

מה הוא גיליון מידע על סיכונים תעסוקתיים?

גיליון מידע זה הוא אחד מתוך סידרה של גיליונות מידע בינלאומיים המתייחסים לסיכונים תעסוקתיים במקצועות שונים. הוא מיועד לכל אלה הקשורים מקצועית בשמירת הבטיחות והבריאות בעבודה: רופאים ואחיות תעסוקתיים, גיהותנים, ממוני וקציני בטיחות, מפקחי עבודה, נציגי עובדים, ועובדים מיומנים אחרים.

גיליון מידע זה מפרט, בסדר תקני מוגדר, את הסיכונים השונים אשר רתך עלול להיות חשוף אליהם במהלך עבודתו הרגילה. גיליון מידע זה אינו מיועד לספק עצות אלא מהווה מקור מידע בלבד. הידע אודות מה שגורם לפציעות ולמחלות תעסוקתיות מאפשר לתכנן וליישם אמצעי מגן מתאימים כנגד סיכונים אלה.

גיליון מידע זה מכיל ארבעה עמודים:

בעמוד הראשון מצוי מידע על הסיכונים המשמעותיים ביותר לגבי עבודתו של רתך. העמודים 2 ו-3 מכילים מידע מפורט ושיטתי יותר בנוגע לסוגים השונים של הסיכונים, לעתים ביחד עם הצעות לגבי אופן מניעתם (הם מסומנים כ- ❶ וכו' וההסבר להם ניתן בסוף עמוד 3). עמוד 4 מיועד עבור מידע ספציפי, שהוא בעל ערך במיוחד עבור מומחים בתחום הבטיחות והגהות, והוא כולל את תיאור המקצוע, פירוט המטלות של העובד, הערות, מראי-מקום, וכדומה.

מי הוא רתך?

רתך הוא בעל מקצוע העוסק בחיבור חלקי מתכת, תוך שימוש בתהליכים שונים בהם שכבות השטח של המתכות מחוממות עד להתכתן, עם או בלי לחץ. הרתך עשוי לעבוד במגוון נרחב של רתכות ושיטות ריתוך בהתאם לסוג החומרים שצריך לרתך. ולדרישות הריתוך.

מה הם הסיכונים העיקריים של עיסוק זה?

- נפילות מגובה, ביחוד בעבודת בניה
- חדירת חלקיקים זרים לעיניים ולעור, בעיקר מהשחזה ומסיגים
- כוויות ממגע במשטחי מתכת חמים, להבות, גצים עפים, טיפות מתכת מותכות, קרינה תרמית, ועוד
- הצתה ופיצוץ, של תערובות אוויר ומימן, או גזים שארטיים שונים, בתוך מכל סגור
- חשיפה לקרינות אולטרא-סגול, אינפרא-אדום ואור נראה כתוצאה מלהבת/קשת הריתוך, במיוחד לעיניים אבל גם לעור הפנים, הידיים והחזה
- הרעלה אקוטית או כרונית, כתוצאה מחשיפה לגזים ולנדפים הנוצרים בתהליך הריתוך
- פגיעות במערכת שריר-שלד, כולל פגיעות כתוצאה מיציבה לקויה בזמן העבודה, מהזזה או נשיאה של חפצים כבדים או בעלי נפח גדול, ממאמצים חוזרים ונשנים (RSI), וכו'
- שאיפת גזים המכילים אוזון, עשן ריתוך שעשוי לכלול יוני כרום וניקל, וכדומה.



סיכונים תעסוקתיים

סיכוני תאונות



1

נפילות מגובה, ביחוד בעבודת בניה [ריתוך בעמידה על סולם, פיגום, בימת הרמה, מישור מוגבה], (3 - 7) חבטות ופציעות עקב נפילת חלקי מתכת כבדים, ובלוני גז; חבטות מרובות או מכונות ריתוך אוטומטיות; ועוד הילכדות של ביגוד, אצבעות, שיער, ועוד בעת עבודה עם מערכות ריתוך אוטומטיות (רובוטים), או מסתובבות כמו משחזות

2

חדירת חלקיקים זרים לעיניים (סיכון שכיח); חלקיקים עלולים לחדור לעין אף לאחר כיבוי להבת הריתוך או הקשת החשמלית), ובמיוחד חדירת חלקיקי מתכת עפים לעור הפנים, הידיים, והצוואר, כתוצאה מהשחזה

2

חדירת טיפות מותכות של מתכת לכל חלקי הגוף (בייחוד במקרה של עבודות ריתוך בגובה, מעל לראש)

3

כוויות, גם דרך הביגוד, ממשטחי מתכת חמים, להבות, גצים עפים, טיפות מתכת מותכות, קרינה תרמית, .. חתכים ודקירות מקצוות מתכת חדים, וכו'

מכת חשמל, כתוצאה מחשיפה ל-, או מגע עם, זרם חשמלי, כולל חשמל סטטי (הערה 1)

