הלחמה רכה - טבילה (176) Dip Soldering

עדכון אחרון: אפריל 2016

תוכן עניינים

הגדרות 1
משימות עיקריות בתהליך הלחמת שטחית 2
הכנת עמדת העבודה 2
גורמי סיכון עיקריים במשימה הלחמת בטבילה 5
חשיפה לחומרים כימיים (נדיפים וגזים) 5
סיכוני פגיעה מחשמל 6
גורמי סיכון פיסיולוגיים (היבטים ארגונומיים) 7
מניעת מפגעים (נוהג טוב) 7
1. כללי 7
2. סיכוני פגיעה מחשמל 8
3. סיכוני אש 8
4. מגע עם עצמים חמים 8
5. חומרים כימיים 8
ביבליוגרפיה 9

הגדרות

הלחמת חלקים ע"י טבילתם באמבט המכיל לחם מותך [פרדו].

שימושים: ייצור סדרות גדולות של מרכבי מעגלים מודפסים, ציוד חשמלי, אריזות (פחיות). כמו כן להלחמה בשיטת ההלחמה בטבילה יש שימוש רחב בייצור מחליפי חום (רדיאטורים) וכלי חיתוך וקידוח במורכבים. סיווג תהליך הלחמה עפ"י סוגי הלחם, גורמי הסיכון ואמצעי נבטיחות נא לעיין בגיליון "הלחמה כללית" מספר 175.

חימום של חלקים מולחמים מתבצע ללא חשיפה לאוויר תוך כדי טבילתם באמבט אשר מכיל מלחים מותכים או לחם או חומרי שתף או שמן מחומם המהווים מקור חום הנדרש לתהליך ההלחמה בנוסף לפונקציות התפעוליות הרגילות שלהם.

איור 1 : דוגמה של הלחמה בטבילה http://www.hakko.com/english/products/hakko_96.html

שלבים עקריים בתהליך הלחמת טבילה

הכנת עמדת העבודה

- ארגון עמדת העבודה לרבות פינוי האזור ממכשולים, הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר.
- סילוק חומרים דליקים.
- ארגון מקום אחסון לחלקים המיועדים להלחמה ולחלקים מוכנים.
- הבאת חלקים: חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ספציפי נחוץ, אמצעי אריזה וכו'.

א. הלחמת בשיטת טבילה

להלן תיאור תהליך ההלחמה בטבילה של מעגלים מודפסים.

- הכנת כרטיס

הבסיס של הכרטיס האלקטרוני עשוי מפלטה מחומר פלסטי עם קדחים המיועדים להתקנת רכיבים אלקטרוניים (לדוגמה נגדים, טרנזיסטורים, קבלים וכו'). מוליכים אשר מודפסים על הבסיס (ראה **Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**) מחברים את נקודות הרכבת הרכיבים עפ"י תכנון.

איור 2 : קטע של מולכים מודפסים

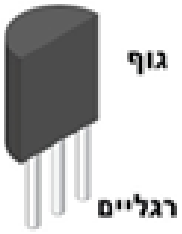
איור 3 : דוגמה התקנת רכיב

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

על הבסיס מרכיבים את הרכיבים כך שגופי הרכיבים נמצאים מצד אחד מהבסיס ומגעיהם (להלן "רגליים") חודרים דרך קדחים שהוזכרו לעיל לצד הנגדי של הבסיס (ראה אחור מס' 3 **Error!** **Error! Reference source not found. Reference source not found.**). הרגליים נוגעים במולכים המודפסים.

לפרטים נוספים עיין בתהליך 202 הרכבת רכיבים (הכנסת רכיבים אלקטרוניים ללוח המעגל המודפס בשיטות שונות לפני הדבקתם או הלחמתם).

