



תהליך ריתוך – קשת סמויה (Submerged Arc Welding 420)

מעודכן: פברואר 2016

תוכן עניינים

.....

1.....	הגדרה
2.....	משימות עיקריות בתהליך ריתוך – קשת סמויה הכנת עמדת
2.....	א. הכנת עמדת עבודה
2.....	ב. הכנת חלקים (עובדים) לריתוך
2.....	ג. ג. תיאור התהליך
3.....	חומרי שטף (פלקסים)
4.....	גורמי סיכון עיקריים במשימה ריתוך בקשת סמויה
4.....	סיכונים בטיחותיים
4.....	פיזור סיגים (שלקה)
5.....	סיכוני פגיעה מחשמל
5.....	סיכוני אש
7.....	מגע עם עצמים חמים
8.....	סיכונים גהותיים
8.....	סיכונים פסיקלים
8.....	קרינה
9.....	שדות חשמליים ומגנטיים
9.....	חשיפה לרעש מזיק
10.....	עומס חום
10.....	חשיפה לחומרים כימיים (נדפים וגזים)
12.....	גורמי סיכון פיזיולוגיים (היבטים ארגונומים)
15.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
18.....	ביבליוגרפיה

הגדרה

ריתוך בקשת סמויה - ריתוך באמצעות קשת חשמלית בעזרת אלקטרודה בלתי מצופה כאשר נקודת הריתוך מבודדת מהסביבה החיצונית ע"י כיסויה בחומרי שטף גרגיריים (פלקסים) [1].

א. הכנת עמדת עבודה

- ארגון עמדת העבודה לרבות פינוי האזור מחומרים דליקים, הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר.
- הבאת חלקים: חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ספציפי נחוץ (למשל ביצוע ריתוך במקום מוקף מצריך קיומם של מערכת לאספקת אוויר לרתך ומערכת יניקת אוויר מן המקום המוקף). תהליך הבאת האמצעים יבוצע לעיתים תוך שימוש באביזרי הרמה או שינוע.

עין בתהליך עזר "שינוע" מספר 444 ותקנות הבטיחות בעבודה הרלוונטיות.

ב. הכנת חלקים (עובדים) לריתוך

הכנת החלקים כוללת בדרך כלל ניקוי האזור המיועד לריתוך על ידי הסרת שמנים ולעתים על ידי השחזה זוויתית. עיין תהליכים ("השחזה") "עיבוד אברזיבי יבש" מספר 357 ו"הסרת שומנים" מספר 183.

ג. תיאור התהליך

בתהליך ריתוך בקשת סמויה, מיסוך של הקשת החשמלית ושל אזור הריתוך כולו מהאטמוספירה נעשה על ידי כיסוי הרֵתֶךְ עם פלקס גרגירי ניתך. קשת חשמלית נוצרת מתחת לשכבת הפלקס בין אלקטרודה מתכלה לבין החלקים המרותכים. יוצא מכך שחומר האלקטרודה מהווה חומר מילוי נוסף (מחוץ לחלקים המרותכים). בתהליך זה, הפלקס הגרגירי מוסף לאורך תפר הריתוך כדי ליצור כיסוי מותך של סיגים (Molten slag cover) על המתכת המותכת באזור הריתוך.

הפלקס ממסך את הקשת החשמלית, מוסיף חומרים נוספים לסגסוגת המתכתית באזור הריתוך, מייצב את הקשת ומגדיר את התפר שבוצע [2].

האלקטרודה והקשת מתקדמות בהתאם לאורך קו התפר. סיגי המתכות הנותרים ניתנים להורדה לאחר התקררות הריתוך בתהליך גימור. כיון שהקשת בדרך כלל מכוסה כולה בשכבת הפלקס, איבוד החום הנו מאד קטן. תופעה זאת יוצרת יעילות תרמית של 60% (בהשוואה ל-25% בריתוך באלקטרודה מצופה) [3].

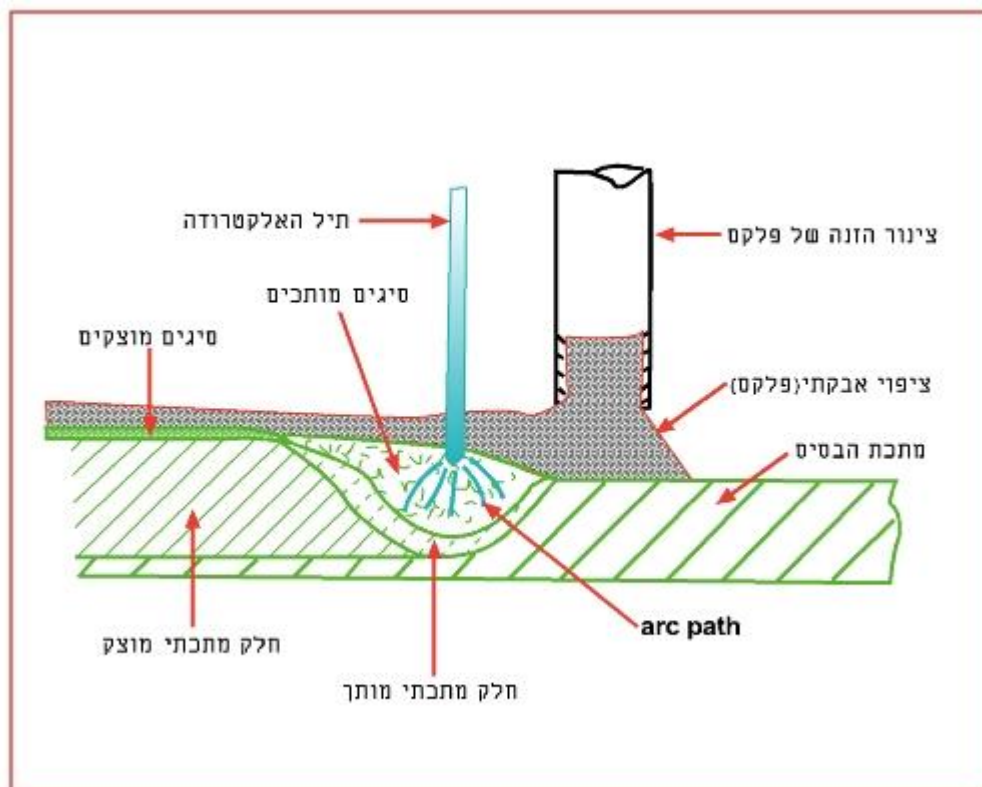
שיטת הריתוך בקשת סמויה הנה אידיאלית לריתוכים קו-אורכיים ומעגליים (כמו חביות וחישוקים). אולם, בגלל הנזילות הגבוהה של גומת הריתוך, Loose flux layer, Molten slag, הריתוך מבוצע בדרך כלל במישור אופקי.