4

סיכוני אש: גצים עפים, להבות, מתכת שחוממה עד אודם, ועוד, עלולים להצית אש בבגדי העובד ובסביבה (כולל התלקחות קוצים בשדה). סיכון אש מיוחד קיים כאשר ריכוז החמצן באוויר מסביב עולה (במקרה כזה, ההצתה היא יותר קלה; למשל, גם בגדים, ממיסים וחומרי סיכה ניצתים בקלות רבה)

התלקחות ביגוד בתהליכים בהם משתמשים בתערובות גז-חמצן, כאשר האוויר מסביב "מעושר" בחמצן (במקרה אן בכוונה), ובמיוחד אם הבגדים ספוגים בשמנים, חומרי-סיכה ועוד

5

הצתה ופיצוץ, של תערובות אוויר ומימן הנוצר בתהליכי קורוזיה, או גזים שארייתיים שונים, בתוך מכל סגור

6

אש או התפוצצויות בתוך מערכת הריתוך עצמה (צנרת, מחולל אצטילן), בתהליכי ריתוך בלהבת אצטילן, או בלהבת חמצן-דלק אחר, וכתוצאה מפריצת-להבה אחורה, בגלל שימוש בציוד פגום או עקב טעות אנוש

6

אש והתפוצצויות בגלל טיפול לא נכון בקרביד-הסידן או אצטילן, בריתוך להבה עם אצטילן
אש או פיצוץ בגלל טיפול לקוי בגזים דליקים, ובמיוחד גפ"מ; (כולל פיצוץ צמיג בעת ריתוך גלגלי מכוניות)
חניקה במיכל או חלל מוקף נמוך כתוצאה מהצטברות של גזים לא רעילים (כגון חנקן, ארגון, ..)

פיצוץ ענני אבק במקרה של ריתוך במקומות עבודה בהם יש קמח, אבק גרעינים, ועוד

הרעלת פוסגן חריפה: נוצר מפחמימנים מוכלרים שמשמשים לניקוי מתכת או מצויים בצבע, דבק, וממיסים אחרים, וגם ע"י גזים מסוכנים, בייחוד אוזון, פחמן חד-חמצני ותחמוצות חנקן, שנוצרים בעת הריתוך

היווצרות שבר (הרנייה) כתוצאה ממאמץ-יתר או מתנועות מאומצות

סיכונים פיזיקליים



7 2

חשיפה לקרני-X ממכונות ריתוך באלומת אלקטרונים; חשיפה לקרינות אולטרא-סגול, אינפרא-אדום ואור נראה כתוצאה מלהבת הריתוך

חשיפה לקרינת אלפא וגמה בריתוך בשיטת TIG (ריתוך קשת עם אלקטרודת טונגסטן וגז אינרטי) במידה והאלקטרודה מכילה תחמוצת תוריום

8

חשיפה לרעש ברמות גבוהות (עד 115 דציבל - בעת חיתוך-קשת אוויר-פחמן; או 95-100 בקשת פלזמה), בתהליכי ריתוך ו/או השחזה ועבודה בפטיש

תנודות (vibrations) המשפיעות על גוף שלם

2 7

נזק כרוני לעיניים, התייבשות ו/או האדמת העור עקב חשיפה לאור אקטיבי (בייחוד UV) חזק ולחום

חשיפה לגורמים סביבתיים, כולל חום או קור קיצוניים ולחות גבוהה (בייחוד בעבודת בנייה), לחץ סביבתי מוגבר או מוקטן, וכו' (הערה 2)





סיכונים כימיים

הרעלה (חנק) כתוצאה מנשימת פחמן-חד-חמצני (הערה 3), ארגון או חנקן

חשיפה לגזי ונדפי ריתוך (הערה 4)

9

9

הרעלה כרונית, עקב חשיפה לאבץ או לקדמיום המצויים בתוך נדפי הריתוך, כשמרתכים חלקים המצופים אבץ או קדמיום; או בגלל ביפנילים רב-מוכלרים הנוצרים בהתפרקות של שמנים המשמשים כנגד קורוזיה; או כתוצאה ממרכיבים שונים הכלולים בתוצרי פירוק תרמי של צבעים, בעת הריתוך של חלקים צבועים; או בגלל סיבי אסבסט המשתחררים בעת חיתוך-בלהבה של חלקים המבודדים באמצעות אסבסט

מחלת הסידרוסיס (סוג של פנימוקוניוזיס), כתוצאה משאיפת תחמוצות ברזל

נזק למערכת העצבים המרכזית, לריאות ולכבד, בגלל נשימת של פוספין (פוספין עלול להווצר בעת ייצור אצטילן מקרביד הסידן בדרגת ניקיון נמוכה)

מחלות דרכי הנשימה, בגלל הווצרות ריכוזים גבוהים של דו-תחמוצת הפחמן באוויר (והירידה בריכוז החמצן כתוצאה מכך), בייחוד אם הריתוך נעשה במקומות ללא אוורור מספיק (בעיה זו עלולה להחמיר במקרה של תרכים עם מחלות לב או ריאות)

גירוי בעיניים ובמערכת הנשימה הנגרם ע"י תחמוצות חנקן או אוזון



סיכונים ביולוגיים

חשיפה לצמחים או לחרקים אלרגניים, בעת ביצוע עבודות ריתוך בשדות.



