

5.3 בדיקות ללא הרס

בדיקות ללא הרס - בל"ה

בארופה NDT – Nondestructiv Test

בארה"ב NDE - Nondestructive Examination

תקני התכנון מגדירים גם דרישות לבדיקות בל"ה, הדרישות כוללת הגדרת שיטת בדיקה והיקפה (כדוגמת דרישה לביצוע רדיוגרפיה לריתוכים של מכלי לחץ ב ASME 8, או בדיקות עובי דופן למיכלי דלק בתקני API). נהלים לביצוע הבדיקות השונות מוגדרים בתקן האמריקאי ASME Boiler and Pressure Vessel Section 5 - Nondestructive Examination בתקן זה מוגדרות בל"ה הבאות: רדיוגרפיה, אולטרסוני, חלקיקים מגנטיים, נוזל חודר, ויזואלי, בדיקת אטימות, אלקטרומגנטי (Eddy Current) ופליטה אקוסטית (Acoustic Emission).

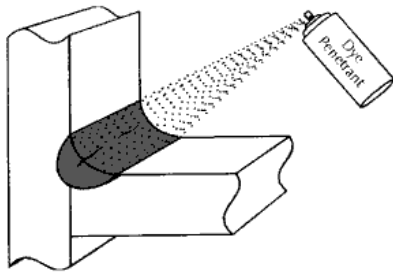
לכל שיטה בל"ה יכולות ומגבלות, יתרונות וחסרונות לכן יש להכיר את השיטות ולבחור את השיטה המתאימה לצרכים השונים, אפשר ומקובל לדרוש מספר בדיקות בשיטות שונות המשלימות זו את זו.

בדיקות הבל"ה יבוצעו ע"י בודק מוסמך, שיטות ההסמכה מבוססות ע"י הסמכות של ארגון ה-ASNT – American Society for Nondestructive Testing, בבסיס ההסמכה מבוסס על הסמכה מדורגת ל 3 רמות: Level 1, Level 2, Level 3 כאשר ההסמכה בדרגה 3 מאפשרת להדריך ולהסמיך דרגות נמוכות יותר.

שיטות בל"ה משמשות לבדיקת ריתוכים:

VE - שיטת בדיקה חזותית Visual Test

שיטה בדיקה ויזואלית – כלכלית, ומהירה דורשת ציוד מועט, תאורה טובה, ראייה טובה (בדיקה ע"י הבחנה בחוט בקוטר " 1/32) וניסיון מקצועי. מאפשרת גילוי סדקים או פגמים על פני השטח בלבד. מחייבת גישה של הבוחן למרחק של לא יותר מ 24" מהעצם הנבדק יש לבצע אותה לפני במהלך ואחרי הריתוך. מומלץ לבצע אותה לפני כל שיטת בדיקה אחרת כתנאי להמשך הבדיקה.



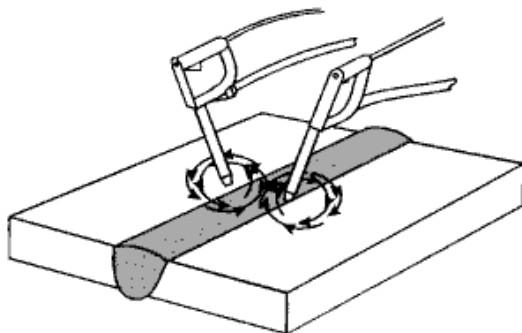
PT - נוזל חודר Liquid Penetrant Examination (רגיל או פלורסנטי)

מאפשר גילוי סדקים בפני השטח גם אם קטנים לגלוי בעין . בחלק מהתקנים היחס לשיטה ה PT הוא כהרחבה של הבדיקה היוזואלית . מתאים לזיהוי סדקים בפני השטח במשטחים חלקים , לא יעיל במשטחים נקבוביים . מוגבל לפני שטח בטמפרטורה בין 50 ל 125 F .

במהות השיטה שימוש בנוזל חודר פלורסנטי או נוזל חודר בחומר פלורסנטי fluorescent, לאחר הניקוי היסודי של החלק מיישמים על השטח הנבדק נוזל פלורסנטי , הנוזל חודר במנגנון קפילרי לסדקים פתוחים , לאחר מכן מנקים את הנוזל החודר מפני השטח ומיישמים חומר מפתח "developer" המושך את החומר הפלורסנטי מהסדקים אליהם הוא חדר , בעזרת "אור שחור " או אולטרה סגול באורך גל 3350 \AA מבליט את החומר הפלורסנטי היוצא מהסדקים ואז מבחינים בסדקים עצמם . visible dye שיטה דומה בה מבוצעת הבדיקה באור רגיל וע"י הבלטה של צבעים מנוגדים . השיטה יעלה לגילוי בעיות אטימות ויכולה לגלות בעות אטימות שלא יתגלו בבדיקה פנאומטית בלחץ נמוך של 5-20 Psi , הרגישות של השיטה קטנה בעובי דופן הגדול מ 6 מ"מ .