איור 4 : סכמה של הרכבת רכיבים על הכרטיס



איור 5 : דוגמת מבנה של רכיב אלקטרוני

לפני ביצוע הלחמה הכרטיס (וכמו כן כל חלק אחר המיועד להלחמה טבילה) עובר תהליך שטיפה. השטיפה מבצעים בשיטה ידנית או במכונות שטיפה מיוחדות. לשיטות של עבודות השטיפה עיין בגיליון 425 שטיפה/ניקוי – קרה וגיליון 230 - טיפול במכונות תחזוקה.

חימום החלקים המולחמים מתבצע כתוצאה מהחלפת החום בין המרכיבים המתכתיים של חלק המולחם לנוזל המחומם לטמפרטורת העבודה הנדרשת להלחמה. שכבת מלח או לחם מצפה את החלקים המתכתיים שנחשפו במהלך הטבילה מגנה על המוצר מפני התחמצנות באוויר לאחר הוצאתו מהאמבטיה. כמו כן ציפוי בחמר הלחמה של המגעים של המכשירים החשמליים והאלקטרוניים מקל על תהליך ההלחמה של החלקים בשיטות ההלחמה אחרות (Tinning).

תהליך Tinning - יישום שכבה דקה של לחם על פני השטח של חלקים ממתכת בכדי להגן על המתכת מפני קורוזיה או הכנה להלחמה בשיטות שונות. תהליך ציפוי כימי, גורמי סיכון ואמצעי בטיחות נא לעיין בגיליון 391 וגיליון מס' 393 – ציפי בטבילה.

משך תהליך ההלחמה בהלחמות בטבילה במלחים נוזליים או מותכים כ- 2-5 דקות. שיטה זו היא יעילה ביותר משום שהיא מאפשרת הלחמה בו זמנית של מספר רב של חלקים בקלות. מספר חלקים שניתן להלחים בו זמנית מוגבל רק ע"י וגדל האמבט.

לסרטון הדגמה של תהליך ההלחמה בטבילה לחץ כאן.

הוספת לחם וחומר שתף (פלאקס) לאזור ההלחמה מתבצעת בשתי שיטות עיקריות:

- פלקאס ולחם נמצאים באמבט אחד במצב מותך. במהלך הטבילה החלק המולחם "עובר" דרך שכבת הפלאקס. במקרים שיש צורך למנוע Tinning מצפים את החלקים המולחמים (פרט לאזור ההלחמה) בלכה מיוחדת. לפרוט תהליך הציפוי בלכה, גורמי הסיכון ואמצעי הבטיחות נא לעיין בגיליון 388.

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

- לחם ופלאקס בכמות הנדרשת מוסיפים טרם הטבילה לאמבט ההלחמה שכולל מלחים מותכים ומהווים מקור חימום בלבד.

טמפרטורת האמבטיה ב 30-50 מעלות צלזיוס מעל טמפרטורת ההתכה של הלחם.

כפי שמוזכר לעיל תהליך הלחמה בטבילה קל למיכון (אוטומציה). להדגמת הלחמה אוטומטית של חלקים של מכשירי חשמל לחץ פה.

להלחמה בטבילה החסרונות הבאים:

- צריכת חשמל מוגברת כתוצאה מאובדן חום מפני שטח הנוזל באמבט , באמצעות קרינה חום והוֹלָכַת חוֹם (התפזרות החום, (Convection);
- יצירת תנאים לא נוחים בשל קרינת חום הדוף ואידוי של רכיבים מזיקים מפלאקס ולחם;
- יוצר "גרדים" רבים בתהליך הלחמה בשיטת הטבילה;
- צורך בהסרת האוויר "בכיסים" הנוצרים (חללים מלאים באוויר אשר מונעים מפלאקס ולחם להיכנס לאזור התפר);
- עיוות חלקים חלולים ארוכים כגון צינורות;
- עמידות נמוכה של ציפויים דקורטיביים המגנים על מוצרים בפני קורוזיה לאחר טבילת החלקים במלחים מותכים;
- צריכה משמעותית של מלח ,שטף ולחם.