בעיות ארגונומיות, פסיכולוגיות וחברתיות

10

פגיעות במערכת שריר-שלד, כולל פגיעות הקשורות: ביציבה לקויה בעת העבודה, הזזה או נשיאה של חפצים כבדים או בעלי נפח גדול, מאמץ חוזר ונשנה (RSI)

10

מאמץ ועייפות ידיים, בעבודה בציוד ריתוך כבד, בייחוד בעת ריתוך בגובה (מעל לראש); עייפות עיניים.

רשימת אמצעי המניעה

- 1 הקפד על שמירת נוהלי הבטיחות של המפעל לגבי שימוש בטוח בסולמות, בימות הרמה, פיגומים, עבודה על גגות שבירים, וכו' - ראה נספח 1
- 2 בזמן העבודה בריתוך יש להרכיב משקפי מגן עם מגיני צד מתחת לקסדת ריתוך, ובמיוחד בהשחזה
- 3 השתמש בציוד המגן האישי המותאם לעבודת הריתוך הספציפית
- 4 יש לכסות משטחים חמים בבידוד תרמי, להשתמש בסימון אזהרה של משטח חם, ולהקפיד על הוראות NFPA תקן מס' 51B - "מניעת אש בתהליכי ריתוך וחיתוך"
- 5 יש לוודא שלא נותרו כל גזים שארייתיים בתוך מכל משמש שמבצעים בו ריתוכים, ו/או לאווררו באופן אקטיבי
- 6 יש לאחסן בנפרד את מכלי החמצן והדלק, לקשור אותם בעמידה באמצעות שרשרת לא מוליכה, לאוורר את אזור הריתוך, להתקין שסתומים למניעת פריצת להבה אחורה, ולמלא אחר שאר הוראות ה-NFPA בנדון על העובד בקרינה מיננת לקבל הדרכה והסמכה מרשויות ההסמכה ולעבוד בהתאם לכללי בטיחות הקרינה
- 7
- 8 מלא אחר תקנות הבטיחות בעבודה המתייחסות לרעש, כולל אמצעי גיהות סביבתיים ואישיים
- 9 התקן אוורור כללי ומקומי לשמירת ריכוז חמצן נאות ומניעת היווצרות אטמוספירה נפוצה; בחר שיטת ריתוך וסוג חומר נאותים היוצרים מינימום של נדפים ומזהמים אחרים; השתמש באלקטרודות היוצרות מינימום נדפים
- 10 יש לעבוד בתנחות גוף נוחות בלבד; לזהות במועד סימפטומים של RSI; למקם, במידת האפשר, את הפריט המרוחק על משטח אופקי בגובה המותן; להשתמש בעזרי הרמה עבור חפצים כבדים; וכדומה.





מידע מקצועי נוסף

שמות נרדפים (חליפיים)

מרתך; עובד ריתוך; רתך מוסמך.

הגדרה ו/או תאור העיסוק

א) מונח המתייחס לרתך מוסמך: רתך שיש לו תעודת הסמכה של מעסיק או של רשות רישוי, כגון סוכנות ממשלתית, איגוד מקצועי או טכני, המאשרת כי תפוקת תפרי-הריתוך של העובד עונה על התקנים שנקבעו. לא לכל הרתכים יש הסמכה. רתכים מוסמכים ובלתי מוסמכים מסווגים בהתאם לתהליך הריתוך או למוצר המרותך, כמו: "רתך-הלחמת-קשת"; "רתך - יצרן דוודים"; "רתך - מסגר" [DOT].

ב) הגדרה ו/או תיאור של רתך: מחבר חלקי מתכת (ולעתים פלסטיק) תוך שימוש בתהליכים שונים בהם שכבות השטח של המתכות מחוממות עד להתכה, עם או בלי לחץ; סוגי הריתוך העיקריים כוללים ריתוך בקשת חשמלית (ובהם קשת-מתכת, קשת מוגנת בגז אינרטי, קשת עם חומר-ריתוך [FLUX], קשת פלסמה), בלהבת-גז (אוקסיאצטילן, אוקסימימן), ריתוך התנגדות (ריתוך נקודתי), אלומת אלקטרונים, השראה, קרן לייזר, תרמיט (THERMITE - תערובת יוצרת חום), חשמל-סיגים, ומצב מוצק (חיכוך, נפץ, דיפוזיה, אולטרה-קול, וקר). מתקין ציוד ריתוך ידני או אוטומטי ואת החומרים הדרושים לכך, בהתאם לדרישות העבודה או הוראות הממונה. בודק ומכין את השטחים לריתוך, ע"י ניקוי, הסרת שומנים, הברשה, פצירה, ליטוש מכני, או שיטות אחרות. מכונן ברזים או מתגים חשמליים כדי לשלוט על זרימת גזים, זרם חשמלי, ועוד. מצית או מכבה להבת גז, קשת חשמלית, תערובת תרמיט, או מקור חום אחר. מכונן ומקרב את הלהבה, האלקטרודה, מוט המילוי, קרן לייזר, וכו', לחלקים שצריך לרתך. בודק את החיבורים המרותכים כדי לקבוע את איכות הריתוך או ההתאמה לדרישות הרתכים חייבים לקבל הסמכה על פי תקן.