הפלקסים השימושיים בריתוך בקשת סמויה הם מינרלים הניתנים להיתוך המכילים מנגן, סיליקון, טיטאניום, אלומיניום, קאלציום, זירקוניום, מגנזיום וחומרים אחרים כמו קאלציום פלואוריד. הרכב הפלקס מותאם לסוג התיל (אלקטרודה) ולהרכב של חלקים מרותכים שבשימוש כך שהשילוב של הפלקס והאלקטרודה מאפשר קבלת תכונות מכניות רצויות בתפר. כל הפלקסים מגיבים עם גומת הרייתוך כדי ליצור את ההרכב הכימי ותכונות מכניות המתאימות לחלקי המתכת המרותכת.

מקובל לכנות חלק מהפלקסים "אקטיביים" באם הם מוסיפים לרתך חומרים נוספים כגון מנגן וסיליקון. שני סוגי הפלקסים העיקריים הם:

- פלקסים מוחדרים (Bonded fluxes): מיוצרים על ידי יבוש של המרכיבים על ידי קשירה אליהם של תרכובת בעלת נקודת היתוך נמוכה כמין נתרן סיליקאט. רב הפלקסים מכילים מתכות מונעות חמצון ובכך תורמות למניעת הופעת נקבוביות בתפר. פלקסים אלה יעילים בפני קורוזיה ו-mill scale.

- פלקסים מותכים (Fused fluxes): פלקסים אלה מיוצרים על ידי ערבוב המרכיבים מלווה בהתכתם בתנור חשמלי כדי ליצור חומר הומוגני מבחינה כימית, לאחר מכן קירור החומר וטחינתו לגודל החלקיקים הרצוי. פלקסים אלה יוצרים קשת חשמלית חלקה ויציבה בעלת זרמים עד ל-2000 אמפר ותואמת את תכונות חלקי המתכת המרותכת.



גורמי סיכון עיקריים במשימה ריתוך בקשת סמויה

סיכונים בטיחותיים

פיזור סיגים (שלקה)

זיהוי:

סכנת פגיעה בעור (פנים, צוואר, זרועות) ועיניו של הרתך מחתיכות סיגים חמים העפים בזמן תהליך הריתוך.

בקרה:

לצורך מניעת פגיעה עקב התעופפות סיגים מומלץ:

- א. ביצוע עבודות ריתוך תוך הצטיידות במסכת רתכים. בכדי לבצע בדיקה ויזואלית של נקודות הריתוך, הרתך נאלץ להסיר את המסכה, בכדי למנוע את הצורך בהסרת המסכה, מומלץ כי הרתך ישתמש במסכה בעלת חלון כפול, אחד בעל זכוכית כהה ואחר בעל זכוכית מגן שקופה. הרמת החלון הכהה תאפשר ראייה דרך החלון השקוף ותמנע פגיעה מחתיכות סיגים.
- ב. יש לעשות שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, סינר עור, כפפות רתכים, מסכת ריתוך לכל הפנים וקובע מגן בהתאם לתקן ישראלי 4141 חלק 12 [4].
- ג. הביגוד יהיה מסוג כזה שיוריד למינימום את פוטנציאל ההצתה, הבעירה, לכידת גצים והתחשמלות. יש לקחת בחשבון שחומרי טקסטיל מהם עשוי הביגוד, אשר עברו טיפול כימי להורדת פוטנציאל הדליקות שלהם, עלולים מחד גיסא לאבד מכושרם לעכב בעירה, עקב כביסות חוזרות, ומאידך גיסא, לכלוך ושמן גם פוגע בתכונות ההגנה. לכן, יש לפעול לפי הוראות היצרן בנוגע לאופן הניקוי. בנוסף, בדים אשר עלולים לעבור התכה, עלולים להידבק לגוף העובד תוך כדי גרימת כוויות חמורות. גצים עלולים להיקלע בשרוולים מקופלים. לכן מומלץ שהשרוולים והצווארון יהיו מופשלים ומכופתרים. בנוסף מומלץ שלא יהיו כיסים בחזית הבגד. כאשר יש כיסים, עליהם להיות סגורים וריקים. מומלץ שמכנסיים ואוברולים יהיו נטולי חפתים. על המכנסיים לכסות את הנעליים, למניעת כניסה של גצים לתוך הנעליים.