במהלך החימום הטמפרטורה באמבט מגיעה ל- 150-350C^{o} בהתאם לסוג הלחם. החימום גורם לכך שחלק מהפלאקס מתאדה ומתפזר לחלל המכונה או נשרף. כאשר אמבט פתוח במהלך ההלחמה נדפים מתפזרים בחלל אולם הייצור להדגמה לחץ כאן.

כמו כן הלחם מהווה מקור לפליטת חומרים כפי שהוזכר לעיל. החומרים המרכיבים את הלחם – מתכות שונות (עיין בתהליך "הלחמה כללית" מספר 175).

בכדי למנוע פליטת אדים ועשן לאוויר של חדר (אולם ייצור) המכונות מצוידות במערכת יניקה מאולצת מצוידות במסננים מתאימים.

במהלך ההלחמה שאריות של הפלאקס ולחם שהתחמצן מצטברות על פני הלחם הנוזלי ויש צורך לסילוקן גם בהלחמה ידנית וגם בשיטה אוטומטית.

כאשר פותחים את המכסים של המכונה, האדים שהצטברו בתוך המכונה נפלטים לתוך חלל החדר והעובדים הנמצאים בו נחשפים לחומרים הנפלטים כמו בתהליך ההלחמה הידנית.

תיאור פלאקסים וסוגי לחם דרישות והסברים עיין בתהליך ("הלחמה כללית") מספר 175.

ב. ניקוי אמבטיה

בכדי להבטיח תפקוד ממושך של הציוד ואת איכות ההלחמה, מבצעים עבודות תחזוקה. פירוט עבודות התחזוקה מוגדר ע"י יצרן הציוד. עם זאת, עבודות התחזוקה בד"כ כוללות ניקוי חלקים משאריות לחם ופלאקס שהצטברו.

שימוש בציוד מגן במהלך עבודות התחזוקה (מסכה מתאימה וכפפות מגן) חובה.

לשיטות של עבודות השטיפה עיין בגיליון 425 שטיפה/ניקוי – קרה וגיליון 230 - טיפול במכונות תחזוקה

נוהג טוב בביצוע תהליכי עבודה
© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

ג. עבודות גימור

- **הגנה נגד קורוזיה**

פלאקסים רבים גורמים לקורוזיה של חלקים המולחמים - דבר שמחייב ניקוי המוצרים במכונות שטיפה מיוחדת ובמקרים מסוימים גם ציפוי המוצרים בלכה. לפרוט תהליכי הניקוי, גורמי הסיכון ואמצעי הבטיחות נא לעיין בגיליון 425 שטיפה/ניקוי – קרה. תהליך ציפוי בלכה, גורמי סיכון ואמצעי בטיחות נא לעיין בגיליון 388.

- **בדיקות טיב של נקודות ההלחמה**

בדיקת הטיב של נקודות ההלחמה מתבצעת בשיטות הבאות:

- **בדיקה ויזואלית של טיב ההלחמה (בדיקה חיצונית);**
- **בדיקת אל-הרס, למשל באמצעות קרני X-Ray.**

עיין תהליכים "ביקורת טיב- ויזואלי" מספר 118 ו"בדיקות אל הרס – פולטי קרינת X-Ray" מספר 111.

- **תיקון נקודות ההלחמה**

תיקון של נקודות ההלחמה או השלמת הלחמות מבצעת בצורה ידנית. עיין בגיליון 177 תהליך הלחמה רכה חוט Wire Soldering .

גורמי סיכון עיקריים במשימה הלחמת בטבילה

הלחמה בטבילה לא מהווה מקור לרעש, רטט או מקור חשיפה פיסיקלי אחר כלשהו.

חשיפה לחומרים כימיים (נדיפים וגזים)

זיהוי:

כפי שתואר לעיל מכונות הלחמת מצוידות במערכת יניקה מאולצת אשר בד"כ מקטינה באופן משמעותי את רמות החשיפה של עובדים השוהים במקום, וזאת כל עוד המכסים של המכונה סגורים.