תעסוקות דומות ו/או ספציפיות

חותך בחום (להבה, קשת, אלומת אלקטרונים); מלחים; מסגר; עובד-ציפוי (מצפה) בריתוך.

מטלות

בדיקה (טיב הריתוך); בחירה (ציוד); הברשה; הכנה (שטח); הלחמה; הסרה (שומנים); הפעלה (מכשירים וציוד); הצמדה; הצתה; הרמה והורדה (מכלים, רתכות, חלקי-מתכת...); התאמה (לתקנים, לדרישות...); התכה; התקנה; וויסות (להבה); חיבור; חימום; חיתוך; טיפוס; ייצור; כונון; כיבוי; לבישה (ציוד מגן); ליטוש; ניקוי (שטח); פצירה; ציפוי; קביעה (איכות); קירוב והרחקה (להבה); ריתוך; שליטה (זרימות, וכו'); תפירה (תפרי-ריתוך).

ציוד עיקרי הנמצא בשימוש

אלקטרודות; אקדחי ריתוך; בלוני גז (בריתוך בלהבה); מאווררים; מנדפים עיליים; מנופים, מתקני הרמה; משטחי עבודה מתרוממים; ספקי כוח; רתכות מסוגים שונים (בהתאם לאופי העבודה ולחומר המרותך); וכו'.

מקומות עבודה בהם העיסוק שכיח

תעשיית הבנייה - בייחוד ריתוך קורות ועמודי ברזל בבניינים רבי קומות; מפעלי תעשייה - מפעלי מתכת, צנרות מים, קיטור, גז, וכו'; מערכות הספקת מים וביוב; מכליות; מספנות; וכו'.

מראי מקום

1. Welders Health and Safety Guide, CCOHS, Canada, 1999
2. Welding and cutting safety manual, Suppl. 1, Section 25, Kluwer Publ., 1989
3. המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות בריתוך חשמלי. קוד ח - 014, 1996
4. המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות בריתוך וחיתוך בלהבת גז. קוד ח - 019, 1999
5. המוסד לבטיחות ולגיהות: סולמות - אמצעים והוראות לשימוש בטיחותי. קוד ח-093, 2000
6. המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות בעבודה בגובה - רתמות וחגורות בטיחות, קוד ח - 071, 1999.
7. המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות בעבודה על גגות שבירים, תלולים או חלקלקים, קוד ח - 071, 1999.
8. המוסד לבטיחות ולגיהות: בקרת רעש - מניעת רעש בתעשייה, קוד ח - 081, 1997.

נספחים

הערות

- קיימת סכנת התחשמלות, או מכת חשמל, בכל התהליכים בהם משתמשים בזרם חשמלי (סיכון מיוחד קיים בגלל פריצות על-מתח, או כאשר משתמשים בו-זמנית ביותר ממקור זרם אחד)
- הכתפיים והצוואר של רתכים חשופים במידה חמורה לפגיעה מגצים ומחום
- לפי פרסומים שונים, רתכים נמצאים בסיכון מוגבר לחלות בסוגי סרטן מסוימים - למשל של הכבד, האף והסינוסים, והקיבה, (עובדה העשויה להיות קשורה עם החשיפה לשדות המגנטיים שמסביב לכבלי הרתכות, או לקרינה מיננת שמקורה מכונות קרני האי-קס; כמו כן יתכן אבדן שמיעה בגלל ההשפעה המשולבת של רעש וחשיפה לחד-תחמוצת הפחמן.
- נדפי ריתוך: חשיפה לנדפי ריתוך מהווה את הסיכון הכימי העיקרי ברוב עבודות הריתוך. נדפים אלה נוצרים באוויר בעת התקררות והתעבות של אדי חומרים שונים, אשר התאדו בגלל החום בעת הריתוך; מקורם במתכת העוברת ריתוך, וכן באלקטרודות, בחומרי המילוי, בפלקסים וציפויים שונים, ועוד. מקורם גם יכול להיות מחומרים "זרים", למשל, שאריות מתכת ציפוי או צבע, שאריות חומרי ניקוי ועוד. בדרך כלל, גודל החלקיקים של נדפי הריתוך הנו בתחום המיקרוני או פחות מזה, א, לעתים החלקיקים מתאחדים לגושים גדולים יותר. רוב הנדפים הם בתחום ה"נגשם", ויכולים לחדור עמוק לתוך מערכת הנשימה ולשקוע שם. הנדפים מכילים לרוב תחמוצות של המתכות המרותכות (במיוחד תחמוצות של ברזל, כרום, ניקל, מנגן, וונדיום ושל מתכות אחרות - בעת ריתוך פלדות), ומהאלקטרודות, סיליקה, אלומינה, ותחמוצות של המתכות האלקליות והאדמות האלקליות. הנדפים עלולים להכיל גם כמויות משמעותיות של פלואורידים, או שאריות או תוצרי פירוק של צבע, שמנים וממיסים. נדפים הנוצרים מאלקטרודות המכילים תוריום יכולו גם תחמוצת התוריום. כאשר מרתכים מתכות אל-ברזליות, הנדפים הנוצרים עלולים להכיל תחמוצות של המתכות המרותכות אך גם כמויות קטנות של מתכות רעילות ביותר, דוגמת תרכובות ארסן ואנטימון. כמות הנדפים שנוצרים תלויה בשיטת הריתוך, ועלולה להגיע ל - 2 עד 3 גרם לדקה, או אף יותר - למשל בעת ריתוך ידני או ריתוך עם אלקטרודות עם ליבת פלקס.

