות סדקים גם אחרי PMB אך אחרי צריבה הסדקים נראו בממדים קטנים יותר.

בדיקת זרמי ערבולת:

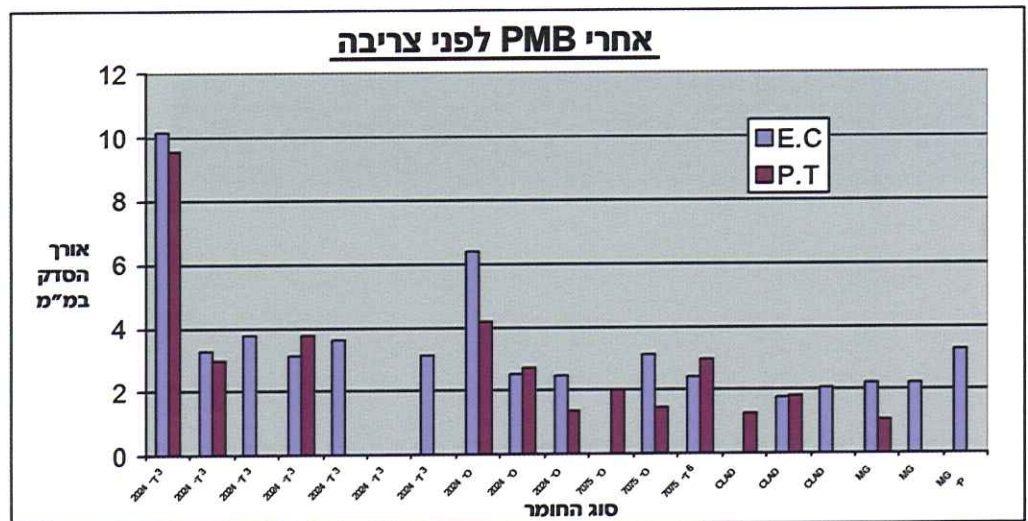
E.C - בדיקת זרמי ערבולת



בכל המתכות הבדיקות זהות לבדיקת הסדקים המקורית.

שקף השוואה E.C ל P.T (אחרי PMB ללא צריבה)

אחרי PMB לפני צריבה



הדמיה באמצעות תהודה מגנטית - MRI

ד"ר דורית גולדשר, מכון MRI רמב"ם - אלישע, מרכז רפואי רמב"ם

הדמיה ב-MRI מבוססת על תופעת התהודה המגנטית ופועלת ע"י אינטראקציה בין קרינה אלקטרומגנטית בתדירות גלי רדיו לבין פרוטוני מימן, בנוכחות שדה מגנטי בעל עצמה חזקה. מבנה מערכת MRI כולל תכנה וחמרה. החמרה כוללת בין היתר מספר תת-מערכות:

1. מגנט בעל עצמה חזקה.
2. מערכת משדרים ומקלטים.
3. מערכת גרדיאנטים.

גלי רדיו משודרים בתדר נבחר אל פרוטוני המימן בגוף העובר הדמיה ומעניקים להם אנרגיה המביאה לתהליך של יצירת "אות". מכלול האותות המתקבלים מהגוף יוצרים את תמונת ההדמיה הסופית. הם מובאים מנקודות מיקום שונות בגוף ומתורגמים למיקומם הנכון בתמונת ההדמיה באמצעות מערכת הגרדיאנטים. פרמטרים שונים משפיעים על אופיה וטיבה של תמונת ההדמיה הנוצרת ע"י מערכת ה-MRI. חלקם נובעים מאופיו וטיבו של הגוף העובר בה הדמיה וחלקם תלויים בדרך הפעלת המערכת והתכנות שבה.

יכולת ההבחנה הגבוהה בין רקמות וחמרים שונים, האפשרות להערכת כוונת ומהירויות זרימות והיכולת למדוד תהליכים פיסיולוגיים בגוף הופכת את ה-MRI לאמצעי אבחנתי מדויק ונבחר. השימוש במגנט חזק ובקרינה אלקטרומגנטית מחייב נקיטת צעדי בטיחות במבנה המאכלס את המערכת וכן הפעלת שיקולי בטיחות בבחירת אוכלוסית החולים המורשית להיבדק בה, בשל ריבוי השימוש במתקנים ושתלים רפואיים תוך גופיים מתכתיים או אלקטרומגנטיים. הצורך הגובר בהדמיה ב-MRI הביא למעין מהפכה בתעשייה הרפואית. מאז כניסתה לשימוש קליני הוחל בייצור שתלים ומתקנים כאלה באופן שיתאימו לסביבת המערכת. באופן דומה הותאמו מכשירי הניתור הרדמה וההחייאה.

יחד עם ההתפתחות הטכנולוגית המרשימה בחומרה ובתכנה של מערכת ה-MRI גדלות יתרונותיה ואנו עדים לצמיחה בסוגי ההתוויות לבדיקות המתבצעות בה בתחום ההדמיה הרפואית ובתחומים אחרים. ■

הודעה חשובה

בחודש מאי 2002 יתקיימו מבחני ISRACERT ו-TÜV למבצעי בדיקות לא הורסות לרמות II ו-III במקצועות: רדיוגרפיה, אולטרסאונד, נוזלים חודרים וחלקיקים מגנטיים. העומדים בבחינות יקבלו תעודות הסמכה מ-TÜV ESSEN גרמניה, לבדיקת ציוד עמיד בלחץ והסמכת ISRACERT, המוכרות בכל מדינות אירופה. לקבלת פרטים והרשמה, יש להתקשר למזכירות העמותה בטלפון 03-9605559

בדיקות לא הורסות בשימוש המחלקה לזיהוי פלילי במשטרת ישראל



עזי צדוק, תנ"צ ראש מד"פ



אחת מאבני היסוד בעבודת הזיהוי הפלילי מבוססת על השימוש בטכניקות השוואתיות הנשענות ברובן על בדיקות לא הורסות, לא מעט בשל הצורך לתעד ולהציג בפני בית המשפט את המוצגים ומהלך הבדיקות המובילות למסקנותיו של המומחה.

בין השאר נעשה שימוש באמצעי תאורה וצילום שונים, מיקרוסקופיה, טכניקות ספקטרוסקופיות שונות, טכניקות רדיוגרפיות ועוד, במגוון רחב של תחומי עניין כמפורט להלן:

א. בדיקות מסמכים ותיעוד

שימוש במקורות אור שונים כאור נראה, אור אולטרה סגולי וכן בשיטות בדיקה כלומיניסציה ורפלקציה באינפרא אדום, לבחינת מקוריותם של מסמכים ופריטי תיעוד.