ד. להגנת העובדים הנמצאים בקרבת עמדת הריתוך, מומלץ להשתמש במסכי הפרדה ניידים או קבועים בהתאם לתקן ישראלי 5093 לשם בידוד אזור הריתוך משאר אזורי העבודה [5].

סיכוני פגיעה מחשמל

זיהוי:

הרתך עלול להיפגע כתוצאה מהתחשמלות/מכת חשמל הנובעים משימוש בזרם חשמלי לצורך הריתוך.

מכת חשמל (שוק) הנה תוצאה של מעבר זרם דרך הגוף בעוצמה הגורמת לתופעות פיזיולוגיות שליליות. חומרת המכה תלויה בכמות הזרם, משך ההופעה ומסלולו.

בקרה:

לצורך מניעת פגיעה עקב התחשמלות בכל שיטות הריתוך אשר בהן יש שימוש בחשמל יש להשתמש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל ובשיטות עבודה בטוחות לפי תקנות הבטיחות בעבודות חשמל, למשל:

- א. במקרה שניתן, יש לבחור את שיטת שימוש בחשמל הבטיחותית ביותר. לדוגמא: באם פעולת הריתוך יכולה להתבצע הן בזרם ישר והן בזרם חילופין יש לקחת בחשבון שזרם חילופין מסוכן יותר לאדם במקרה של מכת חשמל מבחינת עוצמת הפגיעה. לפיכך השימוש בזרם ישר מועדף בבצוע עבודות ריתוך.
- ב. על מנת להקטין את סכנת ההתחשמלות בריתוך המבוצע עם זרם חילופין אין להשתמש ישירות בזרם מרשת החשמל אלא יש להפריד בין מעגל רשת החשמל למעגל הריתוך על ידי שימוש בשנאי ריתוך. שימוש בשנאי יאפשר עבודה במתח נמוך (עד 120 וולט למערכות נייחות ועד 36 וולט למערכות ניידות) [6].
- ג. מעגל הריתוך יהיה מוארק. הרתכת תהיה מוארקת.
- ד. מערכת הריתוך תיבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה.

סיכוני אש

זיהוי:

ריתוך בסמוך לחומרים דליקים עלול לגרום להתלקחות, במיוחד כשמדובר בחומרים דליקים בעלי נקודת הבזקה נמוכה מטמפרטורת החדר וכן במצבים בהם מבצעים ריתוך בסמוך

לתהליכי ייצור או שימוש בחומרים דליקים. חלקיקים חמים עלולים להגיע לחומרים הדליקים ולגרום לפרוץ שריפה.

בקה:

א. עבודה לפי נוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי הגנה וזהירות למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים במהלך בצוע תהליך הריתוך. נוהל זה יכלול התייחסות לאמצעי זהירות ומגן שיש לנקוט לפני התהליך.

ב. דוגמא לנוהל עבודות חמות ניתן למצוא בתקן ישראלי 4348 : מניעת שריפות בעת ריתוך, חיתוך ועבודות אחרות בחום וב-NFPA 51B [8,7].

ג. לדוגמא: הרחקת חומרים דליקים מהאזור, ניקוי מכלים/צנרות המכילות חומרים דליקים, הזרמת גז אינרטי להורדת ריכוזי חמצן (בעת הצורך), בדיקה באמצעות גלאים ניידים שלא קיימת אווירה נפיצה באזור המיועד לריתוך, מיקום אמצעי כיבוי אש לרבות מטפים, צינורות כיבוי ומזנק, הרחקת גלילי גז מהאזור וכיוצא בזה.

ד. בנוסף יש צורך בהצבת צופי אש לזיהוי מיקום נפילת הגצים. במידה והוחלט שלא להעמיד צופה אש, יש צורך בבדיקה סופית לאחר ביצוע הריתוך ע"י ממונה העבודה. הביקורת צריכה להיעשות כשעה לאחר סיום פעולת הריתוך. יש לשקול ביצוע ביקורות נוספות במקרים ובהם יש חשש לבעירה נסתרת. צופי אש צריכים לעבור הכשרה בנוגע להליך הדיווח ונוהל חירום.

ה. יש להקפיד על שמירת מרחק הפרדה בין תהליך הריתוך לחומרים דליקים (לפחות 11 מטר) מומלץ להעביר את העבודה למקום בטוח כשקיימים סיכונים אש, או לחילופין לפנות מאזור העבודה את כל החומרים (והציוד) הדליקים. במקרה שבו הרצפה עשויה חומר דליק, מומלץ להעביר את מקום העבודה למקום אחר. אם לא ניתן, יש להגן עליה ע"י כסויה בחומר שימנע את דליקתה כגון חול לח, מים או לוח מתכת. במקרה כזה, חייבים למנוע סיכונים התחשמלות.

ו. כל הפתחים ברצפה ובקירות ברדיוס של 11 מטר ממקום הריתוך, שעלולים לחשוף אזורים סמוכים (שמכילים חומרים דליקים) ע"י מעבר הגצים דרכם, צריכים להיות מכוסים, על מנת למנוע מגיצי להגיע לאזורים אחרים בעלי פוטנציאל דליקות.

ז. יש לפנות חומרים דליקים הסמוכים לצד השני של קיר, לוח מתכת, תקרה או גגות, או שבמגע עם צנרת, יש סיכון של הצתתם ע"י מעבר חום.