נספח 1 - שיטות שונות של ריתוך וחיתוך ודרכי מניעת סיכוני הריתוך (2)

1. שיטות ריתוך וחיתוך

1. Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

שיטת ריתוך זו נקראת לעתים גם בשם **Manual Metal Arc (MMA)**. בשיטה זו נוצרת קשת חשמלית בין הקצה של אלקטרודה לבין המתכת שמרתכים אותה. לאלקטרודה יש גרעין מתכתי המכוסה במעטפת (פלאקס). האלקטרודה מתכלה תוך כדי כך שהיא משוקעת לתוך המתכת המרותכת. שיטה זו נקראת גם שיטת "האלקטרודה המתכלה". הפלאקס מבטיח את יציבות הקשת ומבודד בין היונים המתכתיים שבקשת לבין האטמוספירה שיש בה גזים שנוצרו תוך כדי התפרקות הפלאקס. הפלאקס יוצר גם מעטפת של סיגים המגינים על תפר הריתוך החם מפני האטמוספירה במשך פרק הזמן בו הוא מתקרר. שיטה זו מקובלת ביותר בתהליכי בנייה, יצירת קונסטרוקציות, וביצוע תיקונים בפלדות רכות, פלדות אלחלד, אלומיניום ומתכות אל-ברזליות אחרות. מכיוון שעל הרתך להפסיק מדי פעם את הריתוך כדי להחליף אלקטרודה שנתכלתה, הולך ופוחת השימוש בשיטת ה- SMAW ועוברים כעת לשימוש בשיטת חוט הריתוך הרציף. שיטת SMAW מקובלת מאור בביצוע עבודות שיפוץ ותחזוקה.

2. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

שיטת ריתוך-קשת בגז טונגסטן (**GTAW**) נקראת גם שיטת **Tungsten Inert Gas (TIG)**. בשיטה זו נוצרת קשת חשמלית בין הקצה של אלקטרודה המכילה תוריום לבין החלק המרותך. האלקטרודה אינה מתכלה ולכן שיטה זו נקראת תהליך "האלקטרודה הבלתי-מתכלה". הקשת הנוצרת מוגנת על ידי זרימה של "גז מגן" כמו ארגון, הליום או תערובות של הגזים הללו אשר מחליפים ודוחקים החוצה את הגזים האטמוספריים מתוך אזור תפר הריתוך. בתהליך ה- GTAW הקשת היא חמה ביותר וניתן להשתמש בה כדי להתיר יחד שתי מתכות מבלי להסתייע במתכת-מילוי. ניתן למקם "מוט-מילוי", שמחזיקים אותו ביד, בתוך האזור החם של הקשת ולהתיר אותו כך שימלא חורים שנוצרו. מכיוון שבשיטת GTAW האלקטרודה אינה מתכלה ומוט המילוי אינו מעביר זרם, נוצרים רק מעט מאוד נדפים ואילו סיגים אינם נוצרים כלל. הקרינה

האולטרא-סגולית (UV) הנוצרת על ידי הקשת החשמלית היא חזקה ביותר ויכולה לייצר אוזון כתוצאה מפעולתה על החמצן האטמוספרי. תהליך ה-GTAW הוא נקי במיוחד ומשמש עבור יישומי ריתוך "קריטיים" כדוגמת כורים גרעיניים, קווי צינורות ובתעופה. משתמשים בשיטת ה-GTAW לריתוכים של פלדות רכות ופלדות אל-חלד, אלומיניום וסגסוגות של מתכות אל-ברזליות. תהליך זה הנו שקט יחסית. אלקטרודת הטונגסטן מכילת התוריום מכילה 2% - 4 של תחמוצת-תוריום אשר פולטת קרינת אלפא. כדי למנוע נשימת אבק של תחמוצת תוריום, יש לטחון או להשחזר אלקטרודות כאלה רק בתוך מטחנות סגורות או מאווררות. סכנת קרינה קיימת כאשר תחמוצת התוריום חודרת לגוף על ידי נשימה, בליעה או זיהום עורי.