ב. פתוח והדמיית טביעות אצבע סמויות

שימוש משולב במקורות אור שונים (כולל לייזרים) ראגנטים כרמיים ספציפיים לתגובה עם מרכיבים שונים בטביעות האצבע (כולל זיהומים חיצוניים) וטכניקות צילומיות מתאימות לצרכי פתוח והדמיית טביעות אצבע סמויות.

ג. סימני כלים וכלי נשק

בדיקות השוואתיות - ויזואליות ומיקרוסקופיות של סימני כלים, עקבות נעליים, עקבות צמיגים, סימנים יחודיים על תרמילים וקליעים ועוד.

ד. בדיקות סיבים ושיער

מיקרוסקופיה באור מקוטב, מיקרוסקטרופוטומטריה באינפרא אדום, הן רק חלק מהשיטות המשמשות בבדיקות אפיון והרכב סיבים ושיער.

ה. בדיקת חומרים שונים

שרידי ירי, זכוכית, שרידי חני"מ, צבעים ומתכות נבדקים באמצעים שונים, ביניהם ניתן לכלול SEM/EDAX, דיפרקציה בקרני X וכו'.

ו. זיפוי רכב וכלי נשק

● שיטות מטלוגרפיות לגלוי ושחזור מספרים מחוקים מכלי נשק וכלי רכב (שלדה ומנוע).

● רדיוגרפיה בקרני X לגילוי תפסי רחוק נסתרים בכלי רכב.

ז. זיהוי קרבנות אסון

שימוש בטכניקות שונות לזיהוי קרבנות אסון כהשוואת טביעות אצבע, אנתרופולוגיה פורנזית והפקת פרופילי DNA.

ההרצאה תעסוק בתיאור השיטות הנ"ל תוך הדגמתן באמצעות תיקי מז"פ שונים בהם נעשה שימוש בשיטות אלו.

"לשמוע" את המאמצים - אפקט ברקהאוסן

ד"ר ג'וספה נרדוני, ד"ר יוסי שואף

שיטת האנליזה של רעש ברקהאוסן מתבססת על העיקרון של מדידה השוואתית של סיגנל דמוי רעש המופק מחומר פרומגנטי כאשר מופעל עליו שדה מגנטי חיצוני.

בחומרים מגנטיים ישנם תחומים מגנטיים זעירים הנקראים domains. כל דומיין מתמגנט בכיוון אקראי התלוי במבנה הגבישי שלו. ה-domains האלו מופרדים ביניהם על ידי גבולות (domain walls).

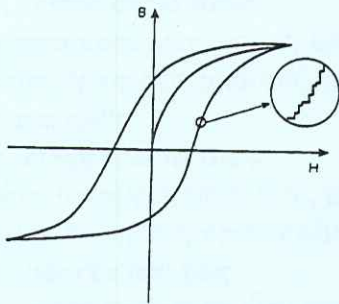
שדה מגנטי מתחלף (AC) יגרום לקירות אלו לנוע קדימה ואחורה תוך שינוי גדלי התחומים.

שינוי זה גורם לשינוי במגנטיות ויצירת פולס חשמלי על סליל מוליך המונח על פני השטח. פולס חשמלי זה מתורגם לרעש Audio אשר מהווה את הפלט של מכשיר הבדיקה. מכשירים מתקדמים נותנים גם חיזוי ויזואלי של עצמת הסיגנל.

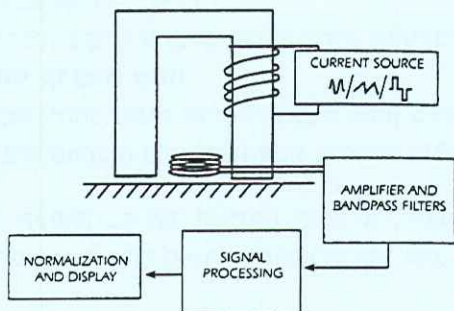
ישנו קשר בין רמת וכיוון המאמצים בחומר לעוצמת הרעש הנגרם בגלל אפקט ברקהאוסן. גם ירידת הקושיות גורמת להגדלת הסיגנל. כדי להבחין בין הסיגנל מהקושיות ומה המתקבל בגלל המאמצים יש לעשות איפוס של המכשיר על החלק הספציפי לפני הבדיקה.

ניתן לשנות את תדרי העירור של הבדיקה. כמו כן ניתן לעשות פילטרציה של התדרים הנקלטים. תדרים גבוהים מאפיינים אזורים הקרובים לגשש ואילו תדרים נמוכים מאפיינים אזורים רחוקים וזאת בגלל Skin Effect המוכר מבדיקות בזרמי ערבולת.

ישנן אפליקציות שבהן מעוניינים לגלות שינויים בקשיות כמו בדיקת פגמי השחזה או שריפות מקומיות כתוצאה מריתוך. באפליקציות אחרות מעוניינים לגלות מאמצים בחומרים, בקפיצים, שסתומים וריתוכים.



גילוי רמת מאמצים יכולה להביא לפעילות מונעת ומתקנת כמו טיפול תרמי או שינויי עומס חיצוניים וכן לאפשר פעילות ממוקדת כמו טיפול תרמי, הרעדות או הסרת חומר ובכך למנוע כשל. ■■



תהליך אוטומטי לבדיקת איכות הדמיות רנטגן ואמינות הזיהוי במערכות לגילוי פגמים

דב סלומון, וטרפול

מערכות מודרניות לגילוי אוטומטי של פגמים ביציקות למשל (ADR) עומדות בפני הצורך לזהות פגמים קטנים יותר ויותר באופן אמין. עיוותים או סטיות קטנים ביותר בשרשרת האותות יכולים לגרום לאי גילוי של פגמים.

התהליך המשמש היום לבדיקת אמינותם של המערכות הנ"ל מקיש מצילומי רנטגן דו-ממדיים נתונים על פגמים תלת-ממדיים. בכדי לקבל הערכה אמינה של גדלי הפגמים הניתנים לזיהוי בעת תכנון מערכות ADR יש לשפר את התהליך הנ"ל.

תהליכים הקיימים בשוק, בודקים מערכות רנטגן באמצעות:

- Line Penetrimeters.
- חלקי מבחן עם קדחים בגדלים ידועים.
- חלקי מבחן עם Penetrimeters צמודים.

לכל השיטות הנ"ל ישנם חסרונות. חברת YXLON מציעה תהליך חדשני המשתמש בחלקי מבחן מיוחדים אשר מדמים טוב יותר את צורתם של פגמים טבעיים ואשר ניתן ליצרם בפשטות וביעילות כלכלית.

