

# מדריך לבחירת פתרונות

פלדות האל-חלד מכילות מתכות שהוכחו כמסרטנות. הרכב מתכות כזה מגביר את הסיכון הכימי בעבודות ריתוך של הפלדות הללו ומכאן החשיבות הרבה באימוץ פתרונות נכונים להקטנת החשיפה הנשימתית, בריתוך של פלדות אל-חלד

עבודות ריתוך חשמלי חושפות את הרתך למיגון רחב של סיכונים:

- סיכוני קרינה - קרינת U.V וקרינת I.R הנפלטות כתוצאה מהקשת החשמלית;
- סיכוני חשמל - סיכון של התחשמלות כתוצאה מהארקה לא נכונה של הציוד, חוטי חשמל שחוקים ועוד;
- סיכוני אש - פריצת שריפות כתוצאה מריתוך בסמוך לחומרים דליקים;
- כוויות - הנגרמות ממגע עם סיגים לוהטים הניתזים אל העובד וממגע עם גופים חמים;
- סיכונים כימיים - חשיפה נשימתית לנדיפי מתכות וגזים, הנפלטים מאלקטרודת הריתוך/חוט הריתוך וממתכת הבסיס, כתוצאה מטמפרטורת הריתוך הגבוהה.

מיגון האמצעים והשיטות להקטנת הסיכונים בעבודות ריתוך הוא כמיגון הסיכונים שיוצרת העבודה. במאמר הזה נתמקד בשיטה אחת, אמצעי הנדסי, להקטנת החשיפה הנשימתית לסיכון הכימי: איורור.

## חשיבותו של האיורור

הרכב המתכות בפלדות אל-חלד כולל - בין היתר - כרום שש-ערכי, הידוע כחומר מסרטן, שהוא מרכיב חשוב בפלדת אל-חלד ויכול להגיע עד ל-35% מההרכב, וניקל - שהוכח כמסרטן בבעלי-חיים. קיומם של החומרים המסרטנים הללו במתכת מגביר את הסיכון הכימי שנוצר בתהליכי עיבוד שונים. מכאן החשיבות הרבה שיש באימוץ פתרונות נכונים להקטנת החשיפה הנשימתית דווקא בריתוך של פלדות אל-חלד.

המאמר נערך עפ"י מסמך HSE 668/29 הכותבת היא מדריכת גיהות ראשית במוסד לבטיחות ולגיהות

## פתרונות איורור בריתוך פלדת אל-חלד

נוהגים להמליץ על פתרונות בתחום הגיהות רק לאחר ביצוע בדיקות סביבתיות במקום העבודה. במקרה של חשיפה למתכות: כרום וניקל - החוק (התקנות) מחייב ביצוע בדיקות סביבתיות לזיהוי רמות של נדפי המתכות באוויר הנשם. בחירת שיטת האיורור, המפורטת במאמר זה, מתייחסת לריתוך של פלדת אל-חלד אך ניתן לאמצעה, כמוכח, גם לגבי ריתוכים אחרים. אחת הדרכים הפשוטות המאפשרת קבלת החלטות, לפני ביצוע הבדיקות או לאחריהן, מבוססת על ניתוח הגורמים אשר משפיעים על מידת החשיפה והם:

- סוג הריתוך;
- עוצמת הזרם של מכשיר הריתוך החשמלי;
- הרכב המתכות;
- טמפרטורת הריתוך;
- התנאים הסביבתיים.

באמצעות גישה זו ניתן להעריך את מידת החשיפה הצפויה/הקיימת, לבחור בפתרונות המתאימים ולקבוע את הדחיפות שבה יש ליישם אותם. לצורך כך ערכנו 2 טבלאות: האחת מיועדת להערכת מידת החשיפה (כוללת הסברים לשימוש נאות בטבלה) והשניה - מיועדת לסייע בבחירת אמצעי הבקרה המתאימים.

## טבלת החשיפה לקביעת רמת החשיפה הנשימתית

בעזרת הטבלה (טבלה 1) ניתן לקבוע את רמת החשיפה הנשימתית ורמת הסיכון הנובעים מעבודת הריתוך של פלדות אל-חלד. להלן מובאים הסברים, לגבי אופן השימוש בתנאים שבטבלה.