ח. אמצעי כיבוי אש חייבים להיות ממוקמים בסמוך לאזור הריתוך.

ט. פעולות הריתוך צריכות להתבצע תוך כדי לבישת כפפות עמידות אש. הכפפות צריכות להיות יבשות, ומבודדות למניעת סכנת התחשמלות.

זיהוי:

הרתך עלול להיפגע מיוכוות כתוצאה ממגע עם מתכת חמה.

בקרה:

- א. חובה להשתמש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, סינר עור, כפפות רתכים, מסכת ריתוך לכל הפנים וקובע מגן. הביגוד יהיה מסוג כזה שיוריד למינימום את פוטנציאל ההצתה, הבעירה, לכידת גיצים והתחשמלות בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
- ב. במידה ויש סיכון שעובדים אחרים יבואו במגע עם החלקים החמים, יש לשלטם בשלט אזהרה.
- ג. יש להפריד את אזור הריתוך משאר אזורי העבודה, על מנת למנוע לבטח מגע של עובדים לא מורשים בחלקי ריתוך חמים.

לקרינה**זיהוי:**

מבטים של הרתך לאזור הריתוך בזמן פעולת הריתוך עלול לגרום לנזק לראייה עקב חשיפה לקרינה בתחום הנראה (Visible), האינפרא-אדום (IR) והאולטרא-סגול (UV).

המקור העיקרי לקרינה על-סגולה (UV) בתהליך ריתוך – קשת סמויה הנה בקשת החשמלית. המקורות לקרינה תת-אדומה – Infrared Radiation (IR) בתהליך הזה הנם בחלקי מתכת חמה.

בתחום האור הנראה הפליטה הנה של אור כחול (Blue light) אשר בחשיפה ממושכת פוגע באופן פוטוכימי בקרנית העין [9].

בקרה:

א. בעת ביצוע עבודות ריתוך חובה להשתמש באמצעי מיגון אישיים - במסכת רתכים או משקפי מגן עם הגנה צדדית כולל זכוכיות מגן בהתאם לתקן ישראלי 1283-00-00-0 [10]. השימוש במשקפיים או במסכה מיוחדת מיועד למבצע הריתוך וכן לעובדים הנמצאים בקרבת מקום.

מספר הכחות של העדשות/זכוכיות המגנות על העיניים נקבע על פי דרגת ההיחלשות הנראית לעין [11].

מספר הכחות מציין את כמות האור הניתנת למעבר דרך העדשות כך שכלל שהמספר נמוך יותר, כך העדשה מסננת פחות אור הנפלט מן הקרינות השונות [12].

מספר הכחות מציין את דרגת הכחות המסופקת על ידי עדשות נתונות כאשר הרתך בוחר לעצמו את המספר הנוח לו ביותר ושקנה ראייה טובה בעת ביצוע תהליכי ריתוך מסוגים שונים [13].

ב. למניעת פגיעה בעובדים ובעוברי אורח בסמוך לעמדות הריתוך, מומלץ לבודד את אזור הריתוך על ידי מחיצות קבועות או ניידות העשויות חומרים בלתי בעירים ובלתי מתלקחים בהתאם לתקן ישראלי 5093. במידה ואין מחיצות, יש להורות באמצעות שילוט ונהלים על לבישת ביגוד מגן ואמצעי הגנה על הפנים והעיניים. על המחיצות לאפשר סירקולציות אוויר בגובה הרצפה ומעל לגובה המחיצה.

זיהוי:

שדות חשמליים ושדות מגנטיים נוצרים כאשר נעשה שימוש בחשמל. שדות אלה נוצרים כאשר נעשה חיבור לחשמל על ידי מוליכים חשמליים, או מופעל ציוד חשמלי.

שדות בעלי תדירות נמוכה מ- 300 Hz המכונה Extremely Low Frequency (ELF).

הערכה:

חשיפות תעסוקתיות של ELF בטווח שבין 1-300 Hz לא יכולות לעבור את הערך גג המחושב בעזרת המשוואה:

$$BTLV = 60/f$$

כאשר f זהו התדר הנתון בערכי Hz, BTLV זהו ערך שטף צפיפות מגנטי ביחידות של milliTesla [14].

רמת החשיפה הממוצעת היומית לשדות מגנטיים שאליהם נחשפים רתכים על פי ניטורים שפורסמו על ידי NIOSH נמצאה בערך של 8.2 mGauss עבור טווח עוצמות חשיפה של 1.7-96.0 mGauss, 1 Tesla (T) = (10000 G) [15].

חשיפה לרעש מזיק

זיהוי:

רעש היינו כל צליל בלתי רצוי.

הרעש המזיק היינו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.

לפי תקנות בטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984, הרעש שמפלסו המשוקלל על פני הזמן עולה על 85 dB(A) לחשיפה במשך 8 שעות הנו רעש מזיק.

בקרה:

א. יש להקפיד על שימוש בציוד מגן אישי להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש [16].

ב. הקפדה על בצוע תהליכים רועשים בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).

ג. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש.

ד. בצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.

זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות ריתוך עולה הטמפרטורה סביב התפר והמתכות העוברות התכה וחיבור. עליית טמפרטורה זו בתנאי חום ולחות, עלולה להוביל להגברת עומס החום על הרתך וכן על עובדים בסביבת עבודתו.