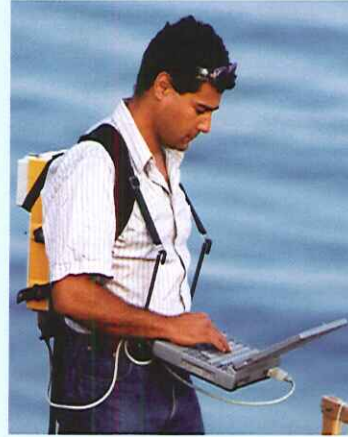
חלקי המבחן הצילינדרים מכילים כדורים חלולים במידות ובמיקומים שונים אשר מיוצרים מאותו החומר ממנו מיוצר חלק המבחן ומוחדרים לתוך קדחים המבוצעים בו.

יתרונות התהליך הנ"ל הם:

- גודל הפגמים הניתנים לזיהוי אינו תלוי בכיוון הקרינה (בגלל הכדוריות).
- דימוי הפגמים נעשה באמצעות מודל תלת-ממדי ולא דו-ממדי וניתן להשתמש בחלק המבחן לצורך כיוול מדידות פגמים תלת-ממדיים.
- חלק המבחן משמש לבדיקת איכות התמונה המתקבלת מהמערכת עצמה ובו בזמן למדידת איכות הגילוי של תוכנת ה-ADR.
- חלק עם אובייקטים רלבנטיים למבחן יכול לשמש לבדיקה שגרתית של מערכות.
- כאופציה, קבוצות דומות של קדחים קטנים בחלק המבחן יכולות לשמש לבדיקת היכולת למצוא את צפיפות הפגמים.
- כל הוריאציות של חלקי המבחן ניתנות ליצור בצורה פשוטה יחסית תוך שמירה על עקרון הכדאיות הכלכלית. ■■

בדיקות לא הורסות באמצעות GPR ויישומן בהנדסה אזרחית

ד"ר אורי בסון, גיאוסנס



GPR (מכ"ם חודר קרקע Ground Penetrating Radar) הינה שיטה גיאופיסית המשמשת לשיקוף, איתור ומחקר של אלמנטים תת-קרקעיים ומבנים הנדסיים לעומק של עד מספר עשרות מטרים. מערכות GPR משמשות לביצוע בדיקות ללא הרס (NDT) לפתרון בעיות

בתחומים כגון גיאולוגיה הנדסית והנדסת מבנים, ניאוטקטוניקה, מחצבים ומינרליים, ארכיאולוגיה, איכות הסביבה ועוד. המידע המתקבל באמצעות מכ"ם חודר קרקע על תכונות, תופעות ותהליכים המתרחשים באלמנטים הנבדקים מהווה אלטרנטיבה יעילה, מהירה ואלגנטית לפעילות חודרנית, הרסנית ויקרה.

עיקרון הפעולה של מערכות GPR דומה לזה של מערכות סונאר ואולטרא-סאונד. מערכת GPR משדרת גלים אלקטרומגנטיים בתדירות גבוהה (MHz-GHz) אל תת הקרקע או אל תוך האלמנט הנבדק. גלים אלה מוחזרים ממישורי אי-רציפות וממעברים פנימיים הקיימים בתווך כתוצאה מהבדלים בתכונותיהם האלקטרומגנטיות, לדוגמה - מעברי קרקע-סלע, סלע-חלל, אספלט-שתית, בטון-ברזל, בטון-חלל, תווך "יבש"-תווך "רטוב" ועוד. עוצמת ההחזרים והרזולוציה הינם פונקציה של תדירות השידור ושל סוגי החומרים בהם עוברים הגלים. מערכת המכ"ם מזהה את אזורי אי-הרציפות ואת המעברים המאופיינים על-ידי עוצמות יחסיות שונות של החזר, פיזור ודעיכה ובונה מהם הדמיה דיגיטלית של המבנה המשוקף.

באמצעות GPR ניתן לבצע שיקוף דיגיטלי תלת-מימדי לתחומי עומקים של עשרות סנטימטרים עד עשרות מטרים, ברזולוציה של סנטימטרים ושל עשרות סנטימטרים בהתאמה. הדמית המכ"ם מופקת ומוצגת בזמן אמיתי (real-time) על צג המחשב של המערכת בעת המדידה בשטח, כאשר עיבוד פרטני (אופציונלי) נעשה במעבדת המחשבים. להלן סוגי המידע אותו ניתן להפיק באמצעות GPR לתחומי ההנדסה האזרחית:

קרקע וביסוס: מיפוי גיאולוגי-סטרטיגרפי - מעבר בין קרקע לסלע, חללים, שברים וסדקים.

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

כבישים וגשרים: מיפוי מרחבי של אספלטים ומבנה שתית בכבישים. מיפוי רציפות מסת בטון ואיתור סדקים בגשרים.

שיקוף גופי בטון: מיפוי מבנה ורציפות, חללים וסדקים של גופי בטון, עמודים, תקרות, משטחים, קירות וקירות-תמך.

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

שרידים ארכיאולוגיים: איתור ומיפוי שרידים ארכיאולוגיים לפני בנייה והנחת תשתיות.

חומרים מסוכנים: איתור ומיפוי של נזילות מצנרת ביוב תעשייתית, מצבורי חביות, מטמנות ואזורים שזוהמו על-ידי חומרים מסוכנים. ■

מבני פלדה יתרונו וחסרונו

צבי המלי, מהנדסים בע"מ

1. ההרצאה תעסוק בשאלה היכן כדאי לתכנן מבני פלדה. הכדאיות העיקרית הנבחנת הינה כדאיות כלכלית, אך קיימת גם כדאיות טכנית שיכולה להטות את הכף לכיוון מבני פלדה.
2. סוג המבנים שלגביהם קיימת הדילמה היסודית, פלדה או בטון? הינם מבנים קשיחים רחבי היקף כדוגמת בניינים או מבנים גבוהים.
3. בהרצאה יוצגו מספר פרויקטים בהם נבחנה האפשרות לשימוש בשני החומרים, בעיקר לשתי מטרות: יעילות כלכלית וצמצום לוח הזמנים.
4. בנוסף, יובאו לדוגמה מספר פרויקטים בהם בחירת הפלדה נבעה מיכולת טכנית.
5. יוצגו מספר סוגיות בנושא הגנת אש על פלדות בהן יושם דגש על כך שחומרים אלו, לא רק מעכבים בערה אלא גם מעכבים את הפלדה מלחזור לשוק בנתח גדול יותר משום מחירה הגבוה.
6. ההרצאה תסתיים בסקירת מספר נושאים הקשורים להמשך המחקר והפתוח בתחום הפלדות. ■

צילום בוידאו של פנים צנרת המים

מצלמת הוידאו שנעה לאורך הצינור מסוגלת לצלם כ 300 מטר לכל כיוון.

להלן טבלה מתוך המפרט המבטאת את כמות הצילומים שיש לבצע על מנת להבטיח רמת איכות נאותה להנחת קווים.