## הסברים לגבי טבלת החשיפה

טבלת החשיפה (טבלה 1) מבוססת על 3 גורמים המשפיעים על היווצרות נדפי הריתוך:

- כמות הנדפים הנוצרת - תלויה בעיקר בעוצמת הזרם ובהרכב המתכות;
- הסיכון האפשרי לחשיפה של הרתך לנדפים שנפלטים - תלוי בעיקר במיקומו של הרתך ובקרבתו לאזור היוצרות הנדפים;
- משך החשיפה - נקבע בעיקר על פי משך הריתוך.

## התנאים לשימוש בטבלת החשיפה

איסוף המידע הדרוש, לגבי מידת החשיפה, נעשה בשיחה עם הרתך והתבוננות בתהליך עבודתו. הטבלה מתייחסת רק לתהליכי ריתוך של:

- Tungsten Inert Gas (TIG);
- Metal Inert Gas (MIG);
- Flux Cored Arc (FCA);
- Manual Metal Arc (MMA).

## מונחים והגדרות לשימוש בטבלה

### א. עוצמת הזרם:

- עוצמה גבוהה מאד - עוצמה מעל 300 אמפר, או שימוש בעוצמת זרם הגבוהה מהמלצות היצרן;
- עוצמה גבוהה - עוצמת זרם בין 200-300 אמפר;
- עוצמה רגילה - עוצמת זרם בין 100-200 אמפר;
- עוצמה נמוכה - עוצמת זרם עד 100 אמפר.

### ב. הרכב המתכות:

- אחוז גבוה - כאשר (על פי מידע מהיצרן) האלקטרודה מכילה יותר מ-15% כרום ומעל 6% ניקל;
- אחוז בינוני - ריכוז כרום 5%-15% וניקל 3%-6%;
- אחוז נמוך - ריכוז כרום נמוך מ-5%; ניקל נמוך מ-3%.

### ג. סביבת הריתוך:

- חלל סגור - מיכלים, צינורות, ממגורות ועוד (מקומות שבהם עלול להיווצר מצב של חוסר חמצן כתוצאה מהריתוך ומגזי המגן);

- אזורים שאינם מאווררים - אזורים קטנים וסגורים ללא איורור טבעי (עלולים להצטבר בהם ריכוזים גבוהים של נדפים במהלך הריתוך);

- אזורים שהאיורור בהם לקוי - לדוגמה: אולם עבודה עם תקרה נמוכה ללא חלונות ותנועת אוויר טבעי מוגבלת;

- אזור עם איורור נאות - לדוגמה: אולם עבודה עם תקרה גבוהה, חלונות ופתחים המאפשרים איורור נאות.

### ד. מיקום הרתך:

- תמיד באזור "עשן הריתוך" - פני הרתך נמצאים בנתיב של עשן הריתוך;

- מרביתו באזור "עשן הריתוך" - פני הרתך קרובים לעשן הריתוך או נמצאים מעליו כ-2/3 מזמן הריתוך.

# איוורור בריתוך פלדת אל-חלד

רינה קנוביץ

## טבלה 1. קטגוריות החשיפה

פרמטרים	חשיפה נמוכה = 1	חשיפה בינונית = 2	חשיפה גבוהה = 3	מקרים מיוחדים = 4
א עוצמת הזרם	נמוכה	רגילה	גבוהה	גבוהה מאוד
ב הרכב המתכות	אחוז נמוך	אחוז בינוני	אחוז גבוה	מתכת הבסיס עברה טיפול קודם
ג סביבת הריתוך	אזור עם איוורור נאות	אזור עם איוורור לקוי	אזור לא מאוורר	חלל סגור
ד מיקום הרתך	לעיתים רחוקות באזור עשן הריתוך	לעיתים קרובות באזור עשן הריתוך	מרבית הזמן באזור עשן הריתוך	באזור עשן הריתוך
ה משך הריתוך	כ-2 שעות ליום	כ-4 שעות ליום	כ-8 שעות ליום	יותר מ-8 שעות ליום
ו משך הקשת	כ-5%	כ-10%	כ-20%	יותר מ-20%
תוצאת החשיפה	א + ב + ג + ד + ה + ו = תוצאה מיספרית			
פקטור	לריתוך מסוג TIG = 1; לריתוך מסוג MIG = 2; לריתוכים מסוג FCA, MMA = 3			
תוצאת חשיפה משוקללת	X (פקטור) = תוצאה משוקללת			