MP בדיקה מגנטית Magnetic Particle Test

שיטה לאיתור פגמים בדגמים מתכתיים פרומגנטיים Ferromagnetic ואינו מתאים למתכות אוסטינטיות Austenitic . מצוינת לזיהוי פגמים בריתוכים גם כאלה שגודלם אינו מאפשר להבחין בהם בעין או כאלה שהם קרובים מאוד לפני השטח .



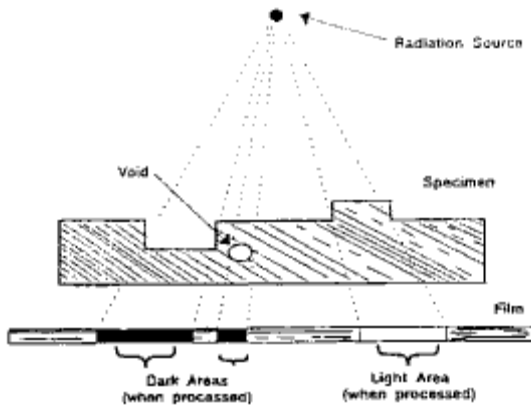
בשיטה יוצרים שדה מגנטי בין שני קטבים שבו חלק מהשטף המגנטי עובר דרך הדגם , במידה וקווי השטף בחומר מופרעים ע"י סדק הם קופצים מעליו . על גבי האזור הנבדק מפזרים בריסוס או בנוזל אבקה ברזלית , באזור ההפרעה

בו יש קפיצה של קווי השטף המגנטי נוצר ריכוז בולט לעין של האבקה

5.3. בדיקות ללא הרס

מתאים לזיהוי פגמים עד 2 מ"מ מפני השטח , מאפשר ביצוע בדיקה מעל ציפוי בעובי עד 80 מיקרון , לא ניתן לבדוק איתו חומרים שאינם מגנטיים כפלדת אלחלד אוסטניטית מסידרה 300 (316 , 304)

RT - רדיוגרפיה Radiographic Examination



בדיקת רדיוגרפיה תבוצע לפי נוהל כתוב. הבדיקה מאפשר בדיקת חלקם הפנימי של ריתוכים וחלקים חלקים עד עובי של 5-7 ס"מ ,

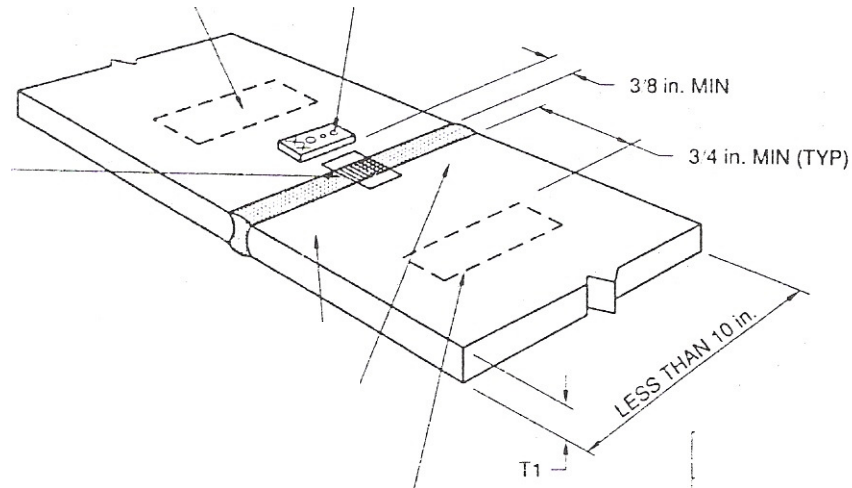
מקור קרינה X או קרינת גמה מאיזוטופים כ Cobalt 60 ו Iridium 192 הממוקמים מצד אחד של הדגם , לוח צילום \ פילים ממוקם מהצד השני של הדגם . הקרינה

העוברת דרך הדגם צובעת את לוח הצילום בגוונים שונים , ככל שהקרינה חזקה יותר הגוון כהה יותר , מכן שפגמים בחומר המלא יופיו ככתמים כהים בצילום .

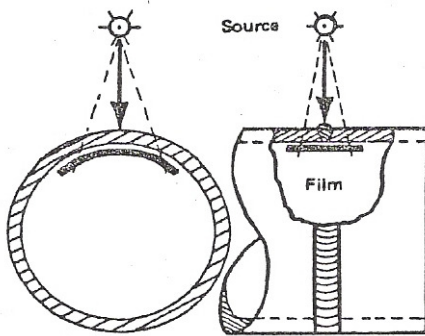
על מנת לוודא שהצילום מתבצע בבהירות ובחדות מתאימים משתמשים במדידים הנקראים "פנטרמטר" או Image Quality Indicator - IQI מד טיב תמונה (המדידים הם דגמים בהם קדחים או כדגמים בהם תיליים בקטרים מוגדרים ואשר לפי התילקדח הדק ביותר הנראה בתמונה ועובי הדגם קובעים את דרגת האיכות של הצילום ואת העמידתו בדרישות התקן .
חסרונות : מסוכן בריאותית , מוגבל ביכולת גלוי פגמים הממוקמים בכיוון ניצב לקרינה ובגילוי פגמי דלמינציות (" דיפוף") .