בקרה:

- א. מומלץ לבצע עבודות ריתוך באזור מאוורר.
- ב. יש להקפיד על שתייה מרובה על ידי הרתך והעובדים סביבו.
- ג. מומלץ לבצע את עבודת הריתוך תוך הגדרת פרקי זמן המיועדים למנוחה שיתבצעו באזור מאוורר בנפרד מאזור ביצוע הריתוך.

חשיפה לחומרים כימיים (נדפים וגזים)**זיהוי:**

נדפים בריתוך הם תערובת של תחמוצות מתכתיות, סיליקאטים ופלוואורידים. נדפים נוצרים כאשר מתכת מחוממת מעל נקודת הרתיחה שלה והאדים הנוצרים מתעבים ליצירת חלקיקים מוצקים בגודל של 1-5 מיקרון.

הרכב הנדפים תלוי בהרכב העוֹבֵד, האלקטרודה וחומרי הריתוך (flux). אם מתכת הבסיס עברה ציפוי או צביעה, הנדפים יכולים לכלול גם שאריות מהחומרים שנכללו בצבע או ציפוי.

הנדפים עשויים להכיל תחמוצות ברזל, תחמוצות מנגן, פלוואורידים, תחמוצת סיליקון ותרכובות של טיטניום, ניקל, כרום, מוליבדן, ונדיום, טונגסטן, נחושת, קובלט, עופרת ואבץ.

גזים בריתוך בקשת סמויה נפלטים כתוצאה מחימום פלקסים, צבעים או ציפויים על גבי המתכות המרותכות. הגזים העיקריים שמשתחררים בתהליך זה הם תחמוצות פחמן, תחמוצות חנקן ואוזון.

הערכה:

הריכוזים של נדפי המתכת המשתחררים במהלך ריתוך בקשת סמויה נמוכים לעומת הריכוזים של נדפים בריתוך באלקטרודה מצופה או בריתוך בגז מגן

עקב פעילות הכיסוי של הפלקס הגרגירי. הקשת שמורה מתחת לפלקס ללא ניצוצות, עשן או הבזקה. שיטה זאת יוצרת כשמינית מכמות הנדפים הנוצרים בשיטות ריתוך אחרות. אנליזה של

הנדפים הנוצרים בריתוך מסוג זה גילתה נוכחות של ריכוזים גבוהים של סיליקון דו-חמצני, ברזל חמצני, פלואורידים ומנגן.

החשיפה העיקרית בריתוך מסוג זה הנה למימן פלואוריד ולפלואורידים מסיסים המשתחררים מן הפלקס.

כאשר ממלאים את ה-Flux hopper ומרימים את פסולת הפלקס, ישנה חשיפה לאבק הכולל תרכובות עשירות מטיטניום, קלציום, בריום, אשלגן, אלומיניום, נתרן וכלור.

הריכוזים המרביים המותרים לנדפים בריתוך בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג – 1993 ובחברת ערכים מרביים מותרים של ACGIH.

הנתונים לגבי הימצאות חומרים שונים בתהליך ואחוז תוצאות חריגות של הניטור שלהם (על סמך הנתונים של פרויקט מיפוי סיכונים גיהותיים בתעשייה 1994-2000 והנתונים של המעבדה הארצית לגהות תעסוקתית מוצגים בטבלאות של גורמי סיכון בתהליך [18,17].

בקרה :

א. מכיוון שבריתוך בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות רבה של נדפים וגזים, יש לבצע תהליכי ריתוך במקום מאוורר היטב.

ב. מומלץ לצייד עמדות ריתוך באוורור מאולץ מסוג **יניקה מקומית**. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת לא לגרום לתנועת נדפים וגזים דרך אזור נשימתו של העובד. המיקום האופטימלי של המנדף הנייד ליניקה מקומית הוא במרחק של קוטר של צינור מהקשת החשמלית.

ג. מהירות זרימת האוויר בפתח היניקה של עמדת ריתוך צריכה להיות לפחות 0.5 מטר/שנייה על פני קשת הריתוך. כמו כן ניתן להשתמש באקדח השואב נדפים וגזים ממקור פליטתם ומוסבים בעזרת זרנוק לתוך מערכת פליטה. אקדח מסוג זה מאד יעיל עבור משטחים ישרים ואנכיים או בפינות וסביב אוגנים (Flanges) [19].

ד. בעבודות ריתוך אשר מתבצעות בחלל מוקף, יש להצטייד במסכות להגנה נשימתית המחוברות למקור אוויר טרי.

ה. בעמדות ריתוך חובה לבצע ניטור סביבתי על ידי בודקים מוסמכים בהתאם לתדירות הקבועה בחוק על פי תקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990

ו. במידה ותוצאות הניטור הסביבתי מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מרמת הפעולה, העובדים החשופים חייבים לעבור בדיקות רפואיות.

ז. על מנת למנוע חשיפת העובדים שלא עסוקים ישירות בעבודות ריתוך מומלץ לארגן עמדות ריתוך בשטח מופרד. כך מומלץ להפריד בין עובדי מנהלה, עובדי יצור, עובדי מחסנים מאזורים בהם מבצעים תהליכי ריתוך. כמו כן מומלץ כי משרדים המיועדים לרתכים וכן עמדות מנוחה יהיו מופרדים מעמדות הריתוך.

ח. במידה ותוצאות הנטור מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מרמת הפעולה בחשיפה לנדפים, עד לשיפור תנאי העבודה, יש לבצע ריתוכים כשהרתך מצויד במסכה עם מסנן לנדפים.