3. Flux Cored Arc Welding (FCAW)

התהליך של ריתוך-קשת עם גרעין של פלאקס (FCAW) מכונה לעתים בשם הקיצור "גרעין של פלאקס". בתהליך זה חוט-ריתוך רציף המוזן מתוך מיכל סלילי עובר דרך אקדח ריתוך המוחזק ביד. הקשת החשמלית נוצרת בין הקצה של חוט הריתוך לבין החפץ המרוחק. החוט נצרך תוך כדי התהליך כשהמתכת שבתוכו משוקעת ויוצרת את תפר הריתוך. חוט הריתוך מורכב ממעטפת מתכת הממולאת בפלאקס. הפלאקס מסייע לבסס את הקשת; הוא מתפרק ויוצר את גז המגן; הוא מספק תוספים עבור התפר המתכתי; ומייצר כיסוי של סיגים המגינים על התפר המתכתי הלוהט. בתהליך של FCAW ה"ממוגן עצמאית", הפלאקס מתפרק כדי לייצר את גז-המגן ואת הסיגים. בתהליך ה-FCAW ה"ממוגן עצמאית", גז מגן שהוא או פחמן-דו-חמצני או תערובת של פחמן-דו-חמצני וגז אינרטי (כמו ארגון, לדוגמה) משמש כדי להגן על הקשת. עובי האלקטרודות הוא בין 0.5 עד 2 מ"מ. שיטת ה-FCAW משמשת לריתוך פלדות רכות וסגסוגות פלדה. משתמשים בה כדי לרתך ביחד חלקים עבים, ובמיוחד בייצור של ספינות, קרונות רכבת ומוצרים חקלאיים. היא יכולה לשקע כמויות גדולות של מתכת וניתן להשתמש בה כדי לרתך חלקים שאינם תואמים היטב זה לזה או חיבורים מזוהמים. בגלל החוט הרציף וקצב העבודה המהיר, החליפה שיטת ה-FCAW את שיטת ה-SMAW במפעלים יצרניים רבים. לרוע המזל, שיטה זו גורמת להיווצרות כמויות גדולות של נדפי ריתוך.

4. Gas Metal Arc Welding (GMAW)

שיטת ריתוך-קשת-גז-מתכת (GMAW) נקראת לעתים שיטת "החוט הקשה" או "MIG" (Metal Inert Gas). בשיטה זו חוט רציף מוצק מוזן מתוך מיכל סלילי ועובר דרך אקדח ריתוך המוחזק ביד. המיגון נוצר על ידי גז אינרטי, כמו ארגון, הליום, או תערובת שלהם עם פחמן-דו-חמצני. בתהליך זה נוצרים פחות נדפים מאשר ב-SMAW או ב-FCAW ואילו סיגים אינם נוצרים כלל, מכיוון שבשיטת ה-GMAW אין משתמשים כלל בפלאקס. שיטת ה-GMAW מקובלת ביותר בתעשייה ומהווה שם כיום את תהליך הריתוך העיקרי בגלל תפרי הריתוך הנקיים וקצב העבודה המהיר.

5. Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Arc Cutting (PAC)

תהליכי הריתוך והחיתוך באמצעות פלזמה דומים לאלה של תהליך ה-GTAW. כאן משתמשים באלקטרודת טונגסטן בלתי-מתכלה ובגז מגן. בנוסף לכך הלהבה של הפלזמה מופעלת דרך גביע היצרות קוני המכוון את הקשת כלפי חוץ בסילון צר שהטמפרטורה שלו גבוהה יותר מזו הנוצרת בתהליך ה-GTAW. השימוש בגביע היצרות קוני שיש בו נחיר קטן עוד יותר יוצר סילון קשת דק עוד יותר אשר ניתן להשתמש בו למטרות חיתוך ושיוף. בשיטת ה-PAW משתמשים עבור יישומים באלקטרוניקה.

את טכניקת ה-PAC ניתן ליישם מתחת לפני המים על גבי "שולחן מים" אשר לוכד את הנדפים, הגזים, הרעש והאור של הקשת. PAC מייצר חתכים הרבה יותר דקים, אשר מורידים הרבה פחות חומר מאשר החיתוך המבוצע בשיטת החיתוך המבוססת על חמצן ודלק, ומייצרת נדפים במידה פחותה בהרבה. בתהליכי ה-PAC וה-PAW, הסילון של הקשת המשתחרר לתוך האוויר דרך נחיר צר גורם ליצירת תחמוצת-חנקן, אוזון, ורעש בתדירות גבוהה. מפלטי הרעש עשויים להגיע ל-95 עד 100 דציבל ולהוות סיכון של פגיעה ביכולת השמיעה.