טבלה לקביעת כמות צילומי ווידאו הנדרשת בקווים

הערות	*אחוז מהקו לצילום	תנאי הנחת הקו
הצילום יבוצע לאחר הכיסוי סופי	20%	אדמות לס, חרסית חול
הצילום יבוצע לאחר הכיסוי סופי	30%	אדמה מעורבת - אבנים וסלעית.
אורך הקטע המצולם יכול להיות פחות מהנדרש במפרט	100%	מעברי כבישים או מיקום צנרת באזורים רגישים

*במקרה שכמות הפגמים החמורים שיתגלו במדגם הצילומים הראשון יהיה גדול משניים, יבוצע מדגם נוסף זהה לקודם.

לכלי ביקורת זה תועלת כפולה:

1. מאפשר איתור פגמים עוד בטרם גרמו לנזקים.
2. מאלץ את מבצע הנחת הקו לעבוד לפי נהלי מקורות וברמה הגבוהה ביותר. חריגה מצורת עבודה זו גוררת עלויות תיקון גבוהות, לעיתים עד כדי הפסד כספי למבצע.

נוסף לכך, צילום הוידאו הפנימי מאפשר לצוותי האחזקה של מקורות לעמוד על טיבם של קווים קיימים החשודים כפגומים, לפני קבלת החלטה על החלפתם. במקרה זה הצילום מסייע להגיע לידי החלטה להחליף קטע מסוים במקום את כל הקו, ובכך לחסוך עלויות מיותרות וגבוהות.

בשנת 2000 צולמו כ-5.4 ק"מ של קווים חדשים. בצילומים אלו אותרו 63 פגיעות בצנרת, ו 48 מתוכן חייבו תיקון. יש לציין כי עלות צילומי הוידאו היא נמוכה מאוד יחסית לעלות הנזקים או להחלפות קטעים שהיה צורך לבצע לולא נעשו צילומים אלו. ■

אלי יוסף, מפקח ריתוך ארצי, מקורות



חברת מקורות מניחה בכל שנה כ 300 ק"מ צנרת להולכת מים מסוגים שונים. מקורות מפקחת הן על ייצור הצינורות והן על הנחתם. הפיקוח על הייצור מבוצע במפעלים תוך הקפדה על דרישות התקנים הבינלאומיים (API, AWWA C 200 לריתוך) ושל

מפרטי מקורות. הפיקוח בעת ההנחה מבוצע על-ידי יחידת הפיקוח הארצית. לרשות מקורות עומדים אמצעים רבים לבדיקת טיב העבודה. בין היתר מבוצעת במשך שנים בדיקה רדיוגרפית (צילומי רנטגן של הריתוכים) הכוללת בדרך כלל כ 10 אחוז ממספר החיבורים בקו. בדיקה זו כוללת את בקרת איכות הריתוך ואת איכות ציפוי הבטון הפנימי באזור הריתוך.

עם השנים הצטברו תלונות במקורות לגבי פיצוצים של קווי מים בנקודות שונות לאורך הקווים - הן באזורי הריתוך והן באזורים אחרים. הסיבה הנפוצה לתקלות אלו הייתה קורוזיה שהתפתחה עקב התקלפות הבטון הפנימי בצינור. לרוב, התקלפות הבטון הפנימי נובעת מפגיעה חיזונית במהלך הנחת הקו שגורמת למערכת הצינור והתנתקות ציפוי הבטון הפנימי מהפלדה. זמן קצר לאחר התנתקות זו מתפתחת קורוזיה בפלדה, ובעקבותיה נזילה. מאחר שהצינורות מוטמנים באדמה קשה לאתר את הנזילה, ולעיתים נמשכת זמן רב עד לגילוייה וגורמת לאיבוד כמויות גדולות של מים חיוניים. מאחר והנזקים מופיעים לאחר מסירת הקו למקורות, עלות תיקונם חלה על מקורות.

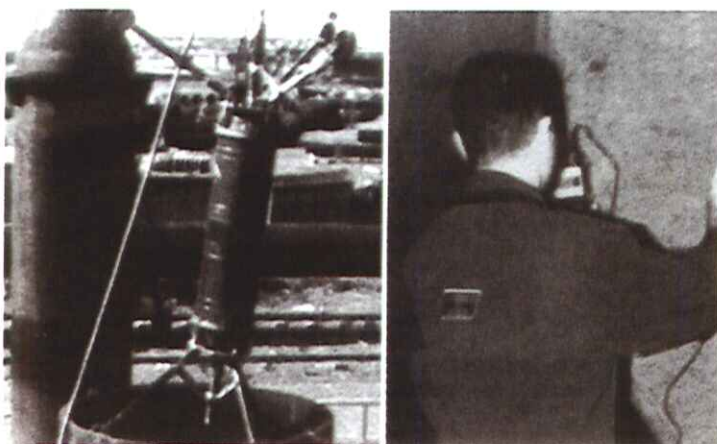
בעקבות המקרים הנ"ל הוחלט לאחרונה על הכנסת מצלמת ווידאו לצורך בדיקה פנימית של הצנרת, לאחר סיום הנחת הקו וכיסויו הסופי.

סוג זה של ביקורת דרש הכנת נוהל בנושא הזמנת צילומי ווידאו לקווים ומפרט לביצוע צילומי ווידאו של פנים קווי המים במקורות. הכנת מסמכים אלו בוצעה על-ידי וועדת סטנדרטים לקווים, והם מתייחסים לאופן ההתארגנות של הקבלן ויחידת הפיקוח לביצוע שוטף של צילומי הקווים.



המכון לבדיקות לא הורסות

המכון מוכר ומוסמך לבצוע בדיקות ע"י חברות ותאגדים גדולים ומכובדים ביניהם: הכור ומתקנים אחרים, חברת החשמל, מפעלי ים-המלח, משרד הבטחון, התעשייה הצבאית, תעשיות כימיות - "מכתשים", חברת המים - "מקורות", "פריקלאס", "שרותי נפט", "קצא"א", חברות גז ונפט נוספות וקבלני ריתוך ברחבי ישראל. מעבר לים, ביצע המכון עבודות במדינות רבות בניהן: אירן, גרמניה וטוגו.