עם זאת, כאשר מבצעים עבודות תחזוקה למכונה, כגון טיפול באמבטיה של לחם וניקיון של מכונת הלחמה, העובדים נחשפים לחומרים מסוכנים.

חומרים אלה הם אותם החומרים שבהרכב של לחם ופלאקס, וכמו כן, גם ממסים אורגניים שונים בהם משתמשים לשטיפה וניקוי של המכונה.

במהלך ביצוע עבודת ההלחמה באמבט פתוח קיימת סכנה מוגברת לחשיפת העובדים השוהים באזור.

הריכוזים המרביים המותרים למתכות ואדים של חומרים אורגנים בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה ובחוברת ערכים מרביים מותרים של ACGIH .

הריכוזים המרביים המותרים לנדפים בתהליך בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג – 1993, תקנות

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בעופרת), התשמ"ד-1983 ותקנות אחרות ובחוברת ערכים מרביים מותרים של ACGIH .

למען הקטנת מספר העובדים שנחשפים לחומרים הללו, יש לבצע עבודות התחזוקה בזמן שעובדי הייצור אינם נמצאים ליד המכונה.

בביצוע עבודות התחזוקה חובה להשתמש בציוד מגן אישי למערכת הנשימה.

אמצעי בטיחות:

- ארגון עמדות ההלחמה במקום מאוורר היטב מכיוון שבצביעה בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות רבה של אדים.
- ציוד עמדות ההלחמה באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית על ידי שימוש במנדף. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת שלא לגרום לתנועת אדים של חומרים מזיקים דרך אזור נשימתו של העובד.
- בעת ביצוע עבודות תחזוקה יש נקוט צעדים טכניים נאותים למניעת חשיפת עובדים לחומרים מסוכנים. במידת הצורך יש לספק ציוד מגן אישי עפ"י דרישות תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), תשנ"ז –1997.

בבדיקות של זיהום האוויר, אשר מבצעים בעמדות העבודה בתהליך הלחמה, בד"כ לא מתגלות תוצאות חריגות של החומרים הנמצאים בשימוש בתהליך.

עם זאת, קיימת סבירות גדולה של הכנסת החומרים האלה לגוף בדרכים אחרות – דרך הפה במהלך אכילה, שתיה או עישון. הדבר מהווה סכנה רצינית במיוחד כאשר בתהליך משתמשים בלחם שמכיל עופרת – המתכת אינה משתחררת מהר מהגוף ויש לה נטייה להצטבר בתוך הגוף גם כאשר מגיעה לתוכו בכמויות קטנות.

לכן, חל איסור מוחלט לאכול, לשתות ולעשן במקומות העבודה, כולל הכנסת מוצרי אוכל ושתייה לחדר בו מבצעים את ההלחמה. יש להדריך את העובדים ולהתקין שילוט מתאים עפ"י דרישות תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט - 1999

אמצעי בטיחות :

מכיוון שבהלחמה בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות של נדיפים וגזים, יש לארגן עמדות ההלחמה במקום מאוורר היטב.

סיכוני פגיעה מחשמל

זיהוי:

העובד עלול להיפגע כתוצאה מהתחשמלות / מכת חשמל הנובעים משימוש בציוד חשמלי לא תקין בשעת ביצוע עבודות או בכבלי חשמל שהועברו במקום באופן לא בטיחותי.

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

בקרה:

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

א. לצורך מניעת פגיעה עקב התחשמלות: בכל מקרה בו נעשה שימוש בחשמל יש להשתמש בציוד חשמלי תקני, תקין ו בדוק בהתאם לחוק החשמל, תשי"ד – 1954; ובשיטות עבודה בטוחות בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990.

ב. מכשור חשמלי ייבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה.

ג. כל עבודות החשמל ייבצעו ע"י חשמלאי בעל רישיון מתאים.

גורמי סיכון פיסיולוגיים (היבטים ארגונומיים)

זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות הלחמה העובדים מבצעים תנועות חוזרות וממושכות, או מבצעים תנועות לא נוחות.