גורמי סיכון פיזיולוגיים (היבטים ארגונומיים)

זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות ריתוך העובדים נדרשים להרים חלקים כבדים, ביצוע תנועות מחזוריות וממושכות, עמידה שפופה או ביצוע תנועות לא נוחות.

בקרה:

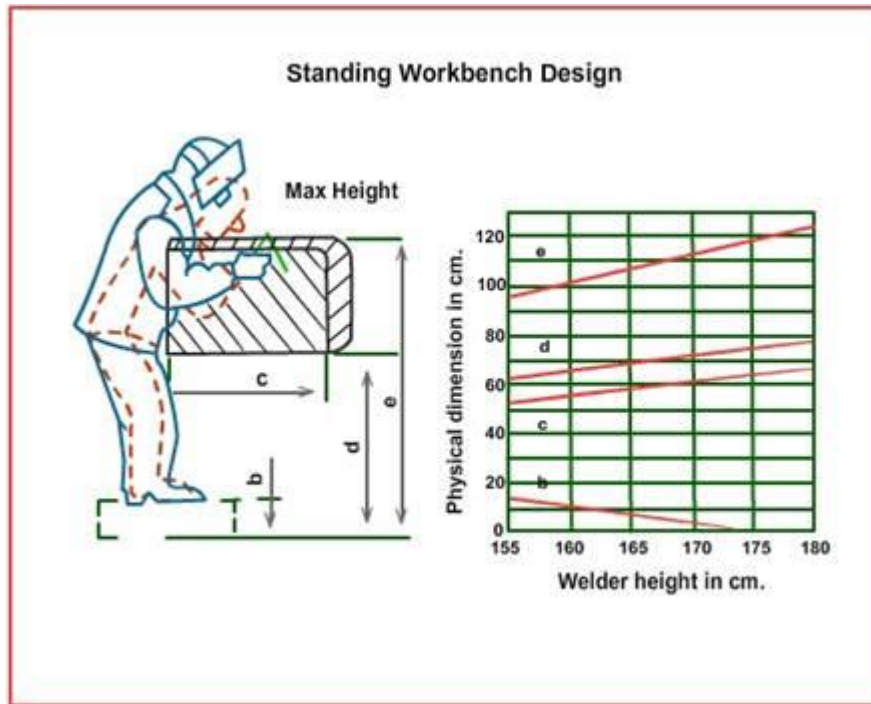
הרמת משאות תבוצע עם ציוד הרמה כגון עגורן בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג – 1992 [20]. בתהליך הריתוך, על הרתך להקפיד לבצע את עבודתו באחת מן התנוחות עמידה או ישיבה כפי המתואר בתרשימים הבאים [21]:

הדגמה של עמדת הריתוך הנעשה על ידי רתך בעמידה

גובה מקסימלי: Maximal height

מימדים פיסיקליים של הציוד (נתונים בס"מ): Physical dimension

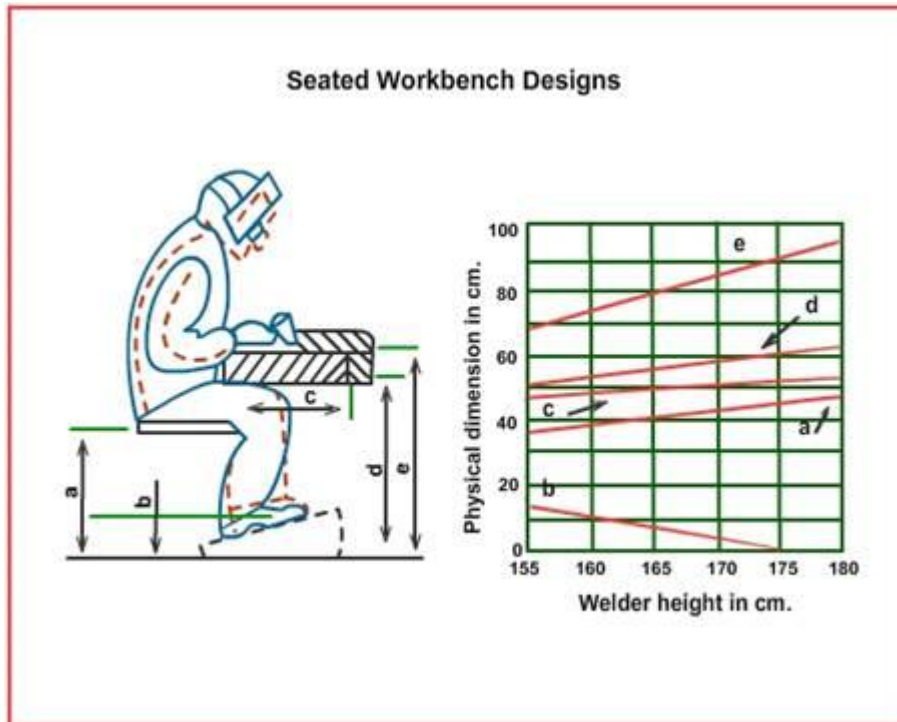
גובה של הרתך (ס"מ): Welder height



איור 3: תנוחה מומלצת לרתך המבצע ריתוך בעמידה. Golavatjuk et.al. Creation of optimum labor conditions for electric welders with regard to ergonomic requirements. IIW Colloquium on Welding and Health, Lisbon, 1980.