המכון עוסק בתחום רחב של בדיקות לא הורסות:

- ✓ רדיו גראפיות (Gamma Ray, X-Ray)
- ✓ בדיקות אולטרא קוליות
- ✓ צבעים חודרים
- ✓ חלקיקים מגנטיים



**המכון פועל על-פי כל כללי
ISO 9000 - ISO/IEC Guide 25**

האופן 1 א.ת. חולון, כתובת למשלוח דאר ת.ד. 71 אזור מיקוד: 58190
טלפון משרד/מעבדה: 03-5500234, פקס: 03-5569044
פלאפון: 050-240267 מען: 03-5597921, טל/פקס: 03-5506658

תקציר

יישומי אנדוסקופיה בבדיקות לא הורסות

יגאל אברם, אחים איזנברג בע"מ

- המכשור ביישומי האנדוסקופיה מתחלק לשלושה סוגים עיקריים:
1. בורוסקופים - אנדוסקופים קשיחים בעלי קוטר מקסימלי של 16 מ"מ ואורך מרבי של 143 ס"מ, המעבירים את תמונת החלל הנבדק באמצעות עדשות.
 2. פייברסקופים - אנדוסקופים גמישים בעלי קוטר מרבי של 13 מ"מ אורך של עד 3 מטר, המעבירים תמונה באמצעות סיבים אופטיים.
 3. וידאוסקופים - אנדוסקופים גמישים אשר בחלקם הקדמי נמצאת מצלמת CCD ומעבירים את התמונה לצפייה ע"ג מסך באמצעים אלקטרוניים, קוטרם של מכשירים אלו נע בין 5-8 מ"מ ואורכם מגיע ל 7.5 מטר.

יישומי האנדוסקופיה רבים ומגוונים ומגיעים למספר רב של תחומים בחיינו.

אנו, העוסקים בבדיקות לא הורסות, מורגלים לפגוש מכשור זה בבואנו לבדוק מכלי לחץ, להבי מנועים מסוגים שונים, מחליפי חום, טורבינות ועוד.

ברצוני להפגישכם עם יישומי אנדוסקופיה אשר אינם כה מוכרים מתחומים שונים כגון רפואה, חקלאות ואפילו מוסיקה.

אחת הדוגמאות לשימוש באנדוסקופיה בתחום החקלאות הוא גילוי של חידקונית הדקל המצויה, חרק שבית גידולו בעצי דקל ואשר גורם לנזק להתפתחות העץ.

בתמונות הבאות ניתן לראות את אופן הבדיקה והממצאים המתגלים וזאת ללא גרימת נזק לעץ הנבדק (בדיקות לא הורסות). ■■



בחינות מדגמיות לפי תכונות בבדיקות לא הורסות

אבנר הלוי, אוניברסיטת חיפה

בעיה מרכזית שהייתה ונשארה היא ההפנמה של מידת הביטחון הסטטיסטי שתוכנית מדגמים יכולה להעניק למשתמשים בה. בסטטיסטיקה אין קסמים: מדגמים קטנים מאפשרים רמות ביטחון נמוכות במסקנות שמפיקים מהם. רמות ביטחון (נמוכות) אלה מפתיעות, לפעמים, עד כדי אכזבה. כדי להמעיט באכזבות, כדאי שנבין מהן רמות הביטחון הקשורות בדגימות לפי תכונות.

בעיה שניה היא התובנה של מושג הדגימה האקראית הפשוטה. אם המדגם איננו מלוקט מהמנה בדרך שמתיישבת עם הנחות המודלים ההסתברותיים, אין שום דרך לחשב את רמות הביטחון הסטטיסטיות, ולכן גם לא להבטיח שום דבר.

בעיה שלישית היא של הגדרת המושג "מנה" (lot, batch). מהי מנה לצורך הדגימה ועל מה חלות המסקנות של הניתוח הסטטיסטי?

בעיה רביעית היא של סתירה, לכאורה, בין השיקולים ההנדסיים ובין התשובות הסטטיסטיות.

בהרצאה זו נתייחס לבעיות הנ"ל, נציג את העקרונות של תוכניות הדגימה הסטטיסטיות ואת תכונותיהן. ■

המתודולוגיה של בחינה מדגמית לפי תכונות (כלומר, בדיקות "הצלחה או כישלון", go - no go) ותיקה ומוכרת כבר למעלה משבעים שנים. התקן האמריקאי לבחינות מדגמיות לפי תכונות, MIL-STD-105 (על גרסאותיו ושמותיו הקודמים) הוא המסמך הסטטיסטי הנפוץ ביותר אי-פעם. המסמך המעודכן של תוכניות הדגימה הוא התקן הבינלאומי ISO 1-2859, המשמר את המבנה הבסיסי של MIL 105 המפורסם, שנועד בתקופת מלחמת העולם השנייה. מערכת התקנים ISO 2859, על חלקיה, עוברת בימים אלה התמרה לתקן ישראלי.

הצורך בבחינות מדגמיות לפי תכונות, כאלה המסוגלות להתמודד עם אחוזי פגומים אבל לא עם פרומילים שלהם, או פחות, עדין קיים. למעשה, הצורך תלוי לא רק ברמות האיכות המושגות למעשה בתעשייה (בפיתוח או בייצור), אלא גם בעלות הבחינה (כלומר, בצורך לעבוד עם מדגמים קטנים).

השנה, 2001, ISO 1-2859 עבר עדכון. אם נוסיף עדכון זה לחצי תריסר העדכונים שעבר MIL 105, נוכל לראות שטבלאות הדגימה לא השתנו בחמישים השנים האחרונות. מה שהשתנה הוא הפרשנות שלהם, ההסברים, חידוד ההגדרות של המשמעויות הסטטיסטיות ושל המונחים השימושיים בבחינות מדגמיות לאיכות.

חברת ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון עוסקת בייבוא, שווק ושירות למיכשור בקרה ומיכון. חברתנו מייצגת חברות בינלאומיות מהשורה הראשונה בתחום זה. בין המוצרינו גם ציוד מעבדתי ונייד לביצוע בדיקות לא הורסות:

מגוון של:

- ספקטרומטרים ואנאלייזרים למתכות, בשיטת XRB,
- בשיטת ARC/SPARK
- אנאלייזרים לגזים
- מיכשור לבדיקות חמרי באתר
- תאי עומס לבדיקת מתיחה, לחיצה, מומנט וגזירה
- ציוד בדיקה מבוסס סיבים אופטיים (לבדיקות לחץ, עיוות, טמפרטורה וכו')
- תאי אקלימציה
- תצוגות ומתמרים
- מדי לחות וטמפרטורה
- מדי עובי דופן וציפוי
- משקלות ומשקלים
- חומרי צימוד לבדיקות אולטראסוניות



R.

B.