6. Submerged Arc Welding (SAW)

בתהליך ה-SAW "קוברים" את הקשת מתחת למצע של פלאקס גרגרי. הפלאקס לוכד את הנדפים, האור, הגזים והרעש. השקים של הפלאקס יכולים לשקול עד 40 ק"ג ולכן השימוש בהם עשוי להיות לא נוח. הפלאקס חייב להימצא באתר הריתוך, אחרת ייפלטו האור, הנדפים והגזים לאטמוספירה. תהליך ה-SAW מבוסס על הזנה רציפה של חוט הריתוך. בתהליך ה-SAW משתמשים עבור קווי צנרת, בניית ספינות, ומבנים כבדים.

7. Resistance Welding (RW)

"ריתוך-התנגדות" (RW) נקרא גם בשם "ריתוך נקודות". החום הנוצר על ידי הזרם החשמלי והלחץ המופעל בנקודות המגע של האלקטרודות יוצרים את התפר. משתמשים בדרך כלל באלקטרודות של נחושת או של סגסוגת נחושת-בריליום. הטיפול



באלקטרודות של סגסוגת נחושת-בריליום חייב להיעשות באמצעות ציוד בעל אורור מקומי. סוג ריתוך זה שכיח, לעתים קרובות, בייצור של מוצרים מלוחות מתכת, צינורות, וגופי מכונות.

8. Air Carbon Arc Cutting and Gouging

בתהליכים של חיתוך ושיוף-קשת אוויר-פחמן משתמשים באלקטרודת גרפיט מצופה בנחושת. הקשת החשמלית והסילון של האוויר הדחוס יוצרים התלקחות של המתכת הנשרפת, כאשר במקומה נוצר חור או פרצה. ההתכלות של האלקטרודה יחד עם שרפת המתכת מייצרים כמויות גדולות של נדפים וגזים. השחרור של הגז הדחוס יוצר מפלסי רעש גבוהים ביותר, המגיעים עד 115 dBA.

9. Oxyfuel Welding, Cutting and Heating

גז חמצן דחוס וגז בעירה (כמו אצטילן, פרופן, או גז טבעי) נשרפים יחדיו כדי לייצר חום רב. הטמפרטורה של להבת חמצן-דלק היא בערך 2100 - 2400 מעלות צלסיוס, תלוי בסוג הדלק. השימוש בתהליך החמצן-דלק היה שכיח ביותר בעבר, אך כיום אין הוא כה נפוץ. עדיין משתמשים בו לאינוך ולהלחמה, ולמטרות של חיתוך וחימום. החיתוך לא מתבצע על ידי החום לכשעצמו כי אם על ידי להבה המועשרת בחמצן אשר מאיצה את תהליך השרפה או הבעירה של המתכת שחותכים אותה. החיתוך מנתק ממקומם את החלקים התפוסים ויוצר "חימום מוקדם" של המשטחים המתכתיים כדי לאפשר ריתוך שיתבצע בטכניקות אחרות.

סיכום של סיכוני הריתוך

סוג הסיכון תלוי בשיטת הריתוך בה משתמשים, ובסביבה בה הריתוך מתבצע. שיטות הבקרה הנדרשות לגבי סיכון מסוים תלויות במצב ובתנאים הספציפיים.

שיטת הריתוך				סוג הסיכון
OXYFUEL	SAW	SMAW, GTAW, GMAW, FCAW	PAW/PAC Air Carbon Arc Process	
✓	✓	✓	✓	ארגונומי
✘	✓	✓	✓	מכת חשמל
✓	(✓)	✓	✓	אור חזק
✘	(✓)	✓	✓	קרינת אולטרא-סגול
✓	(✓)	✓	✓	גזים ונדפים רעילים
✓	✓	✓	✓	חום, אש וכוויות
✘	✘	✘	✓	רעש

✘ משמעותו היא שאין כל סיכון; ✓ משמעותו היא שקיים סיכון;

(✓) משמעותו היא כי קיים סיכון באם אין פלאקס של SAW.

נספח 2 - סיכוני בטיחות כלליים הקיימים אצל עובדים בריתוך

פעולת הריתוך קשורה עם מגוון נרחב של סיכונים בטיחותיים אשר קיימים בעבודה זו, והכוללים טיפול בחפצים ובחומרים כבדים; עבודה בגובה; נפילות והחלקות; והיפגעות על ידי חפצים נופלים.

התקנה והרמה

וודא כי כל משאיות המנוף, המנופים, העגורנים ובמות ההרמה מתאימים לגבי המשאות שאותם יש להרים. סמן על גבי כל המנופים והעגורנים את נתוני כושר ההרמה שלהם, שם היצרן, המודל, מספר סידורי, שנת הייצור, ואת סימני האתת המשמשים לבקרת פעולת ההרמה.