עבור רתך בגובה 1.55-1.75 מטרים המבצע עבודת ריתוך בעמידה, מומלצת הגבהה לגופו על מדרגה בעלת גובה עד ל-11 ס"מ כאשר המרחק שבין ברכיו עד לקצהו השני של עמדת העבודה לא יעלה על 65 ס"מ, הגובה שבין הרצפה עד לעמדת הריתוך לא יעלה על 77 ס"מ והגובה שבין הרצפה עד לקצה העליון של עמדת הריתוך לא יעלה על 122 ס"מ כפי המתואר באיור מס' 2.

הדגמה של עמדת ריתוך הנעשה על ידי רתך בישיבה



a: גובה המושב:
 b: גובה השענה של כף הרגל:
 c: מרחק הגעה מרבי אל השולחן:
 d: גובה שולחן הריתוך:
 e: גובה מקסימלי של החומר המרותך:

a = seat height	d = height of the Welding table
b = foot rest height	e = maximum height of the piece being welded
c = maximum reach on the table	

Golavatzuk et.al. Creation of optimum labor conditions for electric welders with regard to ergonomic requirements. IIW Colloquium on Welding and Health, Lisbon, 1980.

עבור רתך בגובה 1.55-1.75 מטרים המבצע עבודת ריתוך בישיבה, מומלץ לשבת על ספסל בגובה 38-46 ס"מ כאשר רגליו תהיינה מוגבהות בעזרת משענת אשר גובהה עד 12 ס"מ, המרחק שבין ברכיו של הרתך עד לפנים שולחן העבודה הוא 38-53 ס"מ, המרחק שבין הקצה התחתון של שולחן העבודה מהרצפה הוא 51-61 ס"מ והמרחק שבין הקצה העליון של שולחן העבודה מהרצפה הוא 68-95 ס"מ בהתאם לגובהו של הרתך.

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה תהליך ריתוך – קשת סמויה מומלץ לבצע תוך הקפדה על התנאים הבאים:

1. כללי

א. הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך מוסמך אשר אושר לכך ע"י מנהל המפעל (בעלים).

ניהול פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד.

עם כניסתו של עובד חדש או שינוי עמדת העבודה של העובד יש לבצע הדרכה בנוגע לסיכונים בתהליך בו עוסק העובד, האמצעים להפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [22].

ב. שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בצידוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור עישון [24,23].

ג. הגדרת שיטה (נוהל) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות מנהל המחלקה או נאמן בטיחות מחלקתי. העברת מידע מהעובדים להנהלה, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונות עבודה.

ד. תזמון תהליכים – ביצוע תהליכי ריתוך בזמן בו נמצאים מינימום אנשים באזור התהליך. כך ימנע מצב של חשיפת אנשים שאינם חיוניים לתהליך לסיכונים גהותיים ובטיחותיים. כך למשל ביצוע תהליכי ריתוך מסיבים בשעות בהן האיוש במקום העבודה היינו נמוך או חלקי.

ה. בידוד של אזור הריתוך על ידי מחיצות קבועות או ניידות העשויות חומרים בלתי בעירים ובלתי מתלקחים.

ו. שימוש באמצעי הרמת משאות כגון עגורן בהרמת חלקים לצורך ריתוך.

ז. הפעלת הרתכת תבוצע לפי הנחיות היצרן לרבות הנחיות הבטיחות.

2. סיכוני פגיעה מחשמל

א. שימוש בצידוד חשמלי תקיני, תקיין ונבדק בהתאם לחוק החשמל ובשיטות עבודה בטוחות לפי תקנות הבטיחות בעבודות חשמל כגון:

ב. בחירת שיטת שימוש בחשמל הבטיחותית ביותר (שימוש בזרם ישר).

ג. בריתוך המבוצע עם זרם חילופין אין להשתמש ישירות בזרם מרשת החשמל אלא יש להפריד בין מעגל רשת החשמל למעגל הריתוך על ידי שימוש בשנאי ריתוך.

ד. מעגל הריתוך יהיה מוארק. הרתכת תהיה מוארקת.

ה. מערכת הריתוך תיבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך.

3. סיכוני אש

למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים במהלך בצוע תהליך הריתוך יש לדאוג ל:

א. הרחקת חומרים דליקים מהאזור, ניקוי מכלים וצנרות המכילים חומרים דליקים, הזרמת גז אינרטי להורדת ריכוזי חמצן (בעת הצורך), בדיקה באמצעות גלאים ניידים שלא קיימת אווירה נפיצה באזור המיועד לריתוך, מיקום אמצעי כיבוי אש לרבות מטפים, צינורות כיבוי ומזנק.

ב. עבודה בהתאם לנוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי זהירות והגנה למניעת התלקחות עקב הריתוך.

ג. הצבת צופה אש לאחר ביצוע הריתוך לזיהוי מיקום נפילת הגיצים. במידה והוחלט שלא להעמיד צופה אש, יש צורך בבדיקה סופית לאחר ביצוע הריתוך.

4. מגע עם עצמים חמים

שימוש בביגוד בעל שרזולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, סינר מעור, כפפות רתכים, מסכת ריתוך לכל הפנים, קובע מגן ונעלי עבודה עמידים בפני גצים.

5. קרינות

בעת ביצוע עבודות ריתוך השימוש באמצעי מיגון אישיים - במסכת רתכים או משקפי מגן עם הגנה צדדית כולל זכוכיות מגן על פי תקן ישראלי - 0-00-00-1283, ציוד להגנת העיניים, הפנים והצוואר הינו חובה.