M. LTD.

CONTROL and MECHANIZATION



מ. בע"מ

בקרה ומיכון

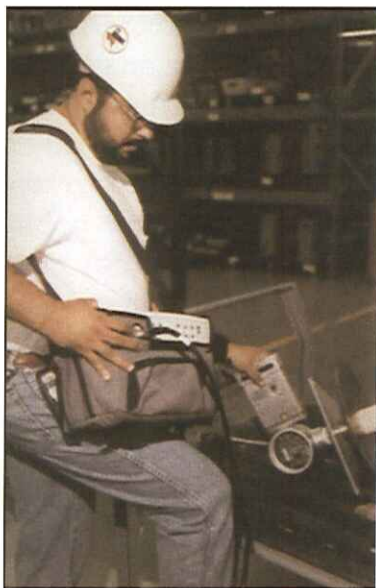
ר.ב.מ. בע"מ בקרה ומיכון
T.ת. 3008, הוד-השרון 45241 טל': 03-9343518 03-9348404 פקס: rbm@zahav.net.ilemail

מכשור לזיהוי מתכות בתעשייה

יכולת המכשיר היא לבצע אנליזה של 24 יסודות וכ 230 סגסוגות, לדוגמה:

יסודות וסגסוגות עקריים לזיהוי ע"י המכשיר

יסודות	סגסוגות
כרום	פליז
קובלט	ארד
ברזל	פלדות
מנגן	פלבי"מ
ניקל	סגסוגות ניקל
טיטניום	סגסוגות טיטניום
ונדיום	סגסוגות נחושת



מי זקוק למכשיר

גורמים רבים זקוקים לאנליזה של מתכות וסגסוגות, כדי לאמת בביטחון את טיב וסוג המתכת ממנה בנוי הציוד או המבנה, מקרי כשל רבים שנוצרים כתוצאה מהתעייפות, שבר, בליה, סדיקה, זחילה, קריסה, שחיקה, סחיפה, קורוזיה, חימום יתר, או ריתוך פגום נובעים מזיהוי שגוי של החומר בשלב הייצור.

שימוש נוסף יכול להיות בעת מחזור גרוטאות מתכת, מיון נכון

שימוש במכשיר לזיהוי מתכות

לפי סוג הסגסוגת יאפשר מכירתו במחיר מתאים. המכשיר משמש במפעלים כימיים, מפעלי תרופות, מפעלי מזון ומשקאות, טקסטיל וכדומה וכן מפעלים המייצרים ציוד חיוני כגון שסתומים, אוגנים, משאבות, צינורות ודודי לחץ. כמו כן משמש בתחזוקה של מתקנים כגון בתי זיקוק, תחנות כוח, בפלטפורמות ימיות לגז ושיפוץ מטוסים. אך יותר מכל חשוב במחסנים ובאתרים המאחסנים חומרי גלם.

מיכאל שור, הנדסת חומרים חיפה

אחת הסיבות הנפוצות ביותר לכשל בציוד מתכתי היא בחירה שגויה של מתכת, כלומר שלא בהתאם לתכנון המקורי. הדבר מתרחש לעתים קרובות במחסנים כאשר מופרע הסדר של סימני הזיהוי. לפעמים חותכים חלק של פח פלבי"מ והחלק הנותר נשאר ללא סימן זיהוי או עם סימן זיהוי משובש או בלתי קריא. נתקלתי בעבר בטעויות שנגרמו כסיבות אלו כגון טעות בזיהוי בין פלבי"ם 316 בעל עמידות משופרת לקורוזיה, לבין פלבי"ם 304 אשר עמידה פחות בפני קורוזיה, משום שאינה מכילה מוליבדן. קביעת נוכחות מוליבדן בפלדה הייתה מונעת שגיאה קריטית זו. כמו כן נופלות טעויות בזיהוי בין סוגים שונים של פליז, שכמט כולם בצבע זהוב.

השיטות הפשוטות לזיהוי המתכת על פי צבעי הסגסוגת או על פי הגוונים המופיעים לאחר צריבתה בחומצה, אינן מדויקות ויכולות לגרום לטעויות ולשיבושים קשים בייצור.

לצורך זיהוי חד משמעי פותחו בשנים האחרונות מכשירים מיוחדים המבוססים על זיהוי לפי המבנה האלקטרוני האופייני לכל מתכת.

אפיון המכשיר

אחד המכשירים פותח ומיוצר על ידי חברת TEXAS NUCLEAR TECHNOLOGIES מארצות הברית, מכשיר זה מבוסס על טכנולוגיית XRF (X RAY FLORESCENCE), המכשיר מצויד באיזוטופים היוצרים קרינה החודרת דרך המתכת הנבדקת ויוצרים יינון, גלאי העשוי מיודיד כספית קולט ומזהה את הקרינה האופיינית לכל סוג מתכת.

המכשיר מסווג כמכשיר לבדיקות לא הורסות ועומד בתקנות הבטיחות של ISO ותקנים בינלאומיים אחרים, זהו מכשיר נייד, ממוחשב, בעל ביצועים מהירים ומדויקים - זמן המדידה עד עשרים שניות.



המכשיר לזיהוי מתכות Metallurgist Pro-Portable (Meta) Analyser

המכשיר משווק בישראל על ידי חברת RBM

חידושים בשיקוף רנטגן - מיקרופוקוס/ננופוקוס

איל דיקרמן, דקטל טכנולוגיות בע"מ

Conventional Tube	Microfocus Tube
large focal spot (mm)	dot-like focal spot (μm)
no image sharpness	high image sharpness
no magnification	high magnification

Increasing of geometric magnification:
By simple sample shifting towards the X-ray tube (→)

מתקני הרנטגן הנפוצים בשטח הבדיקות ללא הרס, מבוססים ברובם על מקורות רנטגן בעלי כושר חדירה גבוה, אך כושר הבחנה/רזולוציה שאינה מתאימה לכל דרישות הטכנולוגיות החדשות. חברת Fein Focus מגרמניה פיתחה כבר לפני 20 שנה את השפופרת הפתוחה, אשר מאפשרת מצד אחד, כושר חדירה גבוה על ידי קרינה באנרגיה המופקת ממקור של עד 225KV, ועם זאת כושר הבחנה של פגמים בסדר גודל של מיקרון!

היכולת של השפופרת הפתוחה מתקבל מהפוקוס (מוקד) הקטן במיוחד שיכול להגיע עד 0.5 מיקרומטר (500 ננומטר) ומאפשר להגיע להגדלה גיאומטרית של פי 2000 ללא ירידה ברזולוציה. השפופרת הפתוחה מאפשרת החלפת Target מחומרים שונים לצורך קבלת מקור קרינה המתאים ליישומים השונים, כמו כן מאפשרת החלפת פילמנט או מטרה במקרה הצורך בעלות מזערית ולכן חיי השפופרת הם ארוכים במיוחד.

מוקד (פוקוס) קטן במיוחד בסדרי גודל של 1 מיקרון משפר משמעותית את "Geometric Unsharpness" ומאפשר בדיקה של חלקים קטנים שיוצמדו למוקד במרחק של 0.5 מ"מ ולקבל הגדלה ותמונה חדה במיוחד.

מאות מכוונות משמשות כבר הרבה שנים בתעשיית האלקטרוניקה, ועם התפתחות הטכנולוגיה, גם ביישומים אחרים כמו התעשיות הביטחוניות, התעשייה האווירית, תעשיית החלל או לבדיקת חלקים ברמת אמינות גבוהה. נמצא שרק סוג כזה של מקור קרינה מסוגל לייצר תמונה חדה מספיק.