צילום רדיוגרפיה יכלול :

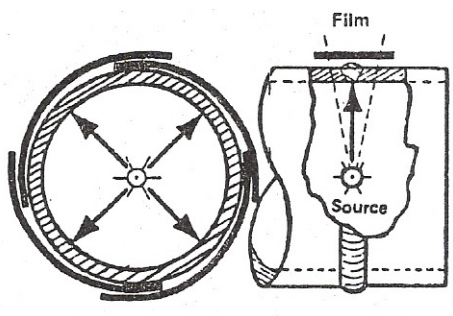
1. מדידי חדות (פנטמטר IQI)
2. על מנת לוודא שאין קרינת רקע מוסיפים ללוח הצילום את האות "B" בצד הרחוק ממקור הקרינה , אם האות מופיע בגוון כהה על רקע בהיר המשמעות שהקרינה הגיע מהצד הרחוק והלא מתוכנן (Backscatter Radiation)
3. סימן \ מספר זיהוי של הצילום



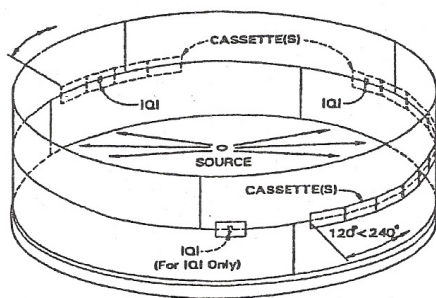
שיטות מקובלות לביצוע צילומי רדיוגרפיה במיכלים ובצנרת



צילום צינור , מקור קורן חיצוני , סרט פנימי

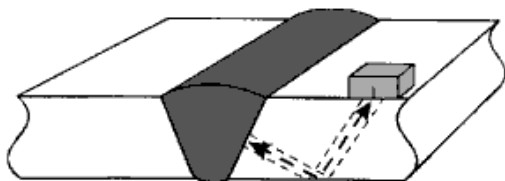


צילום צינור מקור קורן פנימי , סרט חיצוני



צילום בו זמני של ריתוכים במיכל על קרקע

UT - אולטרה קולית (סונית) Ultrasonic Examination



בדיקה תבוצע לפי נוהל כתוב .

השיטה מבוססת על החדרת גלים על-קוליים בתדר 1-5 מגה הרץ לתוך החומר ומעקב אחר התנהגותם, כאשר גל הקול ניתקל בהפרעה חלק מהאנרגיה שלו מוחזר ונקלט במתמר המגביר ומתרגם את האותות, התוצאה מתקבלת על מסך בצורת אותות .

יתרונות ומגבלות - השיטה מאפשרת גילוי ומדידה מדויקת של פגמים ועוביי דופן, אין מגבלה לגודל הפגם הניתן לגילוי .

אינו טוב לגילוי פגמי פרוזיביות, מעולה לגילוי פגמי דלמינציות

בדיקת בועות ("קופסת ואקום" Bubble Test)

מצמידים קופסה שלפחות דופן אחת שלה שקופה לריתוך נבדק, לפני ההצמדה מורחים על הריתוך תמיסת סבון, בתוך הקופסה יוצרים ואקום של כ 3 Psi, וצופים בריתוך, אם מופיעות בועות קצף אזי מדבר מסמן מיקום של חור בריתוך .

בדיקה הידרוסטטית

בדיקה שבה ממלאים את הציוד הנבדק במים או בנוזל מאושר אחר, מנקזים את האוויר, אוטמים את הכלי ומעלים בעזרת משאבה את לחץ המים בכלי לכ 133% מלחץ התכנון (לחץ הבדיקה נקבע לפי תקן התכנון), בודקים לאיתור נזילות ושומרים על לחץ הבדיקה לפרק זמן שבין מספר דקות ל 72 שעות בהתאם לדרישות בתקן או החוק. רצוי שבבדיקה הצינור יהיה חשוף (בתוואי תת קרקעי לא קבור ובצנרת חמה ללא בידוד, לפחות לא באזור הריתוכים).

בדיקת אטימות Leak Testing

בדומה לבדיקה הידרוסטטית, הלחץ מועלה בהדרגה והדגש על איתור דליפות

בדיקה פנאומטית -

בדיקה בלחץ אוויר מוגבלת ל 110% מלחץ העבודה המכסימלי, ישימה למקומות בהם לא ניתן לבצע בדיקה הידרוסטטית, בזמן הבדיקה קימת סכנת פיצוץ ולכן יש לנקוט בצעדי בטיחות לפני הביצוע שלה .