6. רעש מזיק

- א. הקפדה על ביצוע תהליכים רועשים בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).
- ב. ביצוע ניטור סביבתי לרעש כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ג. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
- ד. שימוש בציוד מגן אישי להפחתת חשיפה לרעש.

7. עומס חום

- א. ביצוע עבודות ריתוך באזורים מאווררים וממוזגים.
- ב. הקפדה על שתייה מרובה על ידי הרתך והעובדים סביבו.
- ג. ביצוע עבודת הריתוך תוך הגדרת פרקי זמן המיועדים למנוחה שיתבצעו באזור מאוורר בנפרד מאזור ביצוע הריתוך.

8. חומרים כימיים

- א. לאור הסיכונים בפליטת נדפים וגזים בתהליך ריתוך הנגרמים חלקם מציפויים וצבעים, מומלץ כי לפני תחילת ביצוע תהליכי ריתוך, יבוצע ניקוי של המתכות והסרת שאריות של ציפויים וצבעים (ראה תהליכים "טיפול שטח- מכני" מספר 244 ו"טיפול שטח כימי" מספר 251).
- ב. ציוד עמדות ריתוך באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית.
- ג. ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.
- ד. ביצוע ניטורים סביבתיים לנדפים ועשן כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ה. ביצוע מעקב רפואי ונטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בנטור סביבתי.
- ו. שימוש במסכה להגנה נשימתית בהתאם לתוצאות ניטור סביבתי במידה שהריכוזים המתקבלים גבוהים מרמת הפעולה,
- ז. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, וכיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.

ח. הצטיידות בגליונות בטיחות לחומרים שבשימוש (לרבות תוצרי פרוק אפשריים בעת פעולת ריתוך).

ביבליוגרפיה

1. פרדו, א., ריבשטיין, מ., מיימן, מ., ואח.: דפדפת רשימות תהליכים תעשייתיים והגדרותיהם, אוניברסיטת תל-אביב, המכון לבריאות תעסוקתית, דצמבר 1993.
2. Burgess, W.A.: Recognition of Health Hazards in Industry, Second Edition, John Wiley & Sons, 1995.
3. The Welding Institute, Job knowledge for welders 5: Submerged arc welding process, 2004. <http://www.twi.co.uk/j32k/protected/band_3/jk5.html>
4. תקן ישראלי 4141 חלק 12- ציוד מגן אישי לעיניים: ציוד להגנת העיניים והפנים בעת ריתוך ותהליכים נלווים, מכון התקנים הישראלי, 2004.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1041411200?OpenDocument>>
5. תקן ישראלי 5093 – דליקות של וילונות לשימוש מוסדי או ציבורי, מכון התקנים הישראלי, 2000.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1050930000?OpenDocument>>
6. Standard Z49.1: Safety in Welding, Cutting and Allied Processes, American National Standard Institute, 2005. < <http://www.aws.org/technical/facts/Z49.1-2005-all.pdf> >
7. תקן ישראלי 4348: מניעת שריפות בעת ריתוך, חיתוך ועבודות אחרות בחום, מכון התקנים הישראלי, 2004.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1043480000?OpenDocument>>
8. NFPA 51B: Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, National Fire Protection Association, 2003.
< <http://webstore.ansi.org/ansidocstore/product.asp?sku=51B03PDF> >
9. Appendix 6430-T2 Assessment of and Protection from Welding Arc Radiant Hazards ><http://www.jlab.org/ehs/manual/EHSbook-521.html>
10. תקן ישראלי 1283-00-00-0: ציוד להגנת העיניים, הפנים והצוואר מפני קרינה, הנוצרת בעת ריתוך ופעולות דומות, מכון התקנים הישראלי, 1988.
11. Sliney, D.H.: Light and Infrared Radiation, Encyclopedia of Occupational Work. <<http://www.ilo.org/encyclopedia/?d&nd=857100220&prevDoc=857000271>>
12. The Welding Institute, Job knowledge for welders 29: Health, safety and accident prevention- arc welding < http://www.twi.co.uk/j32k/protected/band_3/jk29.html >
13. Harris, J.: A Look at Auto-Darkening Welding Helmets, Eye Protection, AutoInc Magazine, 2002. <<http://www.asashop.org/autoinc/jan2002/collision.cfm>>

-
14. 2015 TLVs® and BEIs®. Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH® Worldwide Signature Publication.
15. Department of Health and Human Services, Center for Disease Control & Prevention, The National Institute of Occupational Health and Safety. NIOSH Fact Sheet: EMFs in the Workplace," Publication No. 96-129.<http://www.cdc.gov/niosh/emf2.html>>
16. תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
17. פרויקט מיפוי סיכונים גהותיים פוטנציאליים בתעשייה 2000 – 1994, דו"ח מסכמ. המכון הארצי לבריאות תעסוקתית וסביבתית, רעננה 2004.
18. המעבדה הארצית לגהות תעסוקתית, אגף פיקוח אל העבודה, משרד התמ"ת, מאגר בדיקות סביבתיות. החומר לא פורסם.
19. CCOHS - Canadian Center for Occupational Health and Safety. OSH Answers, Safety Hazards, Welding, Ventilation.
<http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/ventilation.html>
20. תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתמים), התשנ"ג – 1992.
21. CCOHS - Canadian Center for Occupational Health and Safety. OSH Answers, Safety Hazards, Welding, Ergonomics.
<http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/ergonomics.html>
22. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999.
23. פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), תש"ל- 1970.
24. חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983