וודא כי כל העובדים מכירים ומזהים את סימני היד של האתת המשמשים לבקרת פעולת ההרמה.
וודא כי כל מתקני ההרמה נבדקים באופן תקופתי על ידי בודק מוסמך.
וודא כי כל פעולות התיקון מבוצעות תחת השגחתו של מהנדס מוסמך.
וודא כי כל פעולות ההתקנה וההרמה מבוצעות ונמצאות בפיקוח של צוות עובדים מיומן.
וודא כי ציוד ההרמה מסוגל להרים את המטען.
השתמש בכבל הרמה בגודל המתאים וודא שהוא במצב תקין.
השתמש רק באנקולים עם סגר בטיחותי ושאינן בהם פגם כל שהוא.
למד להכיר את מתקני עזרת-החירום המצויים במנופים ועגורנים הנעים על מסילה.
עליך להכיר את כל אותות הסימון הסטנדרטיים המשמשים עבור מנופים ועגורנים. רק אדם המוסמך לכך רשאי לאותת למפעיל העגורן.
אין להשתמש במענבים העשויים מניילון או מחומרים אחרים העלולים להנמס בחום.

עבודה בגובה

תנאי בל יעבור לעבודה על משטחים מוגבהים הוא כי העובדים יהיו מודעים לדרישות הבטיחות לגבי השימוש בסולמות, פיגומים, והגנה בפני נפילות.

סולמות

הקפד לשמור על נוהלי השימוש הבטוח בסולמות כפי שנקבעו במקום עבודתך.
תמוך את הסולם בתחתיתו באמצעות רפידות גומי (נעלי הסולם), או דרבנות, וקשור אותו בחלקו העליון.
עמוד מול הסולם בעת שאתה מטפס עליו או יורד ממנו, והשתמש בשתי ידיך.
אל תרחיק את הסולם מהקיר למרחק העולה על רבע מהגובה האנכי של הסולם. הסולם חייב לבלוט לפחות 90 ס"מ מעל קצה הרחבה העליונה.
אל תעמוד על שני השלבים העליונים של הסולם.
אל תסחב משאות כבדים על הסולם. השתמש לשם כך במתקני הרמה נאותים.
אל תשתמש בסולמות מתכתיים כשאתה עובד עם ציוד חשמלי או נמצא בקרבת קווי מתח עיליים.

פיגומים

וודא כי הפיגומים בנויים מחומרים מאושרים וכי הם נושאים רק את המשאות שעבורם הם תוכננו.
וודא כי הזקפים (מגדלי הפיגומים) יחוזקו אנכית במרווחים שלא עולים על 4.5 מטר ובכיוון רוחבי במרחק שלא עולה על 6.4 מטר.
הבטח כי גובהם של פיגומים ניידים לא יעלה על שלוש פעמים ממידתו של הבסיס.
וודא כי הרחבות של הפיגום יענו על כל דרישות הבטיחות.
 ■ רוחבם של רחבות הפיגום יהיה לפחות 48 ס"מ שיותקנו מלוחות של 10" X 2" (5 X 25 ס"מ)
 ■ הרחבות צריכות להיות ברוחב המלא של הפיגום החל מגובה העולה על 2.4 מטר.

ציוד נייד

היה מודע לציוד הנייד הנמצא באזור שלך.
עמוד על המשמר לגבי סימנים ואותות אזהרה.
המצא במרחק בטוח ממלגזות הרמה וציוד נייד אחר.
התקן מדרך רגל למניעת נפילת חפצים.
התקן אזני יד בצדדים הפתוחים של הפיגומים כדי להגן על העובדים מפני נפילה.
ספק מתקני ציפה לעובדים אשר עבודתם מתבצעת מעל למים.
ספק רתמות בטיחות לגוף מלא וחבלי בטיחות לעובדים בגובה.

הגנה בפני נפילות

השתמש ברתמת גוף.
סלק את הפסולת מדי יום.
סלק מהרצפות את כל שאריות הריתוכים, שבבי הברזל וכל העצמים האחרים, העלולים לגרום להחלקות, מעידות ונפילות.
ספוג מיידית את כל שאריות השמנים וחומרי הסיכה בעזרת חומר סופג בלתי-דליק וסלק אותו מיידית.
וודא כי על הרחבות והפיגומים אין מונחים כבלי ריתוך, צינורות אוויר, כבלי חשמל, כלי עבודה וציוד כל שהוא.
הרחק את כל חומרי הגלם והמוצרים המוגמרים כדי למנוע הצטופפות על המעברים ודרכי הגישה.
וודא כי כל המעברים יהיו חופשיים כדי שעזרי ההרמה הניידים יוכלו להגיע בנקל אל המטענים המיועדים להרמה.