## טבלה 2. בחירת אמצעי האיוורור המתאים

איוורור	תוצאת חשיפה משוקללת (על פי טבלה 1)
מספיק איוורור טבעי של האולם. בד"כ מספיקה פתיחה של חלונות ודלתות יש צורך באיוורור מאולץ.	פחות מ-10
ניתן להסתפק ב"וונטות" להוצאת אוויר מזוהם ולהכנסה מאולצת של אוויר צח איוורור כללי איננו מספיק, בד"כ.	10-19
יש צורך להוסיף איוורור מקומי (מערכת יניקה שתלכוד את "עשן הריתוך" במקום היווצרו, וצנרת מתאימה שתרחיק את ה"עשן" מאולם העבודה)	20-30
חובה להתקין מערכת יניקה מקומית, כמפורט בסעיף הקודם	31-45
יש לנקוט באמצעים מיידיים להערכת אמצעי האיוורור הנדרשים והדרישות לגבי מסיכות להגנת הנשימה	מקרים מיוחדים: קטגוריית חשיפה 4

את התוצאה עבור כל פרמטר ומחברים יחד את 6 התוצאות של הפרמטרים השונים לפי העמודה בה הם מופיעים. הסכום שיתקבל הוא סך כל החשיפה. 4. הכפלת הסכום בפקטורים - מכפילים את התוצאה (סך כל החשיפה) בפקטור המתאים המצוין בטבלה (לריתוך MIG - פקטור של 1; לריתוך TIG - פקטור של 2; לריתוכים MMA, ו-FCA - פקטור של 3). הפקטורים נובעים מכך שבריתוך מסוג MMA נפלטים יותר נדפי כרום, בהשוואה לריתוכים מסוג MIG ו-TIG. בריתוך מסוג FCA גורמות עוצמות הזרם הגבוהות לריכוזים גבוהים של נדפים הנפלטים לאוויר. את התוצאה שהתקבלה משווים לטבלה מס' 2, ובעזרתה מחליטים מהי מערכת האיוורור הנדרשת עבור תהליך הריתוך המתבצע. השימוש בטבלה 2 נעשה על פי הערכת החשיפה, בהתאם לטבלת החשיפה (טבלה 1).

**הערה:** ייתכנו מקרים שבהם יהיה צורך להשתמש גם במסיכה להגנת הנשימה, או מסיכה עם הספקת אוויר צח, בנוסף לשיטות האיוורור המומלצות בטבלה:

- במקרים שבהם מערכת היניקה איננה מעניקה הגנה מספקת;
- במקרים שבהם יתכן מחסור בחמצן;
- במקרים שבהם, מסיבות טכניות או תקציביות, לא ניתן להתקין מערכת יניקה. ■

שנקבע כ-5% פירושו שבכל שעה של ריתוך חשמלי מופעלת הקשת החשמלית כ-3 דקות.

### השימוש בטבלה

1. בשלב הראשון יש לקבוע לכל פרמטר מ-6 הפרמטרים (א-ו') את קטגוריית החשיפה המתאימה לו ביותר.
2. במקרה שאחד מהפרמטרים הוגדר בקטגוריה מס. 4 - "מקרים מיוחדים" (מקרה בו קיים סיכון גבוה לבריאות) - הטבלה הזאת איננה מתאימה לשימוש.
3. קביעת סך כל החשיפה - כאשר אף פרמטר לא הוגדר בקטגוריה 4: קובעים

■ לעיתים קרובות בעשן הריתוך - מיקומו של הרתך משתנה, פניו נמצאים בנתיב עשן הריתוך כ-1/3 מזמן הריתוך.

■ לעיתים רחוקות בעשן הריתוך - הרתך לא נמצא באזור עשן הריתוך ואם כן - רק לעיתים רחוקות.

ה. משך הריתוך (WT) - WELDING TIME - סה"כ השעות ביום העבודה בו מתבצעת עבודת הריתוך והקשור בה.

ו. משך הקשת (%WT) - ARC TIME. הזמן באחוזים ממשך תהליך הריתוך שבו מופעלת הקשת החשמלית (מתבצע ריתוך בפועל). לדוגמה: זמן קשת