במקרים מסוימים על עובדים להרים חלקים כבדים הנדרשים לתהליך ההלחמה, מעבירים כרטיסים, חלקים של ציוד חשמלי וכו'

שינוע חלקים כבדים לאחר צביעתם, יעשה תוך שימוש בציוד הרמה, כולל במקרה הצורך עגורנים על פי המפורט בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992. עיין תהליך עזר "שינוע" מספר 444.

אמצעי בטיחות:

יש לארגן עמדות העבודה בתהליך הלחמה כדי לצמצם את התנועות הלא נוחות. במידה ויש צורך להרים או לשנע מטענים כבדים (אריזות כדוגמה) יש להשתמש במכונות ההרמה או באמצעי הובלה מתאימים.

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה בתהליך הלחמה – טבילה לבצע תוך הקפדה על התנאים הבאים:

1. כללי

הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך מוסמך אשר אושר לכך ע"י מנהל המפעל (בעלים).. יש לנהל פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד.

עם כניסתו של עובד חדש לעבודה או שינוי עמדת העבודה של עובד "ותיק" יש לדאוג לביצוע הדרכה שתכלול התייחסות לסיכונים בעמדת העבודה, אמצעים להפחתת הסיכונים לרבות אמצעים הנדסיים ואמצעי הגנה אישיים, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה.

שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור אכילה, שתיה ועישון כולל אחסון מוצרי אוכל. [חוק איסור עישון].

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

הגדרת שיטה (נוהל בכתב) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות הנהלת המפעל. העברת מידע מהעובדים להנהלה, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונת עבודה.

2. סיכוני פגיעה מחשמל

שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל ובשיטות עבודה בטוחות לפי תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל) , התש"ן – 1990 כגון:

א. בחירת שיטת שימוש בחשמל הבטיחותית ביותר (שימוש בזרם נמוך ביותר).

ב. מערכת החשמליות תיבדקנה תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך.

ג. בדיקת רצף הארקה של מכונת הלחמה, אמבטיה וכו',

3. סיכוני אש

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

הרחקת חומרים דליקים מהאזור.

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

קיום אמצעי כיבוי אש עפ"י הנחיות אשר נקבעו ע"י הרשות הארצית לכבאות והצלה.

4. מגע עם עצמים חמים

- שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים.
- מיכון התהליך (שימוש במערכות ומכונות אוטומטיות).

5. חומרים כימיים

לאור הסיכונים בפליטת נדפים וגזים בתהליך הלחמה מומלץ לצייד את עמדות ההלחמה באוורור מאולץ.

ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.

ביצוע ניטור סביבתי לנדפים ועשן כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.

ביצוע מעקב רפואי וניטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בניטור הסביבתי.

בהתאם לתוצאות הניטור הסביבתי במידה שהריכוזים המתקבלים גבוהים מרמת הפעולה, יידרש שימוש במסכה להגנה נשימתית.

הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז ומאורגן על ידי מחזיק במקום העבודה.

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.

הצטיידות בגיליונות בטיחות לחומרים שבשימוש הכרת הסיכונים והדרכים להפחתתם (לרבות מידע על תוצרי פרוק אפשריים בעת פעולת הלחמה).

ביבליוגרפיה

- חוק החשמל, תשי"ד – 1954.
- חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983.
- חוק הרשות הארצית לכבאות והצלה התשע"ב- 2012
- פרדו א., ריבשטיין מ., מיימן מ., ואח.: דפדפת רשימות תהליכים תעשייתיים והגדרותיהם, אוניברסיטת תל-אביב, המכון לבריאות תעסוקתית, דצמבר 1993.
- תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999.
- תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בעופרת), התשמ"ד-1983.
- תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל) , התש"ן – 1990.
- תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג – 1993.
- תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי) , התשנ"ז – 1997.
- בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992
- 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.

© 2016 Empimed Inform Bureau Ltd.