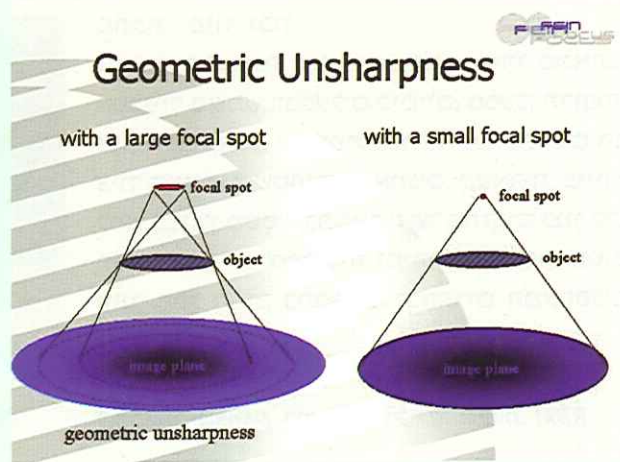
כאשר משלבים תמונה באיכות טובה עם מחשב עיבוד תמונה, ניתן לבצע פעולות מתמטיות לשיפור ועיבוד התמונה לקבלת תמונה צבעונית, תלת ממדית עם הגדלות נוספות של אזור הפגם ושמידתה במחשב כקובץ דיגיטלי. ■■



ציוד בל"ה לשימוש רפואי ב-CT ו-MRI

פרופ' עמנואל סגל

בטומוגרף רפואי אנרגיית קרני ה-X היא נמוכה 80-140 קילוולט. אנרגיה זו מתאימה לבדיקת מבנים מחומרים מרוכבים (חומ"ר). כגון קצפים, חומרים בעלי סיבי פחמן וגם זכוכית. תודות לזרמים הגבוהים שבטומוגרף ניתן להשתמש בהם לבדיקת חומרים קרמיים ואפילו מתכות. עבור מדידות של קצפים, קרמיקה ומתכות דרושים כיולים מיוחדים לטומוגרף. בהדמיה המגנטית משתמשים לגילוי חללים וכמות המאגד בקרמיקה "ירוקה" - קרמיקה שאינה גמורה והיא עדיין עם המאגד, לארונה נבנה באוניברסיטת הרוורד בארה"ב תנור המתאים למדידות בתוך מכשיר הדמיה מגנטי. בתנור זה אפשר לעקוב אחר תהליך שריפת הקרמיקה תוך כדי תהליך השריפה. היתרון של המכשיר המגנטי הוא שהחומר הקרמי עצמו אינו מפריע למדידה. ■■



ASNT Affiliated Meeting

2002



MAR 18-22

ASNT Spring Conference 11th Annual
Research Symposium Hilton Portland,
Portland Oregon Contact ASNT

NOV 4-8

ASNT Fall Conference and Quality Testing
Show, Town and Country Resort Hotel,
San Diego California Contact ASNT

היכוננו לכנס האירופי ה-8 בברצלונה (ספרד) שייתקיים בין התאריכים 17-21 יוני 2002



asociación española de
ensayos
no
destructivos
"SPANISH SOCIETY FOR NDT"

8th ECNDT
Barcelona (Spain),
June 17-21, 2002

מחירים מיוחדים לחברי העמותה הישראלית הלאומית לבל"ה

על המעוניינים להירשם, לפנות למזכירת העמותה.
מחיר למשתתף:

EURO 675	לפני 28 פברואר 2002	●
EURO 750	אחרי 28 פברואר 2002	●
EURO 450	גימלאים	●
EURO 525	חברי עמותה	●
EURO 275	מחיר מלווה	●

איקא יעוץ תעשייתי בע"מ
חומרים והבטחת איכות



יש לך בדיוק באולמריק?

פנה לאיקא!!

אנו נבצע עבורכם את בדיקות המעבדה
שדורשים המפרטים השונים:

- תכונות מכניות
- בדיקות מטלוגרפיות
- אנליזות של חומרי גלם
- בדיקות קורוזיה (תא מלח)
- חקר כשלונות
- כיול תבורים ומכשור בקרה

ביצוד מיהי ביוגבי!

אישורנו מלכדה וצוות מהינסים מנוסה ביוגבי
סיייד לך בפטרון בדיוק בגרמינו ויזור
ובאורג אולמריק.

שד"י יצחק, 5 חיפה 34482 טל' 04-8379972, פקס: 04-8380782
E-Mail: ikal@netvision.net.il



FISHER M.A.
INTERNATIONAL TRADERS (1986) LTD.

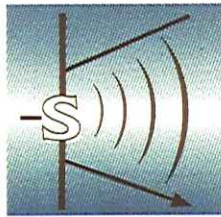
יעוץ ושירותי מעבדת חומרים ←
מגוון ציוד וחומרים לבדיקות ללא הרס ←
ציוד וחומרים מתכלים למעבדת חומרים ←
ציוד ניקוי מגוון וחומרי ניקוי תעשייתיים ←

ציוד ריסוס, התזה וצביעה מגוון ←
ציוד מדידה לתחום הצביעה והציפויים ←
מערכות לטיפול ומיחזור מים וממיסים ←

7b Hagoren St. P.O.Box 1414, Mazkeret-Batia 76804, Israel

E-Mail: fisherma@inter.net.il

Tel: 08-9348455, Fax: 08-9348453


Sonotron NDT


איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות בישראל (ע"ר)



הכינוס הרביעי של העמותה הישראלית הלאומית לבדיקות לא הורסות – ASNT ISRAEL - I NDT 2002 בשיתוף עם איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות וחברי איגוד הרדיולוגים ואיגוד הרנטגנולוגים

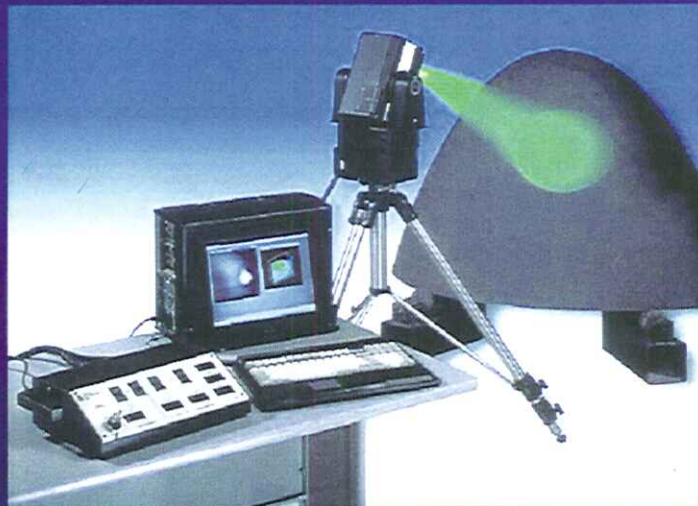
	08:00-09:00	התכנסות ורישום
	09:00-10:00	פתיחת הכנס גבריאל שואף, נשיא ישראלנדט
ברכות עורך טירה, נשיא התאחדות התעשיינים, ג'וספה נרדוני, נשיא ICNDT, יואב סרנה, יו"ר איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות, יוסי שואף, יו"ר ASNT/ISRAEL		
חלוקת תעודות הסמכה של טע עורך טירה, גבי שואף, עמוס נוטע, יצחק סגל		
יושבי ראש – חיים אלמוג, יצחק סגל		
הרצאת אורח: ניתוח התמוטטות מגדלי התאומים והשלכותיה על תכנון בניינים עתידיים – ישראל דוד, סגן יו"ר איגוד המהנדסים לבנייה	10:00-10:30	
הפסקה – כיבוד וסיור בתערוכה	10:30-11:30	
התפתחויות עתידיות בבדיקות לא הורסות – ג'וספה נרדוני, נשיא ICNDT	11:00-11:20	
בדיקות לא הורסות חובקות תחומים רבים – עמוס נוטע, הטכניון, חיפה	11:20-11:40	
מושב א' – בדיקות לא הורסות – כללי יושב ראש עמוס נוטע, גברי כהן		
בדיקות לא הורסות ברכיבים דינמיים – אריה עצמוני, חיל האוויר	11:40-12:00	
בדיקות לא הורסות במכלי לחץ – יואל וויל, אורמת תעשיות בע"מ	12:00-12:20	
התעדת כח אדם בדיקות לא הורסות בתעשייה ומגזרים אחרים – יצחק סגל, הטכניון, חיפה	12:20-12:40	
בחינות מדגמיות לפי תכונות בבדיקות לא הורסות – אבנר הלוי, אניברסיטת חיפה	12:40-13:00	
ארוחת צהריים וסיור בתערוכה	13:00-14:00	
יושבי ראש – אריה עצמוני, יואל וויל		
תכונות של ציוד אולטרסוני תעשייתי ורפואי – גדי פסי, סונטרון בע"מ, דיאנה ג'יטיני, בי"ח רמב"ם	14:00-14:20	
תהליכי בדיקה והפקת מידע מ-MRI ו-CT – דורית גולדשר, אהובה אנגל, בי"ח רמב"ם	14:20-14:40	
יישומי אנדוסקופיה בבדיקות לא הורסות – יגאל אברם, אחים איזנברג	14:40-15:00	
יושבי ראש – אהובה אנגל, גרי פסי		
Barkhausen Effect – "לשמע את המאמצים" – השיטה ויישומה – יוסי שואף, גבי שואף בע"מ, ג'וספה נרדוני, ICNDT	15:00-15:20	
בדיקות לא הורסות לזיהוי פלילי למשטרת ישראל – צדוק אלעזר, משטרת ישראל	15:20-15:40	
גילוי זיופים בכלי רכב – יהודה נובוסלסקי, משטרת ישראל	15:40-16:00	
סיכום הכנס והגרלת מצלמה דיגיטלית		
מושב ב' – בדיקות לא הורסות בתשתיות ומבנים יושב ראש ישראל דוד, גריגורי קרוג		
שיטות מודרניות, חשמליות ואופטיות למדידת עיבורים (strains) במבנים – דורון שלו, משרד תכנון פרטי, מרצה באוני' ת"א	11:40-12:00	
בדיקות גיאודזיות (B Scan) של הקרקע ומבנים תת-קרקעיים – מיכאל שנדלוב, איזוטופ בע"מ	12:00-12:20	
תכנון מבני פלדה – יתרונות וחסרונות – צבי המלי, משרד צבי המלי לתכנון	12:20-12:40	
היווצרות פגמי ריתוך – פרדי אורנת, מ.ס. מערכות חומרים בע"מ	12:40-13:00	
ארוחת צהריים וסיור בתערוכה	13:00-14:00	
יושבי ראש – בן-ציון פוקס, ראובן עציוני		
רקטריונים לקבלה ודחיה במבני פלדה לפי תקן ANSI/AWS-D1.1 – גבי שואף, גבי שואף בע"מ	14:00-14:20	
אמצעים שונים לניטור – גדי ליסקוביץ', איזוטופ בע"מ	14:20-14:40	
יושבי ראש – יוסי וייספלד, אופיר מגל		
חידושים בטומוגרפיה תעשייתית ורפואית – דב סלומון, ווטאירפול בע"מ	14:40-15:00	
חקר כשל תוך שימוש בשיטות פוטואלסטיות – פאדל טריף, חיל חימוש	15:00-15:20	
השפעת הסרת צבע ב-BMP (כדוריות פלסטיק) על בדיקות בצבעים חודרים במתכות רכות – מאיר מיארה, חיל האוויר	15:20-15:40	
בדיקות וידאו ורדיוגרפיה בצנרת להולכת מים – אלי יוסף, מקורות בע"מ	15:40-16:00	
אסיפת המליאה השנתית של ישראלנדט	17:00-17:30	
דברי נשיא העמותה – גבי שואף, דווח מזכיר וגזבר העמותה – יוסי וייספלד, דוח רואה חשבון – מאיר וידל, הבחירות למוסדות העמותה – חיים אלמוג, החלטות המליאה		

הועדה המארגנת:

יוסי שואף, גרי פסי, דורון שלו, ראובן שרייבר, יוסי וייספלד, יהושע יוגודני, ראובן עציוני, יואל וויל, בן-ציון פוקס, גדעון רונן, שולי קופיטקו, יצחק אזולאי, גדעון סקופ



LTI-5100 Digital Shearography System



Shearography Test of A-6 Aircraft Radome

Benefits

- Real Time Imaging of Disbonds, Delaminations and Impact Damage: 10-100 Times Faster than UT C-Scan
- Substantial Increase in Productivity and Quality for Aerospace Composites Manufacturing
- Reduce or Eliminate Cost due to Scrap

Features

- Remote Control Camera Functions, Pan and Tilt
- Complete Phase Stepping Macros and Image Processing Software Suite
- Laser power from 150mw to 5 Watts
- WINDOWS NT Platform



Laser Technology Inc.

Norristown, PA U.S.A.

נציגים בישראל:

מ.נ. הנדסה
טל: 03-5035262 פקס: 03-5039511 , e-mail: main@mnengineering.co.il





Flaws detection by eddy current inspection

ת.ד. 2272 קרית אונו 55100, 03-5323533, פקס. 03-5323115



For all industries !



עזר - מכונות לבדיקת פגמים בקווי יצור בשיטת זרמי